



Une étude  
cofinancée  
par :



Avec la  
contribution  
de :



# EAU ET CLIMAT 3.0 : PRÉPARONS L'AVENIR

Étude de gestion des ressources en eau  
face au changement climatique

Rapport de phases 3-4-5 : Scénarios et stratégie  
départementale



V2.0 – Juin 2020





	<p>BRL ingénierie</p> <p>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>
	<p>Hydrofis (sous-traitant)</p>

Date du document	29 octobre 2019
Contact	Sébastien CHAZOT, sebastien.chazot@brl.fr

Titre du document	Schéma Départemental du Gard – Rapport de phase 3
Référence du document :	A00456
Indice :	V2.0

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
23/04/2020	V1.0	Rapport de phases 3-4-5 complet	Cécile Robert Victor Brunner Pascal Fénart (société Hydrofis) Anthony Blache Sébastien Chazot	Sébastien Chazot
30/06/2020	V2.0	Rapport de diagnostic complet (phases 1 et 2) intégrant les amendements des membres du COTECH	Cécile Robert Pascal Fénart (société Hydrofis) Sébastien Chazot	Sébastien Chazot



# EAU ET CLIMAT 3.0 : PRÉPARONS L'AVENIR

## Phases 3-4-5 : Scénarios et stratégie départementale

<b>PRÉAMBULE</b> .....	<b>1</b>
<b>1 EAU ET CLIMAT 3.0 : DU DIAGNOSTIC AU POSITIONNEMENT STRATÉGIQUE</b> .....	<b>3</b>
1.1 RAPPEL DE LA DÉMARCHE .....	3
1.2 OBJECTIF DES PHASES « SCÉNARIOS ET STRATÉGIE » .....	5
1.3 LIMITES DE L'EXERCICE.....	6
<b>2 DANS QUEL CONTEXTE POURRAIT S'INSCRIRE LE GARD EN 2050 ?</b> .....	<b>7</b>
2.1 QUELLES HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION DU CLIMAT ET QUELLES CONSÉQUENCES LOCALEMENT ? .....	7
2.2 QUELLES TENDANCES D'ÉVOLUTION STRUCTURELLES DU CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE ? .....	9
2.2.1 Une diminution globale des surfaces agricoles qui commence à se tasser, mais une évolution différente en fonction des cultures .....	10
2.2.2 Une baisse importante du nombre d'emplois et d'exploitations agricoles par le passé mais une projection précise difficile à établir .....	20
2.2.3 Une poursuite de l'augmentation de la population gardoise . . . ..	26
2.2.4 . . . associée à une artificialisation importante des sols .....	27
2.2.5 Quelle tendance associée aux incendies dans le Gard ? .....	29
2.3 QUELS AUTRES FACTEURS EXTERNES PEUVENT INFLUER SUR L'AVENIR ? .....	31
<b>3 QUELS SONT LES FUTURS « EAU ET CLIMAT » POSSIBLES À L'HORIZON 2050 ?</b> .....	<b>32</b>
3.1 QUELLES SONT LES ATTENTES DES ACTEURS LOCAUX VIS-À-VIS DU FUTUR DE LEUR TERRITOIRE ? .....	32
3.1.1 À l'échelle locale, une mobilisation forte du territoire autour de l'étude « Eau et climat 3.0 » .....	32
3.1.2 Quelles sont les attentes des acteurs locaux ? .....	34
3.2 PRÉSENTATION DE DEUX SCÉNARIOS CONTRASTÉS : « OPPORTUNISTE » ET « RECONQUÊTE » .....	37
3.2.1 Vision globale des deux scénarios .....	38
3.2.2 Comparaison thématique des deux scénarios .....	39
3.2.3 Comparaison territoriale des deux scénarios .....	47
3.3 QUELLES CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES POUR CES DEUX SCÉNARIOS ? .....	50
3.3.1 L'artificialisation et la consommation d'eau potable .....	50
3.3.2 Le chiffre d'affaire et l'emploi agricole : cas de la viticulture .....	51
3.3.3 Le secteur touristique départemental .....	60
3.3.4 Le risque incendie .....	64
<b>4 QUELLES INTERVENTIONS SONT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS ?</b> ....	<b>67</b>
4.1 RAPPEL DES ZONES À ENJEUX ET DES BESOINS IDENTIFIÉS DANS LE CADRE DU DIAGNOSTIC .....	67
4.1.1 Quelles sont les principales zones à enjeux et les besoins associés ? .....	67
4.1.2 Quels besoins en eau supplémentaire pour l'AEP ? .....	68
4.1.3 Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation - hors vignes ? .....	70

4.1.4	Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation de la vigne ?.....	74
4.1.5	Quels besoins en eau supplémentaires pour compenser la baisse des débits d'été ?.....	79
<b>4.2</b>	<b>PRÉSENTATION DES FAMILLES DE SOLUTIONS MOBILISABLES .....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>PRÉSENTATION DES SOLUTIONS « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPERIMENTATION » .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1</b>	<b>AMÉLIORATION ET DIFFUSION DES CONNAISSANCES.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2</b>	<b>ADAPTATION DES COMPORTEMENTS ET DES PRATIQUES.....</b>	<b>95</b>
5.2.1	Économies d'eau .....	95
5.2.2	Adaptation des pratiques agricoles .....	98
5.2.2.1	Évolution des pratiques culturales à l'échelle de la parcelle .....	99
5.2.2.2	Autres leviers d'adaptation agricole — échelle supra-parcellaire.....	106
5.2.3	Conception et encadrement des projets.....	110
<b>5.3</b>	<b>PLANIFICATION ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE .....</b>	<b>113</b>
5.3.1	Urbanisme et préservation du foncier agricole et naturel .....	113
5.3.2	Désartificialisation et renaturation, des solutions « fondées sur la Nature » .....	115
5.3.3	Gestion forestière.....	119
<b>6</b>	<b>PRÉSENTATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU.....</b>	<b>121</b>
<b>6.1</b>	<b>VISION GLOBALE DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU .....</b>	<b>121</b>
<b>6.2</b>	<b>OPTIMISATION ET DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION SUR LES ZONES DÉJÀ ÉQUIPÉES.....</b>	<b>123</b>
<b>6.3</b>	<b>DES SOLUTIONS COMPLEXES QUI NE SONT PAS ADAPTÉES ET/OU À L'ÉCHELLE DES ENJEUX.....</b>	<b>131</b>
6.3.1	Valorisation des effluents de caves viticoles .....	131
6.3.2	Dessalement .....	133
<b>6.4</b>	<b>DES SOLUTIONS DONT L'OPPORTUNITÉ SERA À ÉTUDIER LOCALEMENT .....</b>	<b>134</b>
6.4.1	Réutilisation des eaux usées traitées .....	134
6.4.2	Stockage souterrain .....	142
<b>6.5</b>	<b>TROIS TYPES DE SOLUTIONS « BARRAGES ».....</b>	<b>145</b>
6.5.1	Barrages — Optimisation des barrages contribuant au soutien d'été.....	145
6.5.2	Barrages — Mobilisation d'autres barrages existants.....	148
6.5.3	Barrages — Création de nouveaux barrages.....	150
<b>6.6</b>	<b>TROIS « GRANDES » OPTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU À COMPARER LOCALEMENT.....</b>	<b>152</b>
6.6.1	Vision globale des trois « grandes » options techniques d'accès à l'eau .....	152
6.6.2	Forages pour mobilisation des eaux souterraines .....	157
6.6.3	Retenues d'eau .....	166
6.6.4	Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional .....	169
<b>7</b>	<b>APPROCHE TERRITORIALISÉE DES SOLUTIONS POSSIBLES .....</b>	<b>179</b>
<b>7.1</b>	<b>ZONE « CÉVENNES » .....</b>	<b>180</b>
<b>7.2</b>	<b>ZONE « PIÉMONT » .....</b>	<b>183</b>
<b>7.3</b>	<b>ZONE « ARDÈCHE-CÈZE » .....</b>	<b>185</b>
<b>7.4</b>	<b>ZONE « GARRIGUES » .....</b>	<b>187</b>
<b>7.5</b>	<b>ZONE « RHR HISTORIQUE » .....</b>	<b>191</b>
<b>7.6</b>	<b>APPROCHE COÛTS - BÉNÉFICES POUR LES ZONES ARDÈCHE-CÈZE ET GARRIGUES .....</b>	<b>195</b>

<b>8</b>	<b>QUELLE STRATÉGIE EAU ET CLIMAT 3.0 POUR 2050 ?</b> .....	<b>201</b>
8.1	DES SOLUTIONS EXISTENT SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE .....	201
8.2	QUELLE TRAJECTOIRE POUR LE SCÉNARIO OPPORTUNISTE ?.....	205
8.3	QUELLE TRAJECTOIRE POUR LE SCÉNARIO RECONQUÊTE ?.....	206
<b>ANNEXES</b> .....		<b>209</b>
Annexe 1.	Liste des acteurs contactés dans le cadre des phases 3-4-5.....	211
Annexe 2.	Benchmark sur la viticulture dans les « pays chauds » .....	216
Annexe 3.	Potentiel de mobilisation des eaux souterraines - Précisions .....	227
Annexe 4.	Méthode et hypothèses associées à la solution « Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du réseau hydraulique régional » .....	255

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Un découpage du département en quatre sous-territoires cohérents.....	4
Figure 2 : Évolution de la SAU totale du Gard.....	10
Figure 3 : Évolution des surfaces en vignes dans le Gard.....	11
Figure 4 : Périmètre des appellations d'origine contrôlées du Gard – Vins.....	13
Figure 5 : Évolution des surfaces fruitières dans le Gard.....	14
Figure 6 : Évolution des Surfaces Toujours en Herbe dans le Gard.....	15
Figure 7 : Évolution des surfaces fourragères (fourrages annuels et prairies temporaires) dans le Gard.....	16
Figure 8 : Évolution des surfaces en jachères et en prairies temporaires dans le Gard.....	17
Figure 9 : Évolution des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux dans le Gard.....	17
Figure 10 : Évolution des surfaces légumières dans le Gard.....	18
Figure 11 : Projection de l'évolution des surfaces cultivées dans le Gard.....	19
Figure 12 : Synthèse des prévisions démographiques (Le monde agricole en tendances).....	21
Figure 13 : Nombre d'exploitations agricoles par commune (RGA 1970).....	23
Figure 14 : Nombre d'exploitations agricoles par commune (RGA 2010).....	23
Figure 15 : Évolutions passées du nombre d'exploitations agricoles dans le Gard.....	24
Figure 16 : Emplois agricoles par commune en UTA/an (RGA 1970).....	24
Figure 17 : Emplois agricoles par commune en UTA/an (RGA 2010).....	24
Figure 18 : Évolutions passées du nombre d'emplois agricoles dans le Gard.....	25
Figure 19 : Évolution de la population du Gard (1876-2015).....	26
Figure 20 : Détails des surfaces artificialisées dans le Gard.....	27
Figure 21 : Évolution des surfaces artificialisées dans le Gard (1990-2018).....	28
Figure 22 : Nombre d'incendies et surfaces brûlées par an dans le Gard (1973-2019).....	29
Figure 23 : La forêt et le risque incendie dans le Gard.....	30
Figure 24 : Vision globale du niveau d'accès actuel à l'irrigation de la vigne par grande zone viticole.....	43
Figure 25 : Volumes récoltés et chiffre d'affaire sur les dix dernières années dans le Gard.....	52
Figure 26 : Évolution du cours du vin dans le Gard (en € constants/hL).....	53
Figure 27 : Comparaison du chiffre d'affaire réel et théorique (à prix fixes).....	54
Figure 28 : Cotation du vin selon le type de produit.....	54
Figure 29 : Rendements actuels (« références ») et hypothèses d'évolutions en année moyenne et en année sèche.....	55
Figure 30 : Chiffre d'affaire annuel moyen de la viticulture gardoise (référence et futurs possibles).....	56
Figure 31 : Répartition des effets associés à la mise en place de l'irrigation sur le périmètre BRL.....	57
Figure 32 : Hypothèses et résultats de la modélisation socio-économique vigne (emplois).....	58
Figure 33 : Hypothèses de surfaces et d'irrigation retenues pour les deux scénarios.....	59
Figure 34 : Découpage du territoire gardois en quatre secteurs touristiques.....	60
Figure 35 : Caractérisation du profil touristique des différents secteurs.....	62
Figure 36 : Les premiers rangs d'une vigne peuvent servir de coupe-feu.....	64
Figure 37 : Impact de l'embroussaillage sur le risque incendie.....	65
Figure 38 : Évaluation des coûts préservés lors d'une intervention sur un incendie.....	66
Figure 39 : Localisation des zones viticoles définies dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 » à partir du RPG 2017.....	77
Figure 40 : Évolution possible du déficit quantitatif sur la Cèze à la station de Pont de Rivières dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource.....	83
Figure 41 : Évolution possible du déficit quantitatif sur le bassin des Gardons à la station de Ners dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource.....	86
Figure 42 : Représentation schématique des solutions d'adaptation à la parcelle.....	105
Figure 43 : Autres leviers d'adaptation de l'activité agricole.....	109
Figure 44 : Schéma des effets de l'imperméabilisation des sols en zone urbaine.....	115
Figure 45 : Aperçu du contraste entre cours d'eau avec/sans ripisylve et bandes enherbées.....	117
Figure 46 : Le RHR dans le Gard.....	123

Figure 47 : Évolution du nombre de contrats agricoles et des débits souscrits (RHR-Gard).....	125
Figure 48 : Taux d'utilisation des réseaux du RHR dans le Gard (tous usages confondus).....	129
Figure 49 : Aperçu du potentiel d'irrigation associé aux effluents de caves .....	132
Figure 50 : Localisation des stations d'épuration du Gard par rapport aux principales zones viticoles .....	135
Figure 51 : Calcul théorique de la surface en vigne irrigable à partir d'une STEP selon 2 cas de figure.....	138
Figure 52 : Aperçu du projet de REUT de la STEP de Roquefort des Corbières (Aude) pour l'irrigation de la vigne .....	141
Figure 53 : Schéma de principe d'un barrage souterrain.....	142
Figure 54 : Localisation des 3 barrages du Gard contribuant au soutien d'étiage et volume utile disponible potentiellement pour ce soutien .....	145
Figure 55 : Localisation de 4 barrages écrêteurs de crues du Gard et du lac des Pises (plan d'eau).....	148
Figure 56 : Opposition au projet de la Borie (1980-1992).....	151
Figure 57 : Visualisation de la notion de hauteur manométrique totale – Exemple sur la zone Garrigues .....	154
Figure 58 : Empreinte carbone de la consommation énergétique en fonctionnement pour les trois « grandes » solutions d'accès à l'eau .....	156
Figure 59 : Besoins potentiels pour une irrigation de 80% des surfaces en vigne actuellement non irriguées en 2050.....	159
Figure 60 : Carte de synthèse des capacités à irriguer la vigne à partir d'une mobilisation des eaux souterraines .....	161
Figure 61 : Aperçu de quelques retenues gardoises .....	166
Figure 62 : Hypothèses et chiffres clés associés à la solution « Retenue » .....	167
Figure 63 : Le RHR dans le Gard .....	169
Figure 64 : Carte « Option « Extensions structurantes » du RHR » .....	175
Figure 65 : Localisation des projets identifiés de densification et d'extension périphériques du RHR (2019) .....	193
Figure 66 : Principe de l'analyse Coûts-Bénéfices .....	196
Figure 67 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Opportuniste ».....	205
Figure 68 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Reconquête ».....	207
Figure 69 : Modèle conceptuel du système karstique urgonien.....	236

## LISTE DES TABLEAUX

Figure 1 : Un découpage du département en quatre sous-territoires cohérents.....	4
Figure 2 : Évolution de la SAU totale du Gard.....	10
Figure 3 : Évolution des surfaces en vignes dans le Gard.....	11
Figure 4 : Périmètre des appellations d'origine contrôlées du Gard – Vins .....	13
Figure 5 : Évolution des surfaces fruitières dans le Gard .....	14
Figure 6 : Évolution des Surfaces Toujours en Herbe dans le Gard.....	15
Figure 7 : Évolution des surfaces fourragères (fourrages annuels et prairies temporaires) dans le Gard .....	16
Figure 8 : Évolution des surfaces en jachères et en prairies temporaires dans le Gard .....	17
Figure 9 : Évolution des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux dans le Gard.....	17
Figure 10 : Évolution des surfaces légumières dans le Gard .....	18
Figure 11 : Projection de l'évolution des surfaces cultivées dans le Gard .....	19
Figure 12 : Synthèse des prévisions démographiques (Le monde agricole en tendances).....	21
Figure 13 : Nombre d'exploitations agricoles par commune (RGA 1970).....	23
Figure 14 : Nombre d'exploitations agricoles par commune (RGA 2010).....	23
Figure 15 : Évolutions passées du nombre d'exploitations agricoles dans le Gard .....	24
Figure 16 : Emplois agricoles par commune en UTA/an (RGA 1970) .....	24
Figure 17 : Emplois agricoles par commune en UTA/an (RGA 2010) .....	24
Figure 18 : Évolutions passées du nombre d'emplois agricoles dans le Gard.....	25
Figure 19 : Évolution de la population du Gard (1876-2015).....	26
Figure 20 : Détails des surfaces artificialisées dans le Gard .....	27
Figure 21 : Évolution des surfaces artificialisées dans le Gard (1990-2018).....	28
Figure 22 : Nombre d'incendies et surfaces brûlées par an dans le Gard (1973-2019).....	29
Figure 23 : La forêt et le risque incendie dans le Gard .....	30
Figure 24 : Vision globale du niveau d'accès actuel à l'irrigation de la vigne par grande zone viticole.....	43
Figure 25 : Volumes récoltés et chiffre d'affaire sur les dix dernières années dans le Gard .....	52
Figure 26 : Évolution du cours du vin dans le Gard (en € constants/hL) .....	53
Figure 27 : Comparaison du chiffre d'affaire réel et théorique (à prix fixes) .....	54
Figure 28 : Cotation du vin selon le type de produit.....	54

Figure 29 : Rendements actuels (« références ») et hypothèses d'évolutions en année moyenne et en année sèche .....	55
Figure 30 : Chiffre d'affaire annuel moyen de la viticulture gardoise (référence et futurs possibles) .....	56
Figure 31 : Répartition des effets associés à la mise en place de l'irrigation sur le périmètre BRL .....	57
Figure 32 : Hypothèses et résultats de la modélisation socio-économique vigne (emplois) .....	58
Figure 33 : Hypothèses de surfaces et d'irrigation retenues pour les deux scénarios .....	59
Figure 34 : Découpage du territoire gardois en quatre secteurs touristiques .....	60
Figure 35 : Caractérisation du profil touristique des différents secteurs .....	62
Figure 36 : Les premiers rangs d'une vigne peuvent servir de coupe-feu .....	64
Figure 37 : Impact de l'embroussaillage sur le risque incendie .....	65
Figure 38 : Évaluation des coûts préservés lors d'une intervention sur un incendie.....	66
Figure 39 : Localisation des zones viticoles définies dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 » à partir du RPG 2017 .....	77
Figure 40 : Évolution possible du déficit quantitatif sur la Cèze à la station de Pont de Rivières dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource .....	83
Figure 41 : Évolution possible du déficit quantitatif sur le bassin des Gardons à la station de Ners dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource .....	86
Figure 42 : Représentation schématique des solutions d'adaptation à la parcelle .....	105
Figure 43 : Autres leviers d'adaptation de l'activité agricole .....	109
Figure 44 : Schéma des effets de l'imperméabilisation des sols en zone urbaine .....	115
Figure 45 : Aperçu du contraste entre cours d'eau avec/sans ripisylve et bandes enherbées .....	117
Figure 46 : Le RHR dans le Gard .....	123
Figure 47 : Évolution du nombre de contrats agricoles et des débits souscrits (RHR-Gard) .....	125
Figure 48 : Taux d'utilisation des réseaux du RHR dans le Gard (tous usages confondus) .....	129
Figure 49 : Aperçu du potentiel d'irrigation associé aux effluents de caves .....	132
Figure 50 : Localisation des stations d'épuration du Gard par rapport aux principales zones viticoles .....	135
Figure 51 : Calcul théorique de la surface en vigne irrigable à partir d'une STEP selon 2 cas de figure .....	138
Figure 52 : Aperçu du projet de REUT de la STEP de Roquefort des Corbières (Aude) pour l'irrigation de la vigne .....	141
Figure 53 : Schéma de principe d'un barrage souterrain .....	142
Figure 54 : Localisation des 3 barrages du Gard contribuant au soutien d'étiage et volume utile disponible potentiellement pour ce soutien .....	145
Figure 55 : Localisation de 4 barrages écrêteurs de crues du Gard et du lac des Pises (plan d'eau) .....	148
Figure 56 : Opposition au projet de la Borie (1980-1992) .....	151
Figure 57 : Visualisation de la notion de hauteur manométrique totale – Exemple sur la zone Garrigues .....	154
Figure 58 : Empreinte carbone de la consommation énergétique en fonctionnement pour les trois « grandes » solutions d'accès à l'eau .....	156
Figure 59 : Besoins potentiels pour une irrigation de 80% des surfaces en vigne actuellement non irriguées en 2050 .....	159
Figure 60 : Carte de synthèse des capacités à irriguer la vigne à partir d'une mobilisation des eaux souterraines .....	161
Figure 61 : Aperçu de quelques retenues gardoises .....	166
Figure 62 : Hypothèses et chiffres clés associés à la solution « Retenue » .....	167
Figure 63 : Le RHR dans le Gard .....	169
Figure 64 : Carte « Option « Extensions structurantes » du RHR » .....	175
Figure 65 : Localisation des projets identifiés de densification et d'extension périphériques du RHR (2019) .....	193
Figure 66 : Principe de l'analyse Coûts-Bénéfices .....	196
Figure 67 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Opportuniste » .....	205
Figure 68 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Reconquête » .....	207
Figure 69 : Modèle conceptuel du système karstique urgonien.....	236

# PRÉAMBULE

« Eau et climat 3.0 : Préparons l'avenir » est une étude commanditée par le Département du Gard et cofinancée par la Région Occitanie et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. Son objectif est l'élaboration d'une stratégie départementale de gestion de la ressource en eau face au changement climatique. Cette étude a été confiée à BRL ingénierie, bureau d'étude gardois spécialisé dans les domaines liés à l'eau, à l'environnement et à l'aménagement du territoire, en partenariat avec Hydrofisis, bureau d'étude spécialisé en gestion des eaux souterraines.

Elle a débuté en décembre 2018 et s'étendra jusqu'en juillet 2020.

Sa réalisation se découpe en cinq phases :

- Les deux premières, visaient à établir un diagnostic partagé des ressources en eau et des usages, en intégrant conséquences du changement climatique et évolutions socio-économiques.
- Les trois suivantes, objet du présent rapport, concernent :
  - L'identification et l'analyse socio-économique de scénarios « Eau et climat » possibles à l'horizon 2050 ;
  - La caractérisation et l'étude de solutions, certaines « classiques » et d'autres plus novatrices, qui pourraient permettre de répondre aux enjeux mis en évidence et d'atteindre les objectifs associés aux scénarios ;
  - La proposition d'une stratégie départementale fondée sur un scénario co-construit par les acteurs locaux et un mix de solutions, priorisées en intégrant des aspects-socioéconomiques et les spécificités des territoires. Des projets démonstrateurs seront identifiés dans ce cadre.

Des Cévennes à la Camargue, le département du Gard connaît en effet des situations très diverses en termes de climat, d'hydrologie superficielle et souterraine, de dynamique démographique, d'agriculture, de tourisme, d'équipements hydrauliques, de rapport historique à l'eau ... L'étude vise à cerner plus précisément la vulnérabilité de ces différents territoires et à garantir durablement leur accès à une ressource de qualité, pour des usages de l'eau respectueux de l'environnement.



2

---

« Nous avons à vivre non point dans un monde nouveau dont il serait possible au moins de faire la description, mais dans un monde mobile, c'est-à-dire que le concept d'adaptation doit être généralisé pour rester applicable à nos sociétés en accélération ».

Gaston Berger, *Éducation et prospective*.



# 1 EAU ET CLIMAT 3.0 : DU DIAGNOSTIC AU POSITIONNEMENT STRATÉGIQUE

## 1.1 RAPPEL DE LA DÉMARCHE

### OBJECTIF GLOBAL

La présente étude est issue d'une volonté politique partagée de conduire une démarche prospective ambitieuse sur deux sujets très liés, le climat et les ressources en eau. Les partenaires et initiateurs de cette entreprise sont l'État, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, la Région Occitanie et le Département du Gard.

À travers « Eau et climat 3.0 », le Département du Gard s'engage à garantir durablement un accès à une ressource de qualité pour des usages de l'eau respectueux de l'environnement, dans un contexte de changement climatique.

Initiée fin 2018, l'étude se veut orientée vers l'action. Il s'agit de proposer, en un peu plus d'une année, une stratégie et des solutions très opérationnelles pour accompagner le changement à l'échelle du département et des territoires qui le composent :

- Mieux se représenter le changement climatique (rétrospective et prospective à long terme) et ses conséquences locales sur les usages et les ressources en eau ;
- Proposer des scénarios et des solutions qui répondent aux attentes et enjeux locaux, s'inscrivant dans l'histoire des territoires ;
- Apporter des outils d'aide à la décision (analyses socio-économique) et accompagner le positionnement stratégique vers un véritable projet d'aménagement du territoire.

Tous les usages de l'eau sont considérés dans cette étude : eau potable, irrigation, tourisme (dont baignade), industrie, milieux naturels.

### PÉRIMÈTRE DU SCHÉMA

#### Périmètre temporel

La définition du schéma cible deux horizons de temps :



- Un horizon proche (2030-2050), pour lequel l'étude vise à définir finement les évolutions climatiques et socio-économique prévisibles, leurs impacts sur la ressource disponible et les besoins en eau, ainsi que les mesures d'adaptations opérationnelles à mettre en œuvre pour atténuer la vulnérabilité des territoires.
- Un horizon plus lointain (2070-2100), à l'échelle duquel il s'agit davantage de dégager des trajectoires d'évolution possibles et d'apporter un éclairage sur les scénarios d'intervention à envisager pour éviter les maladaptations, au regard des fortes incertitudes associées.



#### Périmètre géographique

Le schéma est centré sur le département du Gard. D'un point de vue hydrologique, les bassins de l'Ardèche et de la Dourbie sont exclus du périmètre de l'étude. Les ressources en eau en marge du territoire (Rhône, Ardèche, Dourbie...) seront cependant prises en compte pour l'identification de solutions.

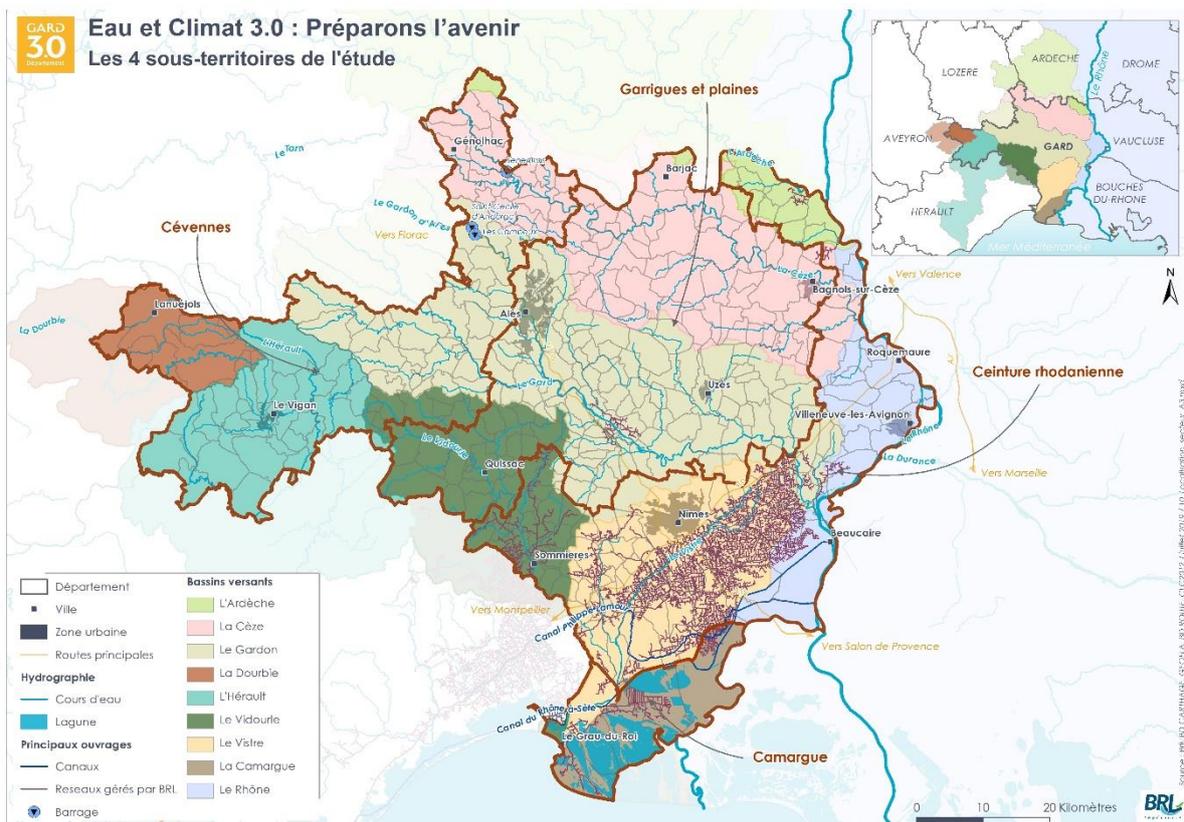


L'approche retenue tient compte des spécificités de sous-territoires cohérents au sein du département. Afin d'affiner l'établissement du diagnostic, puis la recherche de solutions adaptées aux enjeux locaux, le Gard a été découpé en 4 sous-territoires cohérents :

- Les **Cévennes**, territoire de moyenne-montagne occupant la partie amont du département du Gard et rassemblant les têtes de bassins versants.
- Les **Garrigues et plaines**, vaste quadrilatère qui s'étend des Costières, au sud-est, jusqu'aux Cévennes, au nord-ouest ; entre Nîmes et Alès d'une part et les gorges de l'Ardèche et Sommières d'autre part.
- La **Ceinture rhodanienne**, qui rassemble les Costières, le Gard rhodanien et plus largement les secteurs ayant accès à l'eau du Rhône et de l'Ardèche. Ce territoire intègre notamment l'agglomération de Nîmes et remonte à l'ouest jusqu'au Nord Sommiérois, desservi par le RHR (Réseau Hydraulique Régional).
- La **Camargue**, à l'extrême sud du département, constitue un cas à part. Il s'agit, à l'ouest du delta actuel du Rhône, d'une zone anciennement occupée par des bras disparus du Rhône. S'y succèdent basses plaines, étangs, cordons littoraux, anciens bras du fleuve et zones marécageuses (certaines asséchées et mises en culture).

La carte suivante rappelle le découpage retenu (justification présentée au chapitre 1.2.2 du diagnostic Eau et climat 3.0).

Figure 1 : Un découpage du département en quatre sous-territoires cohérents





## 1.2 OBJECTIF DES PHASES « SCÉNARIOS ET STRATÉGIE »

Les phases 3, 4 et 5 de l'étude visent à :

- Définir un niveau d'ambition partagé à l'échelle du département pour s'adapter aux changements attendus (tendances structurelles socio-économiques et changements climatiques),
- Le décliner en actions ou pistes d'actions selon le niveau de maturité des solutions proposées.

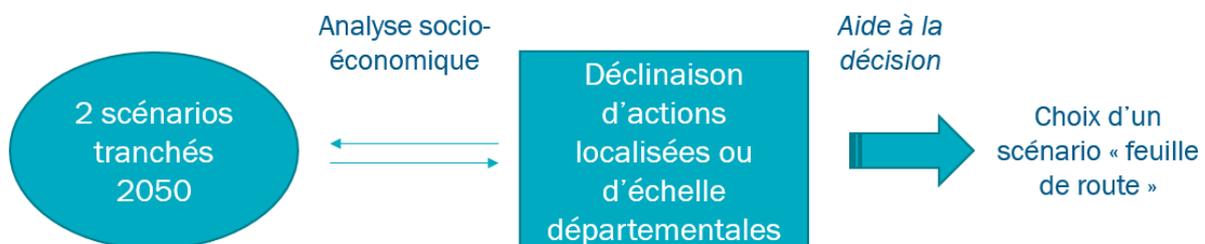
Pour cela, le processus mis en place s'appuie sur :

- La co-construction de deux scénarios tranchés d'ambition croissance, futurs possibles « Eau et climat » pour le Gard 2050 ;
- L'étude, en parallèle, de solutions d'adaptation à l'échelle du Gard et/ou de zones à enjeux localisées ;
- Une analyse socio-économique qui vise à consolider les scénarios et proposer un outil d'aide au choix d'un scénario « feuille de route » pour le département.

Les deux scénarios proposés se caractérisent par :

- Un niveau d'ambition et d'intervention des politiques publiques différent ;
- Une vision durable à court et moyen-long termes ;
- Leur caractère raisonnable, acceptable et plausible (absence de scénario « repoussoir »).

La définition et l'analyse des 2 scénarios retenus doivent permettre de se représenter les changements possibles sur le département et les territoires locaux en fonction de la stratégie retenue. Un scénario « feuille de route » sera ensuite co-construit par les acteurs locaux.





## 1.3 LIMITES DE L'EXERCICE

La démarche présentée ci-avant a été réalisée dans un calendrier très contraint (16 mois pour l'ensemble de l'étude, 6 mois pour les phases « stratégie-solutions »). Ces délais n'ont pas permis de mettre en place une réelle démarche prospective, qui nécessite de nombreuses réunions de concertation et un temps d'assimilation et de réflexion entre les différentes étapes. Ils se sont également révélés contraignants en matière de remontée des données disponibles au regard de l'étendue thématique et temporelle de l'étude. Il faut cependant souligner l'implication de la majorité des acteurs du territoire qui a permis des échanges riches et fructueux et la co-construction d'une stratégie partagée pour le Gard.

L'échelle de l'étude et sa vocation ne permettent pas non plus de rentrer dans le détail de chaque sujet. Nous proposons des éléments de réponse aux grandes interrogations identifiées au cours de l'étude et fournissons des ordres de grandeur :

- Toutes les projections effectuées dans ce rapport l'ont été à partir des données disponibles dans le calendrier du projet et dans une approche macro pour caractériser des tendances et des futurs possibles à des horizons lointains (10 à 80 ans). Les chiffres considérés visent à permettre la comparaison de scénarios : les valeurs ne sont donc pas à considérer comme des informations précises.
- Des ordres de grandeur sont proposés dans la mesure du possible pour les solutions étudiées : il s'agit de fourchettes ou de moyennes fournies comme éléments d'aide à la décision pour permettre la comparaison d'options et/ou mettre en regard les coûts et les bénéfices. Ces coûts ont été établis sur la base de coûts d'ordre et n'ont pas fait l'objet d'études détaillées. Ils ne valent pas évaluation financière et devront être précisés le cas échéant dans des études ultérieures dédiées.

L'étude « Eau et climat 3.0 » remplit ainsi sa mission première : elle contribue à initier un changement pour s'adapter aux évolutions socio-économiques et climatiques à l'œuvre, et fournit des éléments d'aide à la décision à l'échelle stratégique. Différents sujets devront cependant être approfondis dans les prochaines années pour maintenir la mobilisation des acteurs, évaluer l'opportunité et la faisabilité des solutions envisagées, et accompagner la mise en œuvre opérationnelle des solutions finalement retenues.



## 2 DANS QUEL CONTEXTE POURRAIT S'INSCRIRE LE GARD EN 2050 ?

Le Gard de 2050 s'inscrira dans un contexte global (mondial, européen et français) qui aura évolué par rapport à aujourd'hui. Ces évolutions, pour majeure partie indépendantes des choix qui seront faits au niveau local, conditionneront dans une certaine mesure les futurs possibles du territoire.

### 2.1 QUELLES HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION DU CLIMAT ET QUELLES CONSÉQUENCES LOCALEMENT ?

Les chapitres 2 et 3 du rapport de diagnostic « Eau et climat 3.0 » présentent de manière détaillée la rétrospective et la prospective climatique, ainsi que leurs conséquences possibles sur les ressources en eau et le territoire. Les paragraphes suivants rappellent les grandes tendances et les hypothèses retenues mais il convient pour davantage de précisions de se référer directement au diagnostic.

#### *Température : un réchauffement démarré depuis 1980... et qui va se poursuivre*



L'ensemble des modèles climatiques s'accordent sur la poursuite du réchauffement dans le Gard au cours du siècle prochain. La saison estivale connaîtra les plus fortes augmentations de températures. Le niveau de réchauffement atteint sera dépendant du niveau d'émission globale de gaz à effet de serre (GES) au cours des prochaines décennies. À l'horizon milieu de siècle, l'augmentation sera pratiquement semblable quel que soit le scénario d'émission considéré.

Au niveau mondial, et au regard de l'avancée actuelle des échanges internationaux sur le climat (absence d'engagements concrets des principaux pays émetteurs), une poursuite de la hausse marquée des émissions apparaît probable (scénario RCP 8.5).

**Hypothèse retenue (pessimiste) : augmentation de la température moyenne du Gard d'environ +0,5 °C par décennie. Ceci représente +1.5 °C entre aujourd'hui et 2050 et + 4°C entre aujourd'hui et 2100.**

#### *Précipitations : de fortes incertitudes sur leur devenir*



Les projections climatiques concernant les précipitations ne sont pas univoques et peuvent même prévoir des tendances opposées d'évolution. Néanmoins, **il est estimé que le cumul annuel des précipitations du Gard pourrait ne pas connaître d'évolution significative aux horizons milieu de siècle et fin de siècle.**

À l'horizon milieu de siècle, même si certains modèles prévoient une évolution importante de la répartition des pluies dans l'année, **il n'est pas possible d'établir de manière consensuelle une tendance d'évolution de la répartition des pluies.**

À l'horizon fin de siècle, **il est possible que les précipitations sur la période estivale diminuent et que celles sur la période hivernale augmentent.**

**Hypothèse retenue (scénario pessimiste) : baisse des précipitations estivales et augmentation des précipitations automnales et hivernales (évolutions non quantifiables)**



### **ETP et déficit hydrique : une augmentation liée notamment à l'augmentation des températures**



Les projections climatiques nous indiquent une poursuite de l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP). Pour rappel, cet indicateur intègre uniquement des paramètres climatiques tels que la température, la quantité de rayonnement, l'humidité de l'atmosphère ou encore la vitesse du vent. L'augmentation constatée de l'ETP est principalement due à la hausse des températures (cf. points précédents).

C'est un indicateur important d'un point de vue agronomique, car les besoins en eau des cultures augmentent avec l'augmentation de l'ETP. L'aridification du climat gardois et l'aggravation des déficits hydriques (ETP-P) sont également à anticiper du fait de l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle et de la possible diminution des précipitations en période estivale.

#### Hypothèse retenue (scénario pessimiste) :

- **Augmentation du cumul annuel d'évapotranspiration** (évolutions difficilement quantifiables, qui pourraient atteindre +30 mm à l'horizon milieu de siècle et +125 mm à l'horizon fin de siècle par rapport à la situation actuelle).
- **Aggravation du déficit hydrique climatique** (ETP-P) sur la période estivale, provoquant une aridification du climat gardois.

### **Ressources en eau : des baisses des débits des cours d'eau et de la recharge des nappes à anticiper (non quantifiables)**



Le travail de modélisation et de projection des débits futurs des cours d'eau dans le Gard a permis d'établir les grandes tendances d'évolutions possibles. À savoir, **une baisse généralisée des débits, baisse plus prononcée au cours des mois d'été, ainsi qu'une augmentation de l'intensité, de la fréquence et de la durée des épisodes d'étiages**. Les valeurs chiffrées sont très incertaines mais la baisse pourrait, selon certains scénarios, dépasser 50% à l'étiage à l'horizon 2100.

En ce qui concerne le débit du Rhône, l'étude 2012-2014 de gestion quantitative de gestion du fleuve Rhône à l'étiage portée par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a fixé l'hypothèse d'une **baisse des débits du Rhône de -30 % à l'étiage à l'horizon 2060** (incertitudes très importantes également)<sup>1</sup>.

Les ressources souterraines pourraient également être fortement impactées par le changement climatique et en particulier les plus vulnérables :

- Les alluvions de la Vistrenque et des Costières ainsi que les molasses de Sommières (tendances piézométriques à la baisse sur le long terme et forte dépendance à une éventuelle baisse des précipitations efficaces sur leur impluvium) ;
- Les ressources karstiques, qui dépendent doublement d'une éventuelle diminution de la pluie efficace :
  - Baisse de la pluie efficace sur les contreforts cévenols qui se traduira par une diminution du débit des cours d'eau au droit des zones de pertes.
  - Baisse de la pluie efficace sur les impluviums qui se traduira par une diminution de la recharge par infiltration des eaux de pluie.

<sup>1</sup> Étude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage - Principaux résultats (BRLi, 2014)



Hypothèses retenues (scénario pessimiste) :

- **Baisse des débits des cours d'eau locaux en étiage** (valeurs très incertaines, la baisse pourrait dépasser 50 % à l'étiage à l'horizon 2100 par rapport à aujourd'hui) ;
- **Baisse des débits du Rhône** (hypothèse de -30 % à l'étiage à l'horizon 2060) ;
- **Baisse des niveaux de recharge des nappes** (les incertitudes, notamment quant à l'évolution des précipitations, ne permettent pas chiffrer cette baisse).

*Une hausse du niveau des mers*



Les estimations futures, issues d'analyses à l'échelle globale et avec des modèles climatiques ou semi-empiriques, produisent des estimations d'élévation du niveau marin comprises entre 1 et 10 mm/an pour l'ex-Région Languedoc-Roussillon<sup>2</sup>.

Hypothèse retenue (scénario pessimiste) : hausse du niveau de la mer de +1m à l'horizon 2100 par rapport à aujourd'hui au niveau de la Camargue.

## 2.2 QUELLES TENDANCES D'ÉVOLUTION STRUCTURELLES DU CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE ?

L'objectif de ce travail est d'identifier les grandes tendances socio-économiques déjà à l'œuvre sur le territoire gardois depuis plusieurs décennies concernant l'agriculture, la population ou encore l'occupation des sols. De cette façon, par un travail de prolongation des courbes, l'objectif est d'obtenir une image du Gard à l'horizon 2050 si les tendances d'évolution restent identiques.

Dans le contexte de l'étude « Eau et climat 3.0 », il s'agit notamment de faire ressortir les tendances structurelles « de fond » qui opèrent dans le Gard et qui ne sont pas nécessairement la conséquence d'une évolution du climat. Il n'est cependant pas possible d'isoler complètement l'effet du paramètre « changement climatique » de ce travail. En effet, le réchauffement climatique se manifeste réellement depuis les années 1980 et peut donc impacter dans une certaine mesure les tendances des quarante dernières années.

À l'horizon auquel nous travaillons, la fiabilité des projections est très faible au vu des incertitudes majeures qui s'appliquent aux facteurs étudiés. Dans ce contexte, la quantification précise des différents paramètres étudiés n'est pas à considérer de manière absolue : elle permet d'établir des ordres de grandeur utiles pour les travaux de projection et d'analyse socio-économique conduits dans la suite de l'étude.

Par ailleurs, cette analyse n'envisage pas les phénomènes de rupture qui pourraient apparaître dans les prochaines années ou décennies. La crise sanitaire en cours liée au COVID-19 pourrait par exemple induire une volonté renforcée de production de fruits et légumes pour la consommation locale.

<sup>2</sup> Dynamique des systèmes littoraux et des milieux marins côtiers - Zoom sur le littoral du Languedoc-Roussillon (dans le cadre du projet Explore 2070 - Eau et changement climatique) (BRGM, 2012)



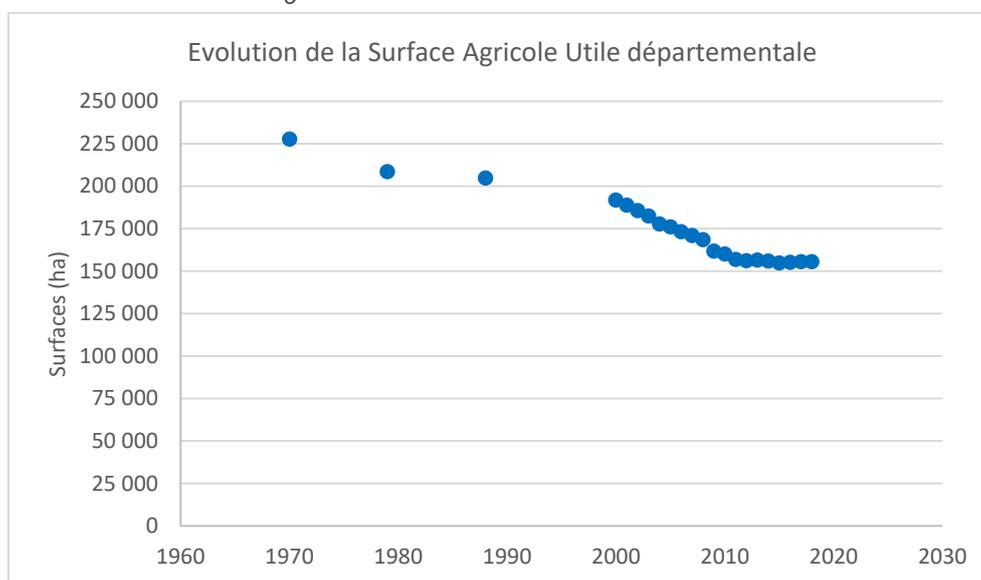
## 2.2.1 Une diminution globale des surfaces agricoles qui commence à se tasser, mais une évolution différente en fonction des cultures

Les informations statistiques agricoles à notre disposition nous permettent de remonter jusqu'à 1970 par le biais des recensements généraux agricoles (RGA) de 1970, 1977 et 1988. À partir de 2000, la statistique annuelle agricole (SAA) nous fournit des informations au pas de temps annuel.

### SURFACE AGRICOLE UTILE DÉPARTEMENTALE

La surface agricole utile (SAU) du Gard a diminué de près de 32% entre 1970 et 2018. Le taux annuel d'évolution de la SAU sur cette période est de - 0,8%. Néanmoins, cette diminution n'a pas été régulière sur l'ensemble de la période et a semblé évoluer par palier. Le graphique ci-dessous présente l'évolution de ces surfaces depuis 1970 à partir des données disponibles.

Figure 2 : Évolution de la SAU totale du Gard



Source : RGA et SAA (Agreste)

	1970	1978	1988	2000	2010	2018
<b>SAU (ha)</b>	228 000	209 000	205 000	192 000	160 000	155 555
<b>Taux annuel d'évolution</b>		- 1,1 %	- 0,2 %	- 0,6 %	- 1,8 %	- 0,4 %

Après une diminution forte mais irrégulière des surfaces agricoles depuis 1970, l'évolution de la SAU départementale semble connaître un phénomène de tassement depuis 2010. Les surfaces agricoles pourraient continuer à s'éroder légèrement en lien avec différents facteurs (abandon de cultures peu rentables, vieillissement et non-remplacement des actifs agricoles, etc.).

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Taux annuel d'évolution égal à - 0,2%, correspondant au taux observé entre les années 2011 et 2018.

Les projections sont synthétisées dans le tableau ci-dessous. La surface agricole utile départementale pourrait être de l'ordre de 146 000 ha en 2050.

	2018	PROJECTION 2030	PROJECTION 2050
<b>SAU (ha)</b>	155 555	152 000	146 000



## SURFACES AGRICOLES PAR CULTURE

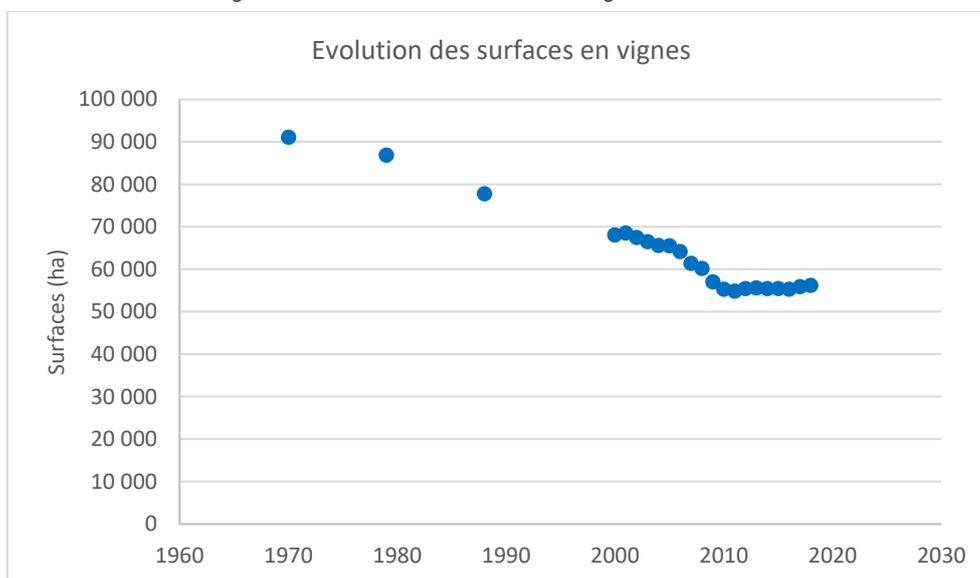
Pour la vigne, les cultures fruitières et les surfaces toujours en herbe (STH), il a été possible de mener cette analyse en incluant les résultats des recensements agricoles depuis 1970. Les autres cultures ne possédant pas une classification homogène entre RGA et SAA, nous nous sommes basés uniquement sur les données postérieures à 2000.

La présentation synthétique des surfaces par culture aux horizons 2030 et 2050 est présentée après avoir fait un zoom sur les tendances pour chacune des cultures.

### Vignes

Les surfaces en vignes dans le département ont diminué d'environ 38 % sur la période 1970-2018, ce qui représente un taux annuel d'évolution de près de 1 %.

Figure 3 : Évolution des surfaces en vignes dans le Gard



Source : RGA et SAA (Agreste)

	1970	1978	1988	2000	2010	2018
<b>Surfaces (ha)</b>	91 075	86 869	77 734	68 048	55 294	56 186
<b>Taux annuel d'évolution</b>		- 0,6 %	- 1,1 %	- 1,1 %	- 2,1 %	+ 0,2 %

Cette diminution a également connu des paliers. Elle a été la plus forte entre 2000 et 2010, pendant la crise du secteur viticole (baisse des cours du vin, avec un pic de la crise en 2006-2007). Avec la fin des arrachages aidés en 2011, elle semble depuis connaître une stabilisation, voire une légère augmentation.

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Surfaces en vignes relativement stables par rapport à la situation actuelle.

NB : 56186 ha 2018 ci-dessus, 53000 ci-dessous et partout dans la suite



### Zoom sur la situation des appellations viticoles du Gard en 2018

En 2018, les 53 000 ha de vignes gardoises produisaient 3,2 Mhl de vin, selon la répartition suivante entre Appellation d'Origine Contrôlée (AOC)<sup>3</sup>, Indication Géographique Protégée (IGP) et Vins Sans Indication Géographique (VSIG) :

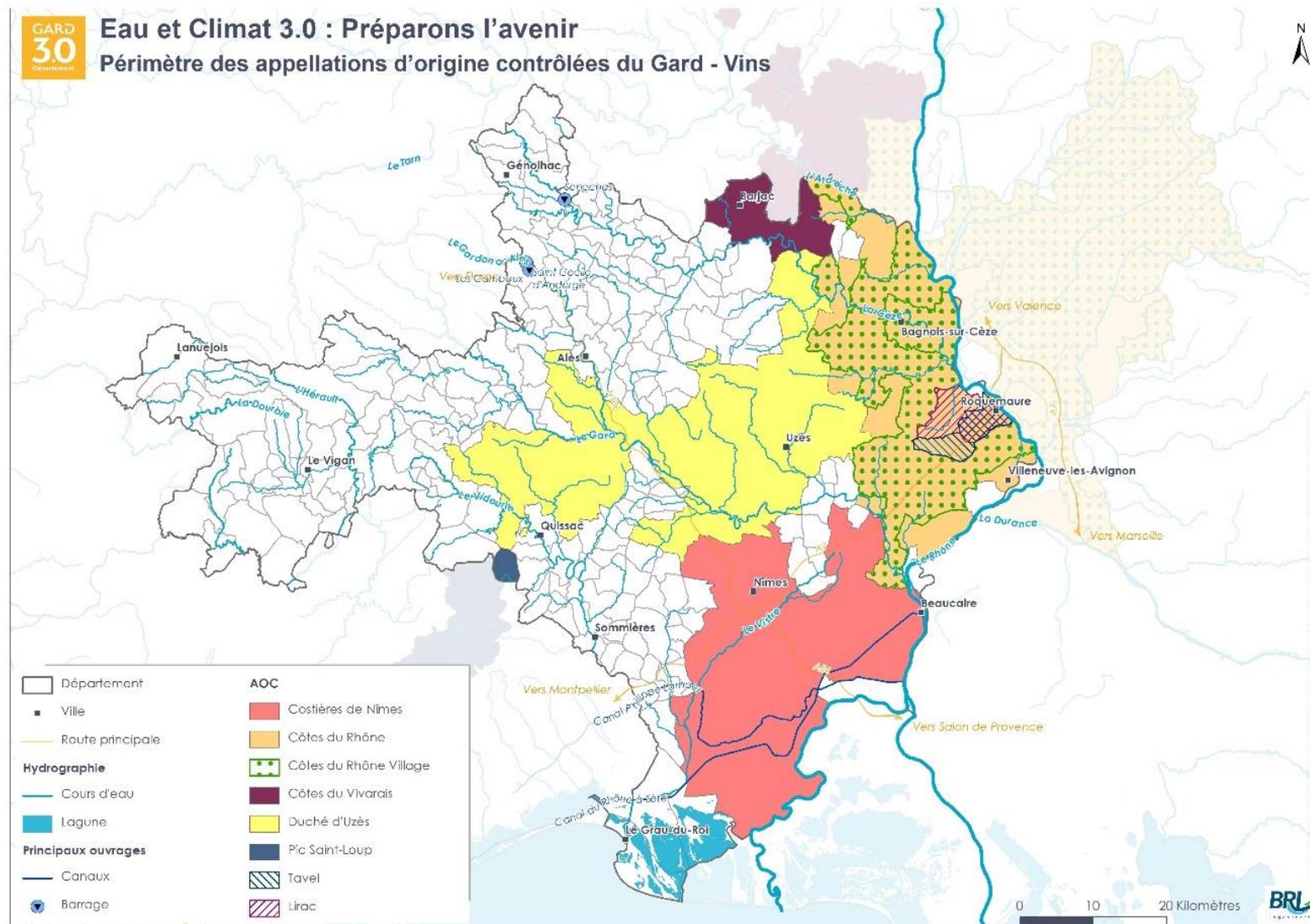
	AOC	IGP	VSIG
<b>Surfaces (ha)</b>	19 500 (37%)	31 500 (59%)	2 200 (4%)
<b>Volume (hL)</b>	888 000 (27%)	2 100 000 (65%)	255 000 (8%)
<b>Rendement moyen (hL/ha)</b>	46	67	116

Les AOC départementales sont représentées sur la carte ci-après à partir de données fournies par l'INAO.

<sup>3</sup> L'équivalent européen de l'AOC est l'Appellation d'Origine Protégée (AOP).



Figure 4 : Périmètre des appellations d'origine contrôlées du Gard – Vins

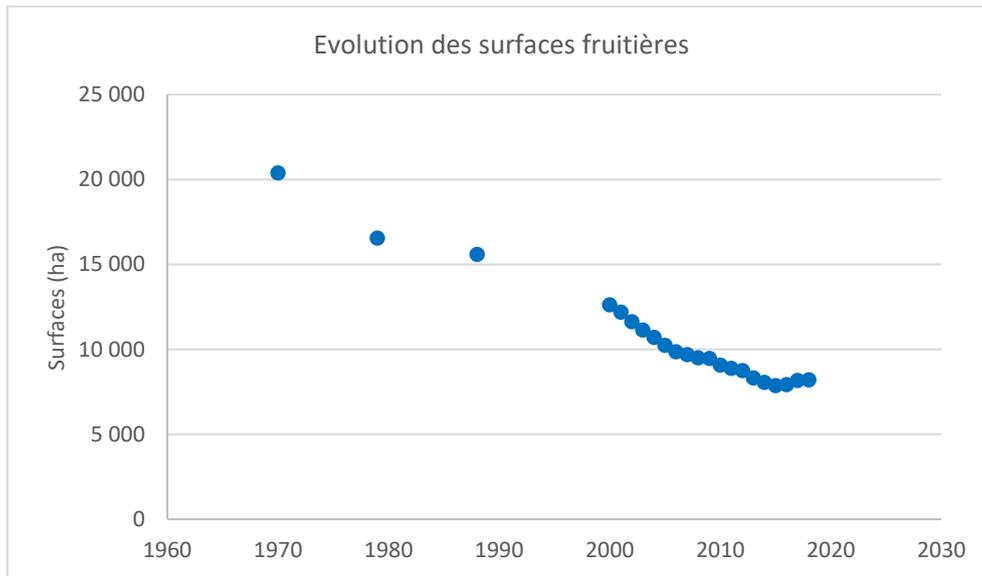




## Cultures fruitières

Les surfaces en verger ont connu une grande diminution dans le département du Gard avec une disparition d'environ 60% des surfaces entre 1970 et 2018 (expliquée par la concurrence d'autres pays producteurs comme l'Espagne ou l'Italie). Depuis 2000, ce sont principalement les cultures de pêcher qui ont connu la plus grande diminution de leurs surfaces. Depuis 2013, les surfaces semblent se stabiliser autour de 8 200 hectares.

Figure 5 : Évolution des surfaces fruitières dans le Gard



Source : RGA et SAA (Agreste)

	1970	1978	1988	2000	2010	2018
<b>Surfaces (ha)</b>	20 387	16 539	15 578	12 607	9 059	8 200
<b>Taux annuel d'évolution</b>		- 2,6 %	- 0,6 %	- 1,7 %	- 3,3 %	- 1,2 %

La production fruitière est impactée par différents facteurs extérieurs (marchés, climat, ravageurs, réglementation...) qui peuvent donner lieu à des fluctuations, parfois importantes, des surfaces difficilement anticipables.

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Légère diminution des surfaces en verger par rapport à la situation actuelle.

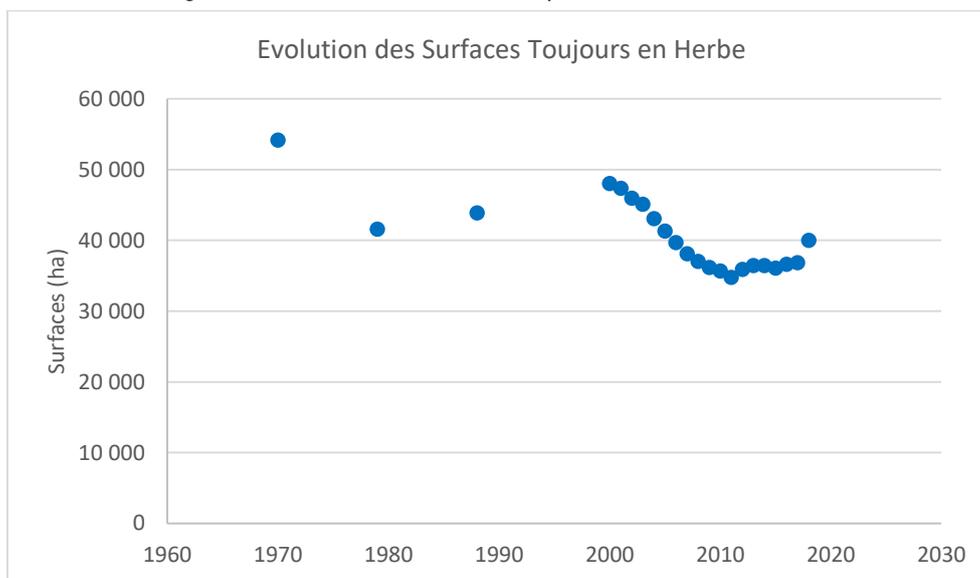


### Surfaces Toujours en Herbe (STH)

Sont définies comme STH les prairies permanentes destinées à la production de plantes fourragères herbacées vivaces. Elles peuvent être semées de longue durée (plus de six ans) ou naturelles (jamais renouvelées). Les surfaces considérées ici correspondent aux STH situées sur les exploitations agricoles. Concernant les STH hors exploitations, elles s'étendent sur environ 25 000 hectares en 2017, mais elles ne sont pas considérées dans la SAU totale départementale.

La Surface Toujours en Herbe des exploitations a diminué de près de 25% entre 1970 et 2018. Ces surfaces ont connu une diminution importante sur la première période entre 1970 et 1978 puis de nouveau entre 2000 et 2010. Depuis, elles semblent connaître une stabilisation voire une augmentation, même si les données de l'année 2018 restent pour l'instant provisoires.

Figure 6 : Évolution des Surfaces Toujours en Herbe dans le Gard



Source : RGA et SAA (Agreste)

	1970	1978	1988	2000	2010	2018
<b>Surfaces (ha)</b>	54 188	41 608	43 905	48 027	35 663	40 000
<b>Taux annuel d'évolution</b>		- 3,2 %	+ 0,5 %	+ 0,8 %	- 2,9 %	+ 1,4 %

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Surfaces Toujours en Herbe en légère augmentation par rapport à la situation actuelle.

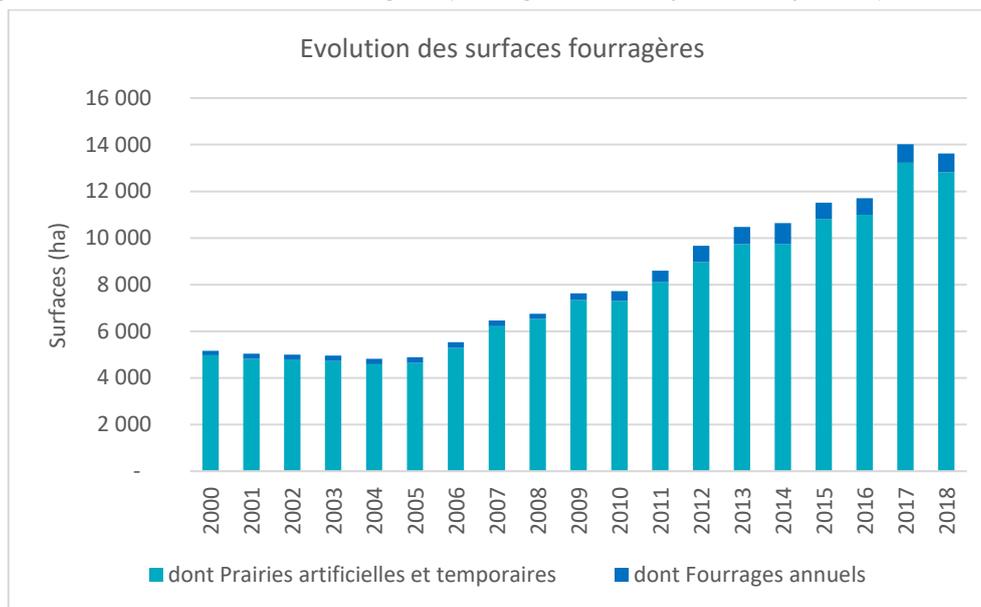


## Autres productions fourragères (fourrages annuels et prairies temporaires)

Les données disponibles sont celles de la Statistique Agricole Annuelle depuis 2000. Les productions fourragères représentent environ 13 600 ha en 2018 :

- Les surfaces en production de fourrages annuels (maïs, chou, colza, radis, sorgho, fourragers par exemple) représentent une faible surface à l'échelle départementale (810 ha en 2018) mais ont néanmoins connu une augmentation importante dans les dernières années (surfaces multipliées par quatre en 20 ans).
- Les surfaces en prairie temporaire, plus importantes (12 810 ha en 2018) ont également augmenté, en particulier à partir de 2005 (surfaces multipliées par 2,5 depuis 2000).

Figure 7 : Évolution des surfaces fourragères (fourrages annuels et prairies temporaires) dans le Gard



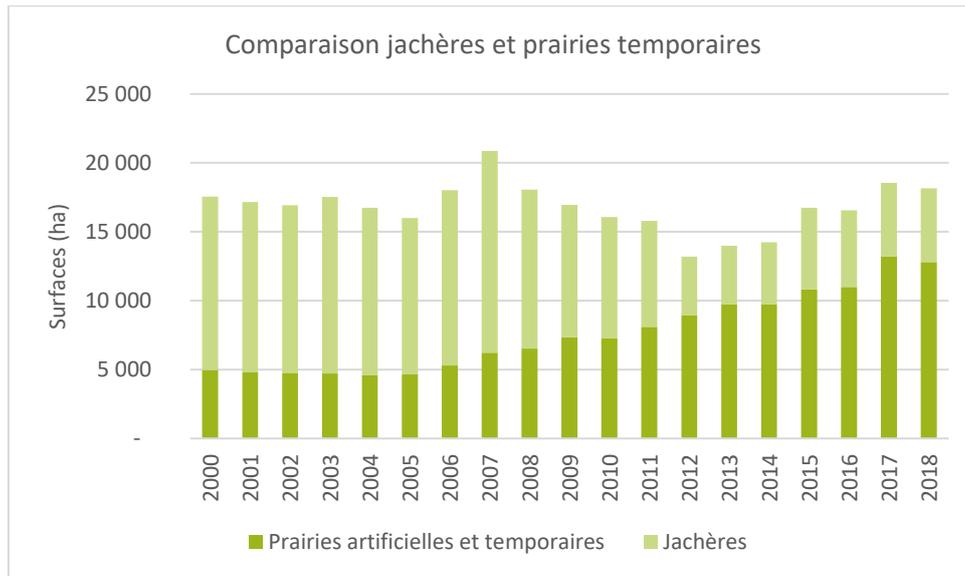
Source : SAA (Agreste)

L'augmentation des surfaces en prairies temporaires peut s'expliquer d'une part par l'abandon des surfaces en céréales qui deviennent pour moitié de la jachère et pour moitié de la prairie. Cette augmentation peut également s'expliquer par l'évolution de la réglementation qui exigeait jusqu'en 2008 la mise en jachère obligatoire de 10% des surfaces cultivées<sup>4</sup>. En comparant l'évolution des surfaces en jachères et en prairies temporaires, on remarque bien une correspondance entre l'évolution de l'un par rapport à l'autre.

<sup>4</sup> [https://lexpansion.lepress.fr/actualite-economique/l-ue-supprime-les-mises-en-jacheres-obligatoires\\_466853.html](https://lexpansion.lepress.fr/actualite-economique/l-ue-supprime-les-mises-en-jacheres-obligatoires_466853.html)



Figure 8 : Évolution des surfaces en jachères et en prairies temporaires dans le Gard



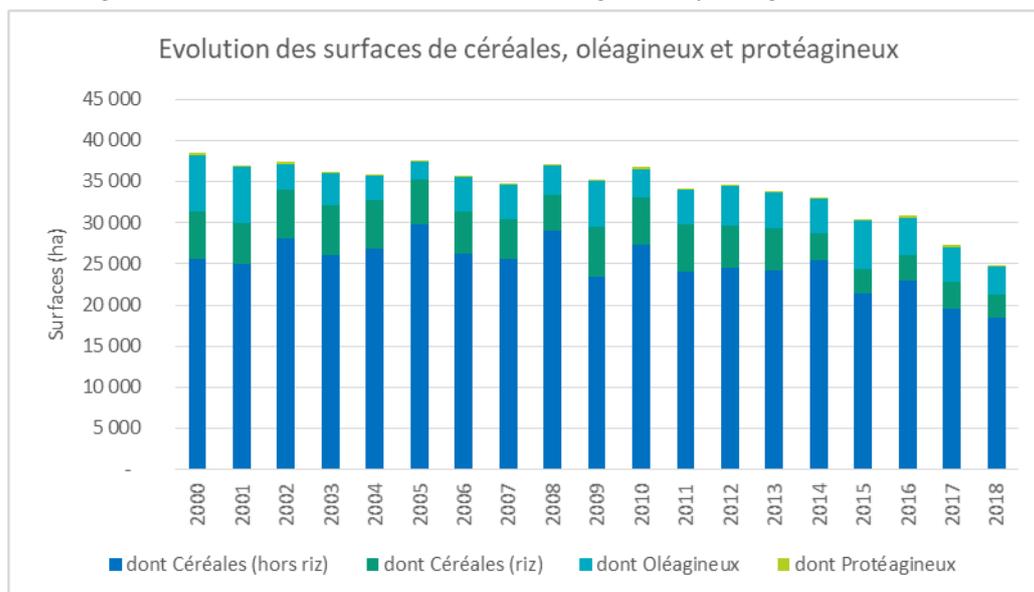
Source : SAA (Agreste)

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Surfaces fourragères en augmentation par rapport à la situation actuelle.

### Céréales, Oléagineux et Protéagineux

Dans le Gard, les surfaces en céréales concernent principalement le blé dur (13 500 ha en 2017) mais aussi le riz (3 000 ha), l'orge (2 000 ha) et le blé tendre (2 000 ha). Les oléagineux (4 000 ha en 2017) sont principalement représentés par le tournesol, le colza et le soja tandis que les protéagineux (300 ha) concernent le pois protéagineux et la féverole.

Figure 9 : Évolution des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux dans le Gard



Source : SAA (Agreste)



Les surfaces en céréales ont largement diminué, en particulier depuis 2010 (- 10 000 ha). Sur cette période le taux annuel d'évolution a été de - 5,4 %. Cette importante diminution peut être expliquée par la diminution de la rentabilité des cultures de céréales, principalement de blé dur, ainsi que par l'évolution des aides de la PAC. Les surfaces en oléagineux et protéagineux sont faibles et ont elles aussi diminuées.

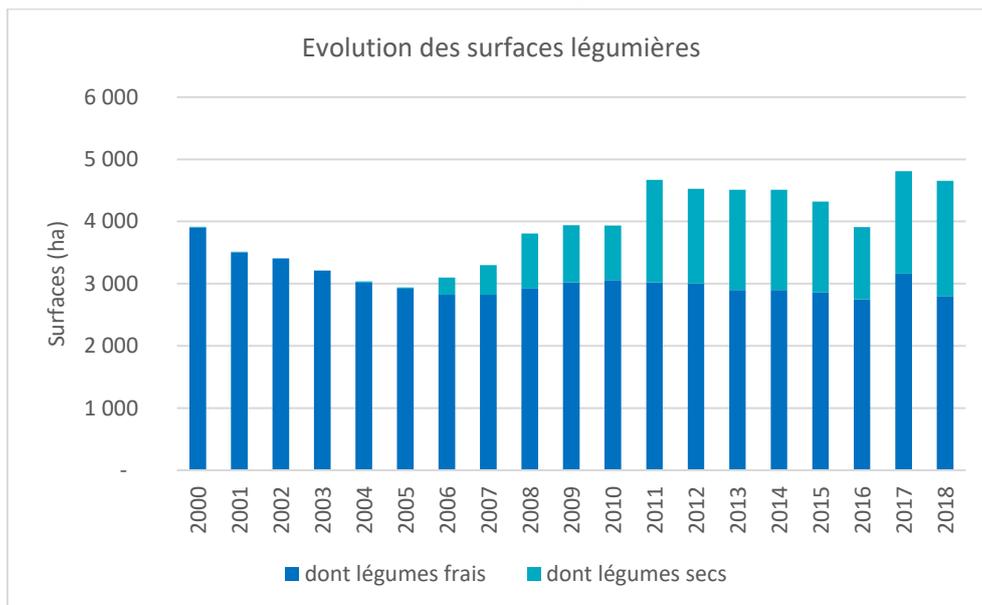
Certains facteurs extérieurs pourraient faire évoluer ces tendances de manière importante (en lien avec les marchés ou les aides de la politique agricole européenne ou régionale).

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Diminution importante des surfaces en céréales (hors riz), oléagineux et protéagineux par rapport à la situation actuelle. Stabilité des surfaces en riz (avec cependant une forte interrogation).

### Cultures légumières

Sont considérées comme cultures légumières les productions de légumes frais (principalement melons, courgettes, tomates, salades ou encore asperges) et de légumes secs (principalement pois chiches).

Figure 10 : Évolution des surfaces légumières dans le Gard



Source : SAA (Agreste)

Les surfaces en légumes frais ont connu une diminution jusqu'en 2006 puis se sont stabilisées autour des 3 000 hectares. Concernant les légumes secs on observe un développement significatif des surfaces à partir de 2006 pour atteindre près de 2 000 hectares en 2018.

**Hypothèse « Prolongation des courbes » horizon 2050 :** Surfaces en légumes frais en légère diminution et augmentation importante des surfaces en légumes secs par rapport à la situation actuelle.



**Synthèse de l'évolution des surfaces agricoles « par prolongation des courbes »**

Tableau 1 : Synthèse des projections des surfaces agricoles départementales

SURFACES (HA)	2018	PROJECTION 2030	PROJECTION 2050
Céréales, Oléagineux et Protéagineux (COP)	24 760	14 500	4 500
dont Céréales (hors riz)	18 500	9 800	1 300
dont riz	2 700	2 700	2 700
dont Oléagineux	3 400	1 900	500
dont Protéagineux	160	100	0
Vignes	53 000	51 000	48 000
Cultures fruitières	8 200	7 700	7 000
Cultures légumières	4 656	5 100	6 000
dont légumes frais	2 800	2 700	2 500
dont légumes secs	1 856	2 400	3 500
Fourrages et STH	53 620	62 000	69 000
dont Fourrages annuels	810	2 000	4 000
dont Prairies artificielles et temporaires	12 810	20 000	25 000
dont STH des exploitations	40 000	40 000	40 000
Autres	8 133	7 700	7 000
<b>SAU totale des exploitations</b>	<b>155 555</b>	<b>152 000</b>	<b>146 000</b>

Figure 11 : Projection de l'évolution des surfaces cultivées dans le Gard

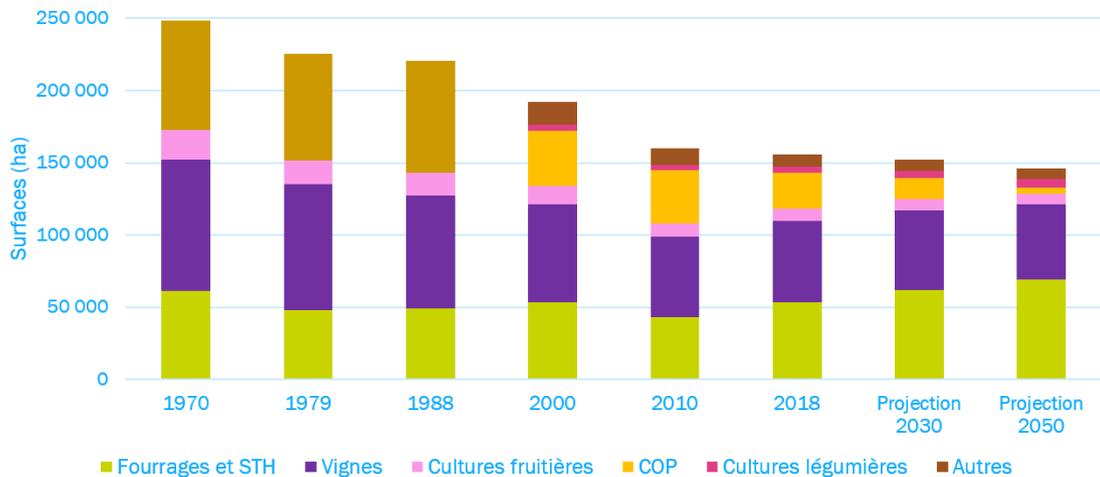


Tableau 2 : Tendances issues des projections des surfaces agricoles départementales

CULTURE	COP	VIGNES	CULTURES FRUITIÈRES	CULTURES LÉGUMIÈRES	FOURRAGES ET STH	AUTRES
Évolution 2010-2018	-4,8%	0,2%	-1,2%	2,1%	2,7%	-4,4%
Évolution 2018-2030	-4,4%	-0,2%	-0,5%	0,8%	1,2%	-0,5%
Évolution 2018-2050	-5,2%	-0,2%	-0,5%	0,8%	0,8%	-0,5%

Source : RGA et SAA (Agreste) et BRLi



## 2.2.2 Une baisse importante du nombre d'emplois et d'exploitations agricoles par le passé mais une projection précise difficile à établir

Un travail d'analyse bibliographique a été mené de manière à visualiser les résultats issus des travaux de prospective agricole déjà réalisés. Le Centre d'Études et de Prospective du Ministère de l'Agriculture a notamment publié en 2012 une synthèse des travaux de projection agricole à l'échelle nationale : *Le monde agricole en tendance : Un portrait social prospectif des agriculteurs*. Les principaux travaux de prospective, portant sur le nombre d'exploitations agricoles ou le nombre de chefs d'exploitation sont présentés dans le tableau de synthèse ci-après.

Le premier constat est l'horizon choisi dans la quasi-totalité des travaux référencés : aucun ne fait de projection globale au-delà de 2020 (+10 ans par rapport à la date de réalisation des travaux dans l'ensemble). À l'horizon auquel nous travaillons, 2030 ou 2050, la fiabilité des projections est très faible au vu des nombreux paramètres et des incertitudes majeures qui s'appliquent aux facteurs étudiés. Il est ainsi important de rappeler que le travail présenté ci-après vise uniquement à donner une vision du futur possible comme outil d'aide à la décision, à partir des données disponibles et tendances récentes (quantification très incertaine).

Les taux d'évolutions proposés dans ces différentes analyses sont de l'ordre de - 1,7 à - 2,7% par an concernant le nombre de chefs d'exploitation et de l'ordre de -1,7 à -1,9% par an concernant le nombre d'exploitations agricoles (hors analyses sur les exploitations laitières).



Figure 12 : Synthèse des prévisions démographiques (Le monde agricole en tendances)

	DATE DE LA PROJECTION	OBJECTIFS	CHAMP	PÉRIODE	SOURCES DONNÉES	MÉTHODE	POINT DE DÉPART	RÉSULTATS	VARIATION ANNUELLE MOYENNE
CCMSA/ DERS	2 <sup>e</sup> trimestre 2011	Préparation de la commission des comptes de la Sécurité sociale de septembre 2011, commission de compensation démographique entre les régimes de Sécurité sociale	Chefs d'exploitation à titre principal ou exclusif. Cotisants MSA (y compris paysagistes, entreprises de travaux agricoles et forestiers, etc.)	2002-2020	MSA	Modèle démographique	2002 : 573 115	2020 : 415 326	- 1,7 %
INRA (UMR1302 SMART), Rennes Laurent Piet	Février 2011	Impact des politiques publiques sur le nombre et la taille des exploitations	Exploitations professionnelles	2007-2020	RICA	Chaînes de Markov stationnaires	2007 : 326 000	2020 : - projection médiane : 258 680 (modèle estimé sur 1981-2007) - projection basse : 256 070 (modèle estimé sur 1985-2007) - projection haute : 262 220 (modèle estimé sur 1994-2007)	Projection médiane : - 1,8 % Projection basse : - 1,9 % Projection haute : - 1,7 %
CNASEA François Lefebvre	2009	Réactualisation de travaux lancés par J.-F. Ruas	Chefs d'exploitation au sens MSA	2006-2020	MSA	Modèle par composante avec estimation des installations par le foncier	2006 : 468 825	2020 : - projection centrale : 320 000 - variante haute : 365 000 - variante basse : 300 000	- 2,7 % - 1,8 % - 3,1 %
CAS-DARES	2007	Prévoir les besoins de recrutement consécutifs aux départs à la retraite des générations nombreuses du baby-boom	Famille professionnelle «Agriculteurs, sylviculteurs» (NB : manque maraîchers, agrégés avec jardiniers)	2005-2015	Enquêtes Emploi INSEE	En se basant sur des séries longues depuis 1982, ainsi que sur les tensions entre offres et demandes d'emploi enregistrées par l'ANPE, des hypothèses tendancielle de croissance ont été établies pour 18 domaines professionnels	2005 : 522 000	2015 : 475 000	- 0,9 %
Institut de l'élevage, département Économie Christophe Perrot	2009	Analyser et prévoir l'évolution de la restructuration dans le secteur laitier français	Exploitations laitières (toutes OTEX). Analyse similaire en cours pour les exploitations bovins viande	1990-2035	Enquêtes Structure de 1988 à 2007	Modèle démographique par composante sur la période 1990-2035 par pas de 5 ans. Avec effet de 2 hypothèses d'installation : stabilisation en nombre au niveau actuel (1 200) vs reconduction du taux actuel de remplacement des départs (1 sur 5)	2005 : 97 000	2035 : 20 000 2035 : 30 000	- 5,2 % - 3,8 %
Institut de l'élevage, département Économie Christophe Perrot	2009	Intégrer les principaux déterminants de la pérennité de la production laitière dans les exploitations. Analyser et prévoir les dynamiques régionales de plus en plus contrastées	Exploitations laitières (toutes OTEX). Analyse similaire en cours pour les exploitations bovins viande	2007-2014	Enquêtes Structure de 1988 à 2007	Régression logistique sur les années 2000 et 2007 basée sur différents facteurs (âge et successeur connu, main-d'œuvre, système, taille, localisation) à partir de laquelle sont construits un scénario tendanciel et des scénarios alternatifs (faisant intervenir la volatilité des prix, des réformes de la PAC, etc.)	2007 : 88 000	2014 : scénario tendanciel : 68 000 2014 : scénario bas : 54 000	- 3,6 % - 6,7 %

Source : CEP, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire





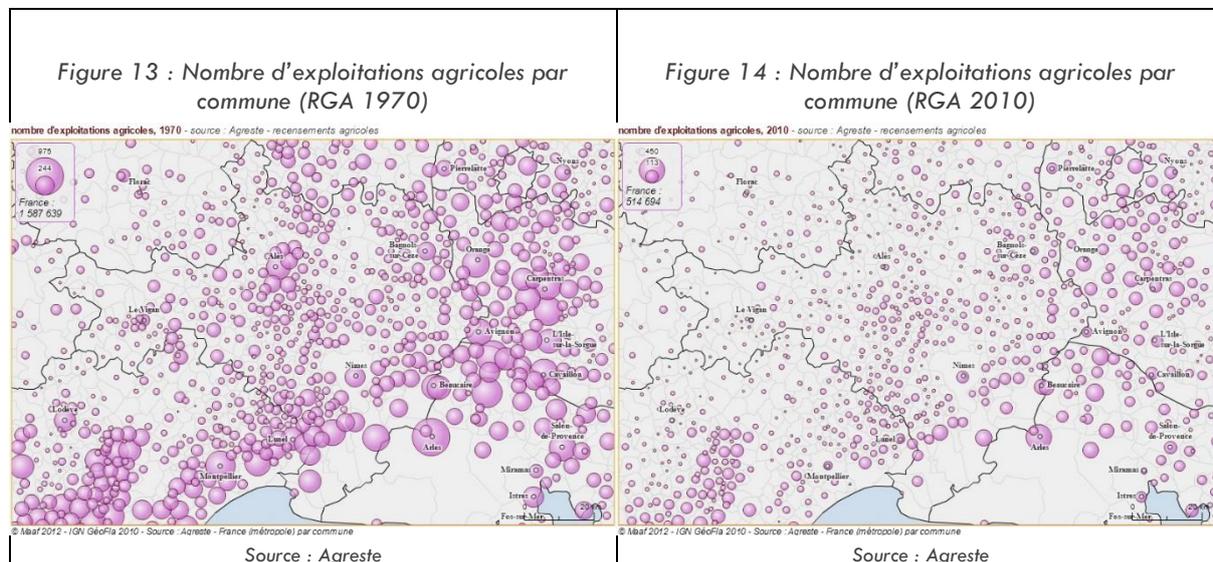
### NOMBRE D'EXPLOITATIONS AGRICOLES

Les données les plus exhaustives sur le nombre d'exploitations agricoles dans le département sont celles obtenues à partir du recensement général agricole. Les données disponibles concernent les années 1970, 1979, 1988, 2000 et 2010.

Il aurait été intéressant de pouvoir accéder à des données plus récentes de manière à visualiser si la tendance au tassement voire à la stabilisation observée précédemment sur les surfaces agricoles pouvait aussi s'observer sur le nombre d'exploitations agricoles.

A défaut du RGA 2020, en cours, il aurait pu être par exemple possible de mobiliser différentes données notamment fournies par la Mutualité Sociale Agricole (MSA) mais elles ne recouvrent pas précisément les mêmes structures et semblent moins exhaustives.

Il est possible de visualiser sur la plateforme Agreste le nombre d'exploitations agricoles par commune recensé. Les cartes ci-dessous présentent ces données pour les recensements 1970 et 2010.



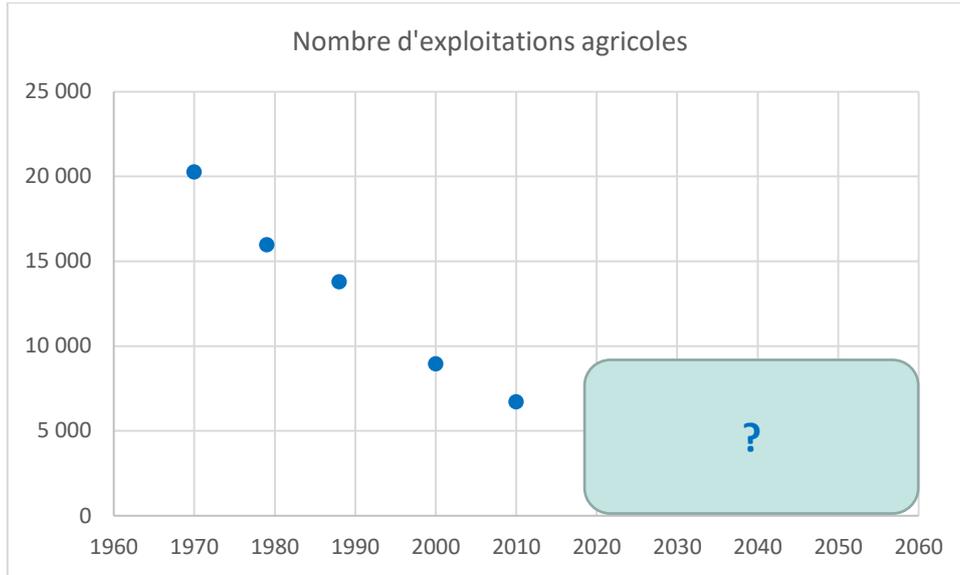
À l'échelle départementale le nombre d'exploitations agricoles a diminué de près de 67 % depuis 1970 passant d'environ 20 000 à moins de 7 000 en 2010.

La prolongation des tendances passées aux horizons 2030 et 2050 conduit à des valeurs très faibles, avec un nombre d'exploitations agricoles dans le département qui pourrait être inférieur à 4 000 en 2030 et 2 000 d'ici 2050, contre environ 6 000 aujourd'hui. Dans ces conditions, la surface moyenne des exploitations devrait être de l'ordre de 80 hectares contre environ 25 hectares à l'heure actuelle.

Ces évolutions nous semblent difficilement imaginables et en l'absence de données postérieures à 2010, nous préférons ne pas indiquer de projections précises chiffrées du nombre d'exploitations à l'horizon 2050.



Figure 15 : Évolutions passées du nombre d'exploitations agricoles dans le Gard



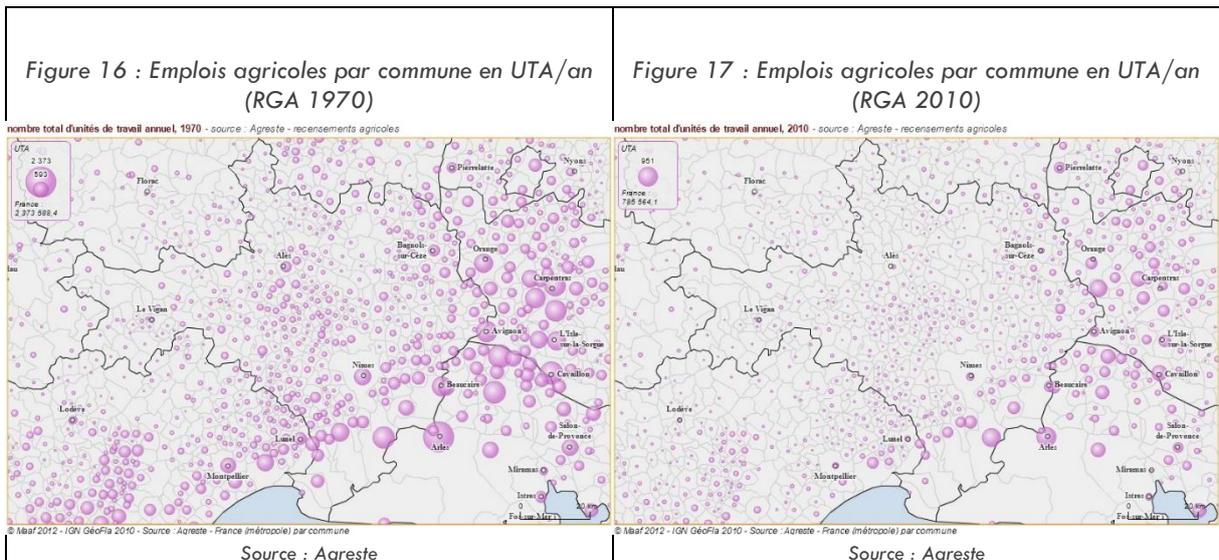
Source : RGA (Agreste) et BRLi

	1970	1978	1988	2000	2010	2030	2050
Exploitations agricoles	20 261	15 969	13 793	8 955	6 719	?	?
Surfaces moyennes par exploitation (ha)	11,2	13,1	14,9	21,4	23,8	?	?

### NOMBRE D'EMPLOIS AGRICOLES

Un même travail a été mené concernant l'évolution du nombre d'emplois agricoles. De la même manière nous nous baserons sur les données du RGA qui semblent être les plus exhaustives et qui recouvrent la plus longue période.

Les cartes ci-dessous présentent l'évolution de l'emploi agricole à l'échelle communale dans le Gard entre les recensements 1970 et 2010.



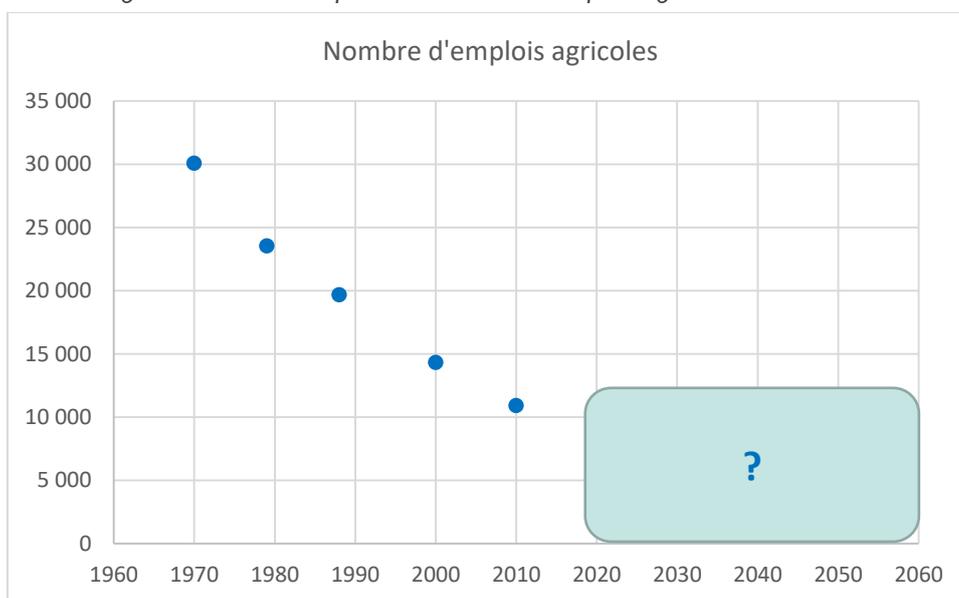


À l'échelle départementale, le nombre d'emplois agricoles a été quasiment divisé par trois depuis 1970 passant de près de 30 000 à environ 11 000 en 2010.

En appliquant une prolongation de la tendance observée par le passé à partir des données à notre disposition nous pourrions avoir un nombre d'emplois agricoles inférieur à 4 000 dans le département du Gard à l'horizon 2050. Une telle diminution nécessiterait d'augmenter de manière très importante la productivité par actif agricole (en ha/UTA). Celle-ci a déjà quasiment doublé entre 1970 et 2010. Il faudrait qu'elle soit de nouveau multipliée par 2,5 à l'horizon 2050 (par rapport à 2010).

De la même manière que pour l'évolution du nombre d'exploitations agricoles, la simple prolongation des courbes conduit à des résultats peu plausibles. Nous préférons ainsi ne pas proposer de projections précisément chiffrées.

Figure 18 : Évolutions passées du nombre d'emplois agricoles dans le Gard



Source : RGA (Agreste) et BRLi

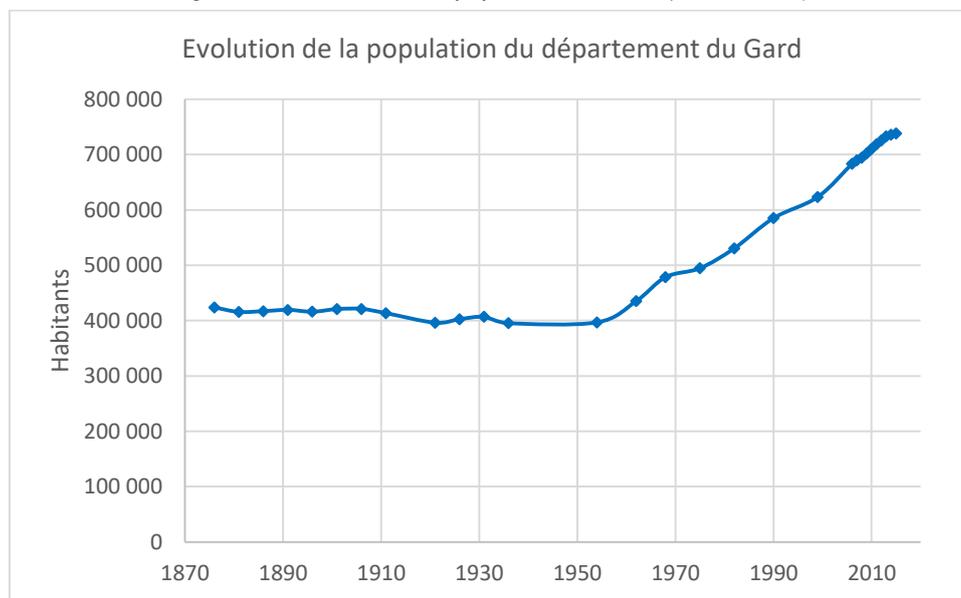
	1970	1978	1988	2000	2010	2030	2050
Emplois agricoles (UTA)	30 073	23 545	19 670	14 309	10 921	?	?
ha de SAU/UTA	7,6	8,9	10,4	13,4	14,7	?	?



## 2.2.3 Une poursuite de l'augmentation de la population gardoise...

Globalement stable jusqu'au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, la démographie gardoise s'est inscrite depuis l'après-guerre dans une phase de croissance forte qui perdure aujourd'hui bien qu'elle ralentisse progressivement : le taux de croissance annuel moyen (TCAM) entre 1954 et 2015 dépassait 1 %. Entre 2010 et 2015, il était de 0,8 % (voir figure ci-dessous).

Figure 19 : Évolution de la population du Gard (1876-2015)



Source : Données INSEE (2019)

Les projections concernant l'évolution de la population gardoise sont celles présentées dans le cadre du diagnostic de l'étude « Eau et climat 3.0 » (cf. chapitre 4.1 du rapport Diagnostic).

Pour rappel, au regard des projections existantes et de leur analyse, le choix a été fait de retenir un **scénario intermédiaire entre les scénarios Insee Central et Insee Haut en prolongeant, par EPCI, les tendances 2010-2015** (intégrant un ralentissement plus marqué à l'horizon 2050), dans le respect des enveloppes SCoT.

La population du Gard a été estimée en 2015 par l'INSEE à environ 738 000 habitants. Aux deux horizons de l'étude, la population gardoise pourrait ainsi s'élever à :

- En 2030 : 808 000 habitants, soit + 70 000 hab. et +10% par rapport à 2015 ;
- En 2050 : 877 000 habitants, soit + 139 000 hab. et +19% par rapport à 2015.

Les évolutions passées et projections futures de la population gardoise ainsi que les taux annuels d'évolution sont synthétisées dans le tableau suivant.

	1990	2000	2006	2012	2015	PROJECTION 2030	PROJECTION 2050
<b>Population Gard</b>	585 000	630 000	683 000	726 000	738 000	808 000	877 000
<b>Taux annuel d'évolution (%)</b>		+ 0,7%	+ 1,4%	+ 1,0%	+ 0,6%	+ 0,6%	+ 0,4% (+0,5 % sur la période 2015-2050)



## 2.2.4 ... associée à une artificialisation importante des sols

Les données de surfaces artificialisées utilisées dans le cadre de cette analyse sont celles fournies par l'inventaire d'occupation des sols Corine Land Cover. Entre 1990 et 2018 les surfaces artificialisées ont augmenté de près de 40 %. Cette évolution n'a pas été régulière et a été influencée par la réalisation de grands projets d'aménagement possédant une emprise au sol importante (infrastructures routières et ferroviaires notamment<sup>5</sup>).

### ZOOM SUR LES ESPACES ARTIFICIALISÉS ENTRE 1990 ET 2018

Les données Corine Land Cover nous fournissent le détail des surfaces artificialisées selon quatre catégories. En 2018, les 42 000 hectares artificialisées dans le Gard étaient représentés à plus de 80 % par des zones urbanisées, à 14 % par des zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication, à moins de 3 % par des mines, décharges ou chantiers et à environ 2 % par des espaces verts artificialisés.

Figure 20 : Détails des surfaces artificialisées dans le Gard

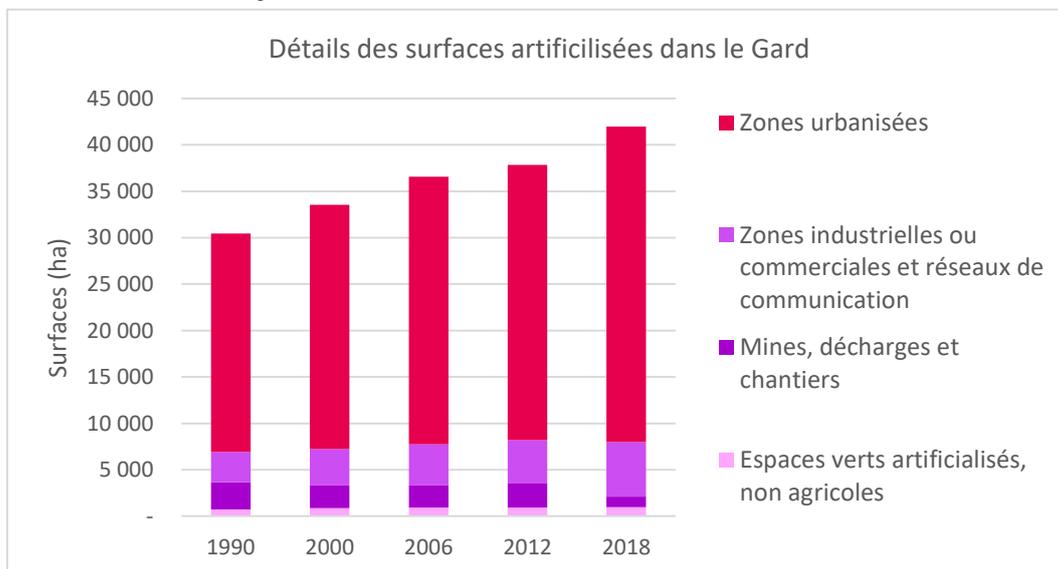


Tableau 3 : Détails des surfaces artificialisées dans le Gard – Évolution 1990-2018

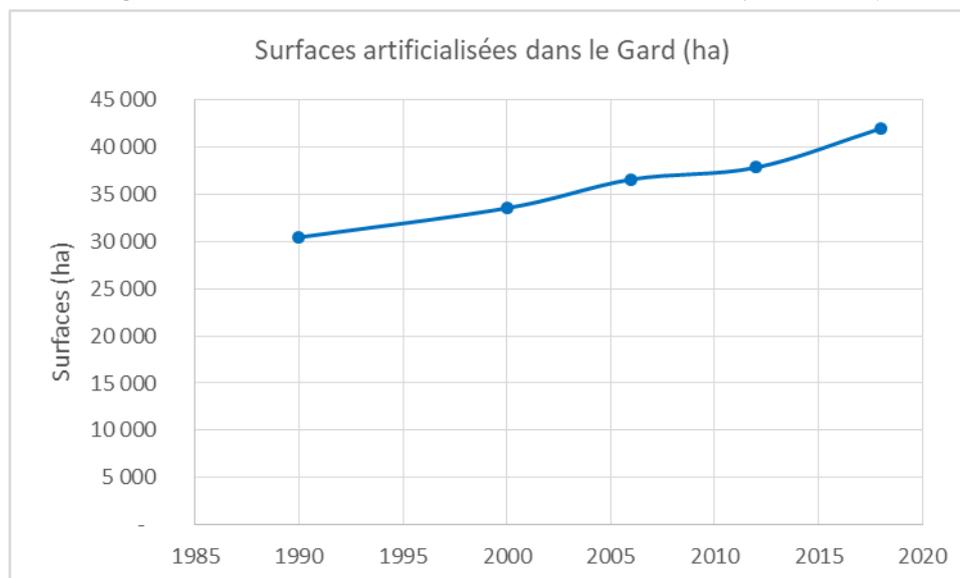
CATÉGORIE DE SURFACES ARTIFICIALISÉES	ÉVOLUTION 1990-2018 – EN HA	ÉVOLUTION 1990-2018 – EN %
Zones urbanisées	+10 500 ha	+45 %
Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	+2600 ha	+80 %
Mines, décharges ou chantiers	-1 750 ha	-60 %
Espaces verts artificialisés	+210 ha	+30 %
<b>TOTAL</b>	<b>+11 500 ha</b>	<b>+ 40 %</b>

Source : Données Corine Land Cover

<sup>5</sup> Pour illustration : une rapide estimation des surfaces artificialisées suite à l'aménagement du contournement ferroviaire Nîmes-Montpellier aboutit à un total d'environ 180 ha (nouveau tracé long de 60 km entre Manduel et Lunel et emprise au sol estimée à environ 30 mètres).



Figure 21 : Évolution des surfaces artificialisées dans le Gard (1990-2018)



Source : Données Corine land Cover

Il est ainsi difficile d'établir une projection du taux annuel d'évolution des surfaces artificialisées dans le Gard à l'horizon 2050 sur la base des tendances des dernières décennies.

	1990	2000	2006	2012	2018	PROJECTION 2030	PROJECTION 2050
<b>Surfaces artificialisées (ha)</b>	30 500	33 500	36 500	38 000	42 000	?	?
<b>Taux annuel d'évolution (%)</b>		+ 1%	+ 1,5%	+ 0,6%	+ 1,7%	?	?
<b>Surface artificialisée par habitant (m<sup>2</sup>/hab.)</b>	520	530	540	520	560	?	?

Si l'on fait l'hypothèse d'un ratio « Surface artificialisée par habitant » stable à l'horizon 2050 et que nous l'appliquons à la population supplémentaire attendue dans le Gard nous pourrions avoir :

- 46 000 ha de surfaces artificialisées en 2030 soit 4 000 ha supplémentaires,
- 50 000 ha de surfaces artificialisées en 2050 soit 8 000 ha supplémentaires

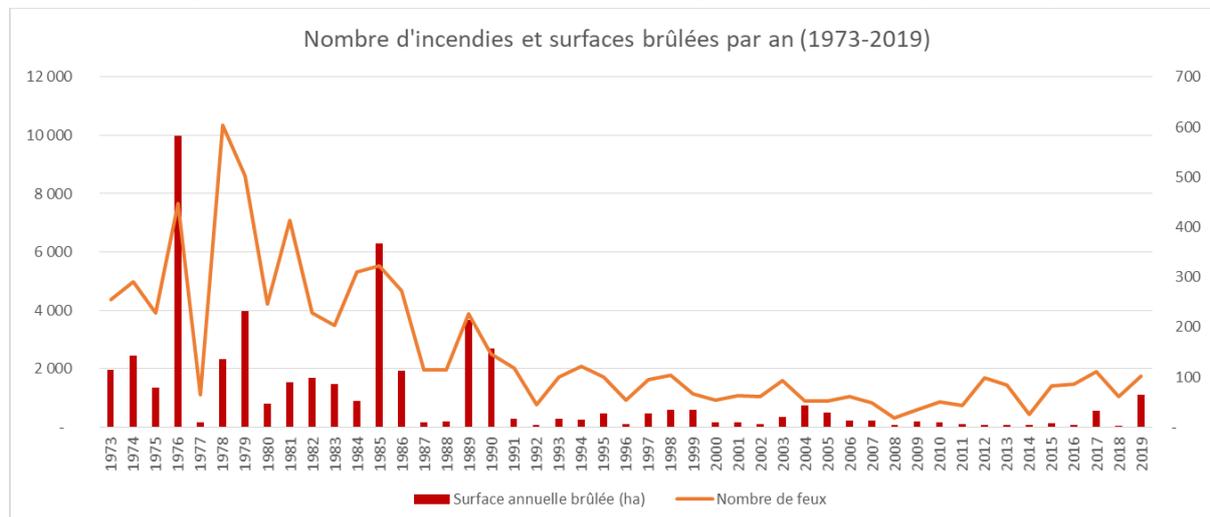
On notera cependant que des efforts de plus en plus importants en matière de lutte contre l'artificialisation des sols sont souhaités aux échelles nationales et infranationales. Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) d'Occitanie, baptisé « Occitanie 2040 » et approuvé en 2019, affiche en particulier une volonté forte en la matière : artificialisation nette égale à zéro à l'horizon 2040 à l'échelle régionale. L'ensemble des documents de planification du territoire (PLU, PLUI, SCoT...) devront prendre en compte les objectifs du schéma et être rendus compatibles avec ses règles (nouveaux documents ou révision de documents existants).



## 2.2.5 Quelle tendance associée aux incendies dans le Gard ?

L'outil Prométhée<sup>6</sup> recense l'ensemble des épisodes de feux de forêts en région méditerranéenne depuis sa création en 1973. Cette base de données a permis d'établir une rétrospective du nombre d'incendies et des surfaces brûlées dans le Gard. Les résultats sont présentés ci-dessous.

Figure 22 : Nombre d'incendies et surfaces brûlées par an dans le Gard (1973-2019)



Source : Base de données Prométhée (ordonnée de gauche – surface annuelle brûlée, ordonnée de droite : nombre de feux)

Sur les 50 dernières années, la diminution du nombre d'incendies et des surfaces touchées est nette. Il faut principalement voir dans ce résultat l'effet des actions d'information et de prévention (surveillance des massifs) qui se sont accentués, en plus d'une lutte contre les incendies plus efficace.

Mais, sur cette même période, en plus de l'évolution du climat, différents facteurs ont évolué et pourraient aggraver la fréquence et l'intensité des épisodes d'incendies<sup>7</sup> :

- Augmentation des surfaces boisées et de la biomasse combustible ;
- Gestion forestière très peu présente, avec des prélèvements ligneux faibles liés à une production peu rémunératrice ;
- Dépérissement de certains couverts forestiers, provoquant une accumulation de biomasse sèche ;
- Augmentation de la population ;
- Recul des surfaces agricoles ;
- Mitage urbain des zones boisées ;
- Augmentation de la fréquentation touristique.

Le Plan départemental de protection des forêts contre l'incendie (PDPFCI) du Gard 2012-2021 permet de caractériser la sensibilité des forêts de nos quatre secteurs d'étude au risque incendie (cf. figure suivante). **La totalité des forêts du Gard est classée en espace sensible au feu de forêt.**

<sup>6</sup> <https://www.promethee.com/>

<sup>7</sup> Plan Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies du Gard (2012-2021)



Figure 23 : La forêt et le risque incendie dans le Gard

### Cévennes

- Taux boisement CLC : 69 %
- Forêt : plusieurs étages de végétation : méso méditerranéen (chêne vert, pin maritime), supra méditerranéen (chêne pubescent, châtaignier), montagnard (hêtraie)
- Risques d'incendie : relativement faible sur les Causses, non précisé pour les autres régions

### Garrigues

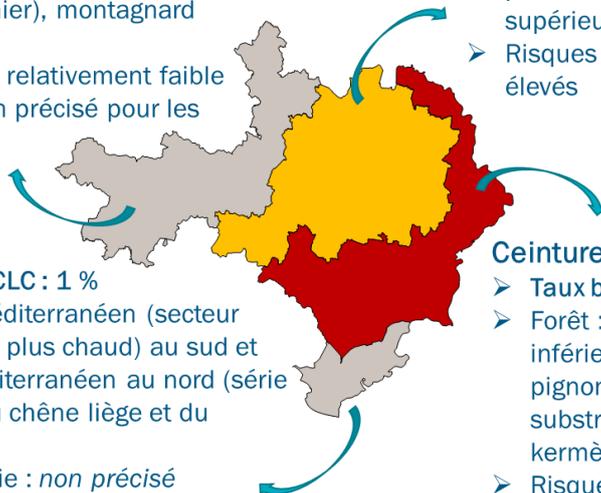
- Taux boisement CLC : 36 %
- Forêt : étage mésoméditerranéen inférieur (série du pin pignon du pin d'Alep) et mésoméditerranéen supérieur (série du chêne vert).
- Risques d'incendie : globalement élevés

### Camargue

- Taux boisement CLC : 1 %
- l'étage thermoméditerranéen (secteur méditerranéen le plus chaud) au sud et l'étage mésoméditerranéen au nord (série du pin pignon, du chêne liège et du micocoulier)
- Risques d'incendie : *non précisé*

### Ceinture rhodanienne

- Taux boisement CLC : 18 %
- Forêt : étage mésoméditerranéen inférieur, série végétale du pin pignon et du pin d'Alep selon les substrats ainsi que du chêne kermès
- Risques d'incendie : faible proportion des espaces boisés mais forêt très sensible aux incendies



**La totalité des forêts du Gard est classée en espace sensible au feu de forêt**

\*Taux de boisement CLC : estimé à partir des données Corine Land Cover (CLC) 2018

Source : BRLi (2019), d'après PDPFCI du Gard 2012-2021 et CLC (2018)

Le risque incendie dans le Gard devrait continuer d'augmenter du fait de l'évolution de ces différents facteurs, même si en parallèle des efforts concernant la prévention et la lutte incendie continuent d'être consentis. Il est d'ailleurs possible d'observer deux pics à la fin de la chronique correspondant à deux années particulièrement sèches : 2017 et 2019. Ces deux années ont été marquées par des surfaces brûlées nettement supérieures à ce que le Gard a connu depuis près de 30 ans.



## 2.3 QUELS AUTRES FACTEURS EXTERNES PEUVENT INFLUER SUR L'AVENIR ?

Les facteurs d'influence externes agissent, de façon directe ou indirecte, sur la manière dont la société va s'adapter au changement climatique. Il est important de les identifier, et d'estimer comment ils pourraient évoluer d'ici 2050. En effet, selon leurs trajectoires d'évolution, ils pourront ou non créer un contexte et des conditions de mise en œuvre favorables à un scénario souhaité à l'échelon local (cf. paragraphes suivants).

Comme cela a été souligné par plusieurs acteurs lors des phases de concertation, le Gard n'aura cependant peu voire pas de prise sur ces facteurs.

Tableau 4 : Trajectoires d'évolution 2050 possibles des principaux facteurs d'influence externes

FACTEUR D'INFLUENCE EXTERNE	TRAJECTOIRES D'ÉVOLUTION 2050 POSSIBLES	
<b>Niveau d'appropriation du changement climatique par la société</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échelon individuel : niveau d'appropriation variable selon les individus</li> <li>- Échelon société : faible structuration en réponse à la crise climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échelon individuel : prise de conscience et implication individuelle forte vis-à-vis du changement climatique</li> <li>- Échelon société : structuration forte en réponse à la crise climatique</li> </ul>
<b>Importance accordée à l'environnement, à la santé et au cadre de vie (dont paysage)</b>	Faible	Forte
<b>Choix de consommation alimentaire</b>	Volonté d'une alimentation peu chère, sensibilité forte à la publicité et aux actions commerciales	Volonté d'une alimentation locale et de qualité « sûre et durable » (objectif de sécurité et d'indépendance alimentaire)
<b>Marchés et soutiens européens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilité des politiques et des soutiens européens</li> <li>- Interventions conditionnées par l'orientation marché et la rentabilité économique</li> <li>- Concurrence renforcée des marchés des pays tiers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soutiens européens très fortement conditionnés à des engagements environnementaux et climatiques</li> <li>- Concentration thématique des financements européens<sup>8</sup></li> <li>- Fort conditionnement des aides en général à des engagements environnementaux et climatiques</li> </ul>
<b>Orientation de la « R&amp;D climatique »</b>	R&D orientée rentabilité et économie au service du privé (solutions techniques étudiées en priorité)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solutions novatrices et adaptatives plébiscitées (seules ou en complément de solutions techniques)</li> <li>- R&amp;D durable et respectueuse de l'environnement, sollicitée par la puissance publique, proactive sur le sujet du changement climatique</li> </ul>

<sup>8</sup> La Commission a proposé pour les régions les plus développées une concentration de 85 % des fonds européens structurels d'investissement 2021-2027 sur les objectifs « une Europe plus verte » et une « Europe plus intelligente ».



## 3 QUELS SONT LES FUTURS « EAU ET CLIMAT » POSSIBLES À L'HORIZON 2050 ?

### 3.1 QUELLES SONT LES ATTENTES DES ACTEURS LOCAUX VIS-À-VIS DU FUTUR DE LEUR TERRITOIRE ?

L'étude Eau et climat 3.0 a fait l'objet d'une participation importante des acteurs locaux, tant dans les instances de suivi de l'étude (comité de pilotage et comité technique), que lors des réunions de concertation ou de travail associées. Les contributions nombreuses émanant d'acteurs variés permettent de mieux appréhender les attentes à l'échelle des territoires d'études, et de construire ensuite des scénarios « raisonnables, acceptables et plausibles » pour Gard 2050 (cf. sous-chapitre suivant).

L'ensemble des personnes contactées sont indiquées en annexe 1.

#### 3.1.1 À l'échelle locale, une mobilisation forte du territoire autour de l'étude « Eau et climat 3.0 »

3 temps clés de concertation ont eu lieu dans la deuxième partie de l'étude :

##### ATELIERS TERRITORIAUX – JUIN 2019

Trois ateliers de concertation visant un large panel d'acteurs (acteurs publics, privés, associations, chambres consulaires, élus...) se sont tenus en juin 2019 afin de partager le diagnostic et de nourrir la réflexion sur les solutions à mettre en œuvre à l'échelle des territoires :

- au Pont du Gard, le lundi 17 juin 2019, avec un focus sur le territoire « Garrigues et Plaines » ;
- à Alès, le mercredi 19 juin 2019, avec un focus sur le territoire « Cévennes » ;
- à Nîmes, le mardi 25 juin 2019, avec un focus sur les territoires « Ceinture rhodanienne » et « Camargue ».

Ces ateliers, auxquels près de **200 personnes** ont participé, auront été l'occasion de mobiliser l'intelligence collective des gardois pour se préparer ensemble à l'avenir et à un climat en changement : Quels enjeux prioritaires ? Quelles pistes de solutions pour 2050 ?





## COMITÉ DE PILOTAGE STRATÉGIQUE 2 - SEPTEMBRE 2019

Le deuxième Comité de pilotage constituait un point d'étape entre le diagnostic et la stratégie. Il a été l'occasion de réfléchir avec les participants (40 personnes) à l'échelle des territoires qui composent le département. Il avait pour objectif de dessiner ensemble des grands scénarios par secteurs et des stratégies globales d'adaptation au regard de leurs enjeux spécifiques.

## RÉUNIONS TECHNIQUES AGRICULTURE ET VITICULTURE - OCTOBRE 2019



Deux ateliers en « focus groupes » rassemblant des experts et acteurs du territoire ont été organisés pour enrichir les réflexions : un atelier centré sur la filière viticole, un second centré sur les autres productions agricoles du département.

Ces ateliers ont mobilisé une vingtaine de personnes : élus et techniciens de la Chambre d'agriculture du Gard, instituts, coopératives, BRL...

L'objectif était de :

- Réfléchir ensemble sur les trajectoires d'évolution possibles du secteur agricole gardois à l'horizon 2030-2050 ;
- Partager les connaissances sur les capacités et souhaits d'adaptation du secteur avec ou sans mobilisation de ressources en eau supplémentaires (retours d'expériences de terrain, recherches en cours, etc.) :
  - Des modifications profondes du système agricole actuel sont-elles à anticiper / accompagner ? De nouvelles cultures plus adaptées à un contexte de sécheresses récurrentes vont-elles prendre de l'ampleur dans le Gard (pois chiche, avocats, sorgho...) ? Faut-il/ Peut-on relocaliser l'agriculture du Gard sur les secteurs les plus favorables ?
  - Sera-t-il encore possible de faire du vin sans irrigation dans le Gard à l'horizon 2050 ?
  - L'irrigation des prairies va-t-elle se développer pour faire face à l'augmentation du prix du fourrage ?
  - Quelle planification est à développer pour préserver les surfaces agricoles « favorables » (accès irrigation, réserve utile importante, etc.) ?
  - Etc.

## AUTRES RENCONTRES

Au-delà de ces temps clés de concertation, cette deuxième partie de l'étude a également été l'occasion de rencontres terrains et d'entretiens avec de nombreux acteurs (caves coopératives, instituts, vigneron, EPTB, CD30) qui ont permis d'affiner progressivement les scénarios et les solutions proposés dans le présent document.



### 3.1.2 Quelles sont les attentes des acteurs locaux ?

Les réunions présentées au sous-chapitre précédent ont permis de faire émerger et de préciser progressivement les attentes du territoire.

#### ATTENTES GLOBALES À L'ÉCHELLE DU DÉPARTEMENT

De manière globale à l'échelle du département on peut souligner :

- **Une prise de conscience des acteurs locaux**, et en particulier de la profession agricole, **des enjeux liés au changement climatique** : températures au-dessus de 40°C, vagues de très fortes chaleurs comme en début d'été 2019, absence de baisse suffisante des températures la nuit; augmentation du besoin en eau des plantes... ;
- **Une volonté de conserver à l'horizon 2050**, moyennant adaptation, **des agricultures et viticultures de même nature que celles d'aujourd'hui** car elles contribuent à la valeur ajoutée des territoires ;
- **Un accès à l'eau jugé indispensable**, en particulier pour le maintien de la viticulture qui commercialise « en gros » (environ 80% de la production) ;
- **Des changements de pratiques jugés également nécessaires pour économiser l'eau et mieux résister à la chaleur** : pilotage de l'irrigation, gestion de l'enherbement pour éviter la concurrence hydrique, taille, localisation et orientation, adaptation des variétés et cépages (moyen terme)... ;
- **Une nécessité de préserver le foncier agricole et naturel de l'urbanisation et de l'enfrichement, et de restaurer les milieux naturels** pour s'adapter au changement climatique ;
- **Un concept de « bonne idée » très dépendant du territoire** : nécessité d'identifier des solutions adaptées aux différentes situations, qui soient durables pour les territoires et acceptables par les acteurs locaux.

34

#### ATTENTES SPÉCIFIQUES DU TERRITOIRE « CÉVENNES »



<b>Population 2015</b>	59 600 (8% de la population Gard)
<b>Densité de population 2015</b>	36 hab./km <sup>2</sup>
<b>Cultures phares</b>	50 ha d'oignons doux Près de 10 000 ha de châtaigniers Plus de 20 000 ha de surfaces en herbe
<b>Irrigation</b>	Irrigation via des ouvrages hydrauliques traditionnels et de petites retenues d'eau
<b>Milieux naturels</b>	Zone de montagne Importance de la forêt

#### Synthèse de la vulnérabilité et des enjeux du territoire

- Un territoire qui connaît des hausses de températures significativement plus élevées que les autres territoires gardois
- Des demandes supplémentaires en eau agricole *a priori* réduites mais potentiellement impactantes au regard des faibles ressources disponibles
- Une activité agricole qui représente un enjeu économique majeur pour le maintien du tissu rural (entre autres zones à enjeu : Haute vallée de l'Hérault pour la culture d'oignons doux)
- Une forte culture de l'eau et une nature résiliente et innovante sur lesquelles le territoire peut s'appuyer



- Des ouvrages hydrauliques traditionnels et patrimoniaux à préserver (ralentissement des écoulements, infiltration, limitation de l'action érosive, soutien possible des débits en étiage dans certaines conditions<sup>9</sup>)

#### Attentes spécifiques du territoire

- **Activités agricoles** : maintien de la culture des oignons doux mais aussi de l'élevage et de la production du fourrage
- **Gestion des béalés et autres aménagements de versants** : une volonté de conservation mais une stratégie à adapter aux moyens disponibles
- **Gestion des espaces naturels** : une stratégie forestière à développer pour préserver ce capital (paysage, tourisme, incendie) et une connaissance des liens eau-milieux naturels à approfondir
- **Eau potable** : garantir l'accès à l'eau sur l'ensemble du territoire même en période estivale
- **Infrastructures** : privilégier des solutions au cas par cas à de grands ouvrages collectifs
- **Organisation et financement** : fédérer et adapter le soutien aux spécificités locales

#### ATTENTES SPÉCIFIQUES DU TERRITOIRE « GARRIGUES ET PLAINES »



<b>Population 2015</b>	222 700 (30% de la population Gard)
<b>Densité de population 2015</b>	104 hab./km <sup>2</sup>
<b>Cultures phares</b>	15 000 ha de vignes 10 000 ha de céréales
<b>Irrigation</b>	RHR – Réseau de la Gardonnenque (3% de la vigne et 500 ha fruits et légumes)
<b>Milieux naturels</b>	Garrigues

#### Synthèse de la vulnérabilité et des enjeux du territoire

- Des ressources superficielles qui devraient baisser notamment à l'étiage
- Des ressources en eau souterraines importantes, notamment dans les karsts mais : une mobilisation techniquement difficile, d'un coût très élevé et avec des impacts potentiellement importants sur les étiages
- Des extensions depuis le Réseau hydraulique régional envisageables mais coûteuses en investissement et avec un besoin élevé en énergie
- Une demande agricole potentiellement très importante liée notamment à la vigne
- Une poursuite de la croissance démographique de l'agglomération d'Alès

<sup>9</sup> Ce point est abordé en détail dans la publication suivante : Claude Martin, Jean-François Didon-Lescot, Joël Jolivet. *Réflexion sur le rôle hydrologique des aménagements anciens des versants et des talwegs : l'exemple des Cévennes*. Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée, 2008, 26, pp.31-40. Cette publication, qui se base sur des travaux spécifiques d'hydrométrie, indique que « les *tancats* [petits barrages en pierres sèches construits en chapelet sur les talwegs pour lutter contre l'érosion] semblent à même de soutenir les débits d'étiage en retardant l'évacuation des eaux apportées par les orages estivaux. Mais, sans la destruction de la végétation qui a envahi les dépôts derrière les ouvrages, leur impact pourrait être essentiellement négatif, car les eaux qui circulent lentement dans les sédiments, subissent de fortes pertes ». La publication cite des travaux de forestage réalisés en 2003 et 2004 pour la restauration des ouvrages d'un vallon de la Vallée Obscure qui ont eu pour conséquence le maintien d'un mince filet d'eau lors des étiages très sévères qui ont suivi, alors que ce ruisseau avait la réputation de s'assécher totalement presque chaque année. L'article conclut que « Les recherches sur ce point devront cependant être affinées ».



### Attentes spécifiques du territoire

- **Activités agricoles :**
  - Volonté de maintenir les surfaces en vigne
  - Faible motivation, voire absence de motivation pour remplacer la vigne par d'autres cultures (liée dans le cas des légumineuses à une incertitude forte sur les débouchés commerciaux)
- **Vignes :**
  - Envisager un déplacement des cultures vers des secteurs plus favorables à la culture de la vigne (problématique terroir à prendre en compte)
  - Accompagner l'évolution des cépages (adaptation sécheresse et chaleur)
  - Accès à l'eau jugé nécessaire par la profession et les spécialistes pour la majorité du vignoble
- **Mobilisation de nouvelles ressources :**
  - Des visions divergentes sur leur opportunité (notamment sur le sujet des barrages)
  - Un besoin d'ordre de grandeur des coûts des grands scénarios pour aide à la décision
  - En cas d'investissement pour de l'irrigation, une vision positive de solutions contractuelles associant des engagements de type changement de pratiques à l'accès à l'eau.

### ATTENTES SPÉCIFIQUES DES TERRITOIRES « CEINTURE RHODANIENNE » ET « CAMARGUE »



<b>Population 2015</b>	455 300 (62% de la population Gard)
<b>Densité de population 2015</b>	255 hab./km <sup>2</sup> sur la Ceinture rhodanienne 55 hab./km <sup>2</sup> en Camargue
<b>Cultures phares</b>	15 000 ha de vignes 85 % des surfaces en fruits et légumes 3 000 ha de riz
<b>Irrigation</b>	RHR majoritairement (+Vistrenque) Environ 20 000 ha de terres « irrigables » ne valorisent pas l'irrigation <sup>10</sup>
<b>Milieus naturels</b>	Forte concurrence de l'urbanisation

### Synthèse de la vulnérabilité et des enjeux du territoire

- Un territoire globalement bien pourvu en ressources en eau, à la fois interne (ressources souterraines) et externes (Rhône via le RHR)
- Des réserves souterraines (molasse de Sommières et nappes Vistrenque-Costières) sensibles vis-à-vis du changement climatique et à surveiller
- Une ressource Rhône qui peut être qualifiée de sécurisée (débits et niveau de prélèvement actuel). Le Rhône n'est cependant pas inépuisable et des questionnements se posent sur le devenir de son débit en étiage.
- Une dynamique démographique forte qui se maintient à l'horizon 2050 (artificialisation du territoire et compétition foncière entre urbanisation et agriculture)
- Camargue : élévation du niveau marin avec risque de submersion à anticiper en lien avec le changement climatique

<sup>10</sup> Pour plus de détails, se référer au rapport de diagnostic de l'étude Eau et climat 3.0 ou au chapitre 6.2 « Optimisation et développement de l'irrigation sur les zones déjà équipées » du présent rapport.



#### Attentes spécifiques du territoire

**Préalable** : un territoire mais des enjeux différents et donc des stratégies spécifiques à envisager (frontière au niveau de Beaucaire entre le sud du département et la bordure du Rhône)

- **Planification du territoire** :
  - préserver les surfaces agricoles face à l'urbanisation et à l'enfrichement, en priorité celles qui ont accès à l'irrigation et présentent des qualités agronomiques importantes
  - et réduire l'artificialisation
- **Activité agricole** :
  - Maintenir l'activité agricole et viticole, et développer les circuits courts
  - Développer l'accès à l'eau, vue comme une condition de survie, et faire évoluer en parallèle les pratiques agricoles
- **Ressource Rhône** : optimiser l'utilisation du Réseau hydraulique régional et envisager une mobilisation supplémentaire durable de cette ressource pour l'agriculture.

## 3.2 PRÉSENTATION DE DEUX SCÉNARIOS CONTRASTÉS : « OPPORTUNISTE » ET « RECONQUÊTE »

La définition de deux scénarios tranchés, futurs possibles « Eau et climat » pour le Gard 2050, vise à se représenter les changements possibles sur le département et les territoires locaux en fonction de choix effectués au cours des 30 prochaines années. Cet exercice constitue ainsi un outil d'aide à la décision. Il doit permettre de définir ensuite un niveau d'ambition partagé à l'échelle du département pour s'adapter aux changements attendus (tendances structurelles socio-économiques et changements climatiques).

Il convient de souligner que l'élaboration des scénarios s'est faite ici dans un temps contraint et qu'il n'a pas été possible de développer des méthodes de prospective mobilisant une concertation large. Ces scénarios sont issus initialement d'une réflexion entre BRLi et le Département, au vu des retours des réunions COTECH, COFIL et « ateliers territoriaux ». L'idée, était de proposer des alternatives qui soient logiques, cohérentes et possibles. Au départ, BRL Ingénierie avait proposé 3 scénarios, dont un scénario intégrant des ruptures fortes. Le Département a fait le choix de n'afficher que deux scénarios, se distinguant en particulier par des niveaux d'intervention des acteurs publics.

Dans la genèse des scénarios, il est à noter que le scénario ambitieux « reconquête » était au départ davantage pensé avec assez peu d'irrigation et beaucoup de solutions alternatives. Or, durant la concertation qui a eu lieu avec les partenaires, le terme d'« ambition » a davantage pris une signification de « sauvegarde maximale de l'agriculture et la vigne ». Il est aussi ressorti des débats, notamment lors des deux journées de travail sur la thématique de l'agriculture, que les changements de pratiques autres que l'irrigation étaient des maillons importants pour l'adaptation mais qu'il apparaissait difficile – avec le matériel végétal disponible aujourd'hui – d'envisager de se passer complètement de l'irrigation notamment pour poursuivre la viticulture. L'analyse faite ensuite par BRLi sur la viticulture à l'étranger n'a fait que renforcer cette vision. Les deux scénarios ont enfin été ajustés en fonction des retours lors des derniers COTECH/COFIL pour aboutir aux présentes versions finales.



## 3.2.1 Vision globale des deux scénarios

### SCÉNARIO « OPPORTUNISTE »

Dans le scénario Opportuniste, l'adaptation au changement climatique se poursuit en fonction essentiellement de critères économiques, dans une vision à court et moyen termes relativement individuelle, avec une intervention des politiques publiques similaires à aujourd'hui.

En pratique on observerait :

- Un certain ralentissement de la dynamique marquée d'artificialisation des terres par l'urbanisation au détriment des espaces naturels et agricoles ;
- Un développement de pratiques agricoles durables orienté principalement par la législation, les cahiers des charges (démarche Haute valeur environnementale (HVE), labellisation...), la valorisation économique, et dans une moindre mesure localement en fonction des volontés individuelles et collectives de la profession ;
- Le développement à petite échelle de l'accès à l'eau pour l'agriculture et l'eau potable :
  - Avec des aides publiques dans les zones à fort enjeu économique, qui contribuent à la valeur ajoutée des territoires (parcelles en AOP, secteurs touristiques...) ;
  - Grâce à des initiatives individuelles (ex : développement de bassines pour le stockage agricole) ou collectives dans les secteurs où les professionnels sont structurés ;
  - Principalement le long de la bordure rhodanienne et à proximité directe du RHR actuel ;
- Un risque de déprise agricole et de retour en friche plus important avec disparition des exploitations les plus vulnérables ou positionnées sur des marchés moins porteurs.

### SCÉNARIO « RECONQUÊTE »

Dans le scénario Reconquête, la sphère politique locale et les acteurs du territoire sont proactifs dans la structuration d'une réponse globale durable à court, moyen et long termes aux enjeux climatiques et socio-économiques.

*Il s'agit d'un scénario « de rupture », plus ambitieux pour une réponse durable aux enjeux climatiques. Il nécessitera en conséquence plus de moyens, plus de volontés et plus de temps, et représentera aussi davantage de contraintes.*

Ceci se traduit notamment par :

- Un véritable projet d'aménagement du territoire pour le Gard ;
- Une planification urbaine ambitieuse qui préserve réellement les terres agricoles et les espaces naturels (« sanctuarisation » de ce foncier) ;
- Le soutien à la R&D et l'accompagnement rapproché des entreprises, des collectivités et de la population dans le développement de comportements et pratiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique ;
- Le développement de projets collectifs structurants généralisés pour l'accès à l'eau (optimisation des barrages départementaux, mise en place de nouveaux axes structurants du RHR...);
- La prise en compte de critères socio-économiques globaux et de l'aménagement du territoire dans la conception et la réalisation des projets ;
- Le conditionnement des aides publiques aux « bonnes pratiques » ;
- La mise en place d'actions structurantes pour une gestion des espaces naturels et agricoles favorisant la rétention et l'infiltration des eaux de pluie (boisements, haies, ripisylves, zones humides, sols, etc.).



## 3.2.2 Comparaison thématique des deux scénarios

Le tableau suivant présente une comparaison des deux scénarios selon des thématiques particulièrement importantes et sensibles aux changements climatiques, à l'échelle du département du Gard :

- Urbanisation et occupation du sol ;
- Alimentation en eau potable ;
- Agriculture ;
- Paysages et patrimoines naturels et culturels ;
- Tourisme.

La dernière ligne du tableau met en évidence des risques identifiés en lien avec chaque scénario.

Un focus sur la vigne, usage associé à la majorité des demandes supplémentaires en eau en lien avec le changement climatique, est proposé suite à ce tableau.



Tableau 5 : Comparaison thématiques des scénarios Opportuniste et Reconquête à l'horizon 2050

THÉMATIQUE	SCÉNARIO « OPPORTUNISTE » 2050	SCÉNARIO « RECONQUÊTE » 2050
<b>Urbanisation et occupation du sol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance de la population forte et peu contrôlée au sud et à l'ouest, avec une dynamique d'artificialisation qui reste marquée malgré les efforts engagés (sur la base des taux d'artificialisation actuels : 8 000 ha consommés pour accueillir 140 000 habitants d'ici 2050)</li> <li>- Stagnation voire baisse de la population dans les Cévennes</li> <li>- Des zones urbanisées qui s'étendent autour des villes et villages actuels, du sud et de l'ouest notamment</li> <li>- Forte concurrence entre urbanisation et préservation des espaces agricoles et naturels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densification et lutte contre l'étalement urbain qui permettent de limiter l'artificialisation (réduction conséquente des hectares consommés pour accueillir les nouveaux habitants)</li> <li>- Meilleure répartition de la croissance démographique sur le territoire</li> <li>- Sanctuarisation des terres agricoles et naturelles</li> <li>- Développement raisonné et mise en œuvre des principes de l'écologie urbaine (îlot de verdure, désartificialisation, préservation des terres agricoles et naturelles...)</li> <li>- Renouvellement des espaces verts avec généralisation des espèces résistantes et faiblement consommatrices en eau</li> </ul>
<b>Alimentation en eau potable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progrès importants sur les rendements des réseaux dans les grandes agglomérations mais absence de politique globale volontariste sur cette question (rendement moyen 2050 : 70-75 %)</li> <li>- Comportements variables vis-à-vis des consommations d'eau induisant une stabilité de la consommation unitaire moyenne</li> <li>- Sécurisations AEP locales mais plusieurs secteurs qui restent sous tension l'été (coupures récurrentes dans les hameaux cévenols notamment)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixation d'objectifs de rendement des réseaux ambitieux par les collectivités et mise en œuvre des schémas directeurs pour y répondre (rendement moyen 2050 : 75-80 %)</li> <li>- Politique volontariste en matière d'économies d'eau permettant également une baisse des consommations unitaires de 5 %</li> <li>- Sécurisation des secteurs sous tension l'été pour l'AEP (résolution des « points rouges » avec des extensions structurantes du RHR ou des solutions locales selon la situation)</li> <li>- Préservation active des potentialités d'alimentation en eau potable pour l'avenir sur les zones de sauvegarde pour l'AEP délimitées en Vistrenque et Costières, et karst Castris Sommières</li> </ul>
<b>Agriculture</b>	<p><b>Évolution des pratiques agricoles – hors irrigation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poursuite de la recherche sur l'adaptation des pratiques agricoles au changement climatique mais développement variable de ces pratiques sur le terrain (fonction de la rentabilité et des volontés individuelles et collectives de la profession)</li> <li>- Tendance à l'individualisme</li> <li>- Risque plus important de diminution du nombre d'exploitation</li> </ul>	<p><b>Évolution des pratiques agricoles – hors irrigation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projets d'alimentations territoriaux et structuration des agriculteurs qui permettent l'augmentation d'une production locale de qualité et le développement des circuits courts</li> <li>- Changement de pratiques en profondeur et généralisé pour s'adapter au changement climatique</li> <li>- R&amp;D et valorisation progressive de variétés/cépages plus adaptés/résilients au changement climatique</li> </ul>



### 3. QUELS SONT LES FUTURS « EAU ET CLIMAT » POSSIBLES À L'HORIZON 2050 ?

THÉMATIQUE	SCÉNARIO « OPPORTUNISTE » 2050	SCÉNARIO « RECONQUÊTE » 2050
	<p><b>Évolution des pratiques agricoles – irrigation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement modéré de l'irrigation, concentré dans les secteurs rentables et/ou proches de ressources en eau mobilisable (40 à 60% de la vigne serait irriguée en 2050).</li> <li>- Critères de développement de l'irrigation : motivation individuelle, rentabilité (priorité aux productions à forte valeur ajoutée, périmètres AOP/IGP), facilité d'accès (distance ressource)</li> <li>- Projets d'irrigation agricole essentiellement individuels ou autour de quelques ASA, principalement dans les secteurs à forte valeur ajoutée et labellisés</li> </ul> <p><b>SAU et assolement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse de la SAU, en particulier dans la zone centrale et de piémont, avec développement des friches (embroussaillage)</li> <li>- Maintien voire développement des productions labellisées à forte valeur ajoutée : vins AOC/AOP, oignon doux, pélardon, élevage...</li> <li>- Possibilité de développement d'un élevage très extensif dans la zone centrale (type marocain)</li> </ul>	<p><b>Évolution des pratiques agricoles – irrigation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte augmentation de la part de SAU irriguée, notamment pour la vigne, afin de préserver l'économie agricole, les paysages et le tourisme sur l'ensemble du territoire (60 à 80% de la vigne serait irriguée en 2050).</li> <li>- Critères de développement : densification dans les zones accessibles à l'irrigation, éléments en place pour garantir de bonnes conditions de réalisation et la pérennité de la démarche (niveau de structuration et d'animation locale, protection foncière des terres agricoles...), conditionnement fort des aides aux changements de pratiques</li> </ul> <p><b>SAU et assolement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maîtrise de la baisse de la SAU pour valoriser les territoires</li> <li>- Tendance à l'enfrichement maîtrisée dans la zone centrale et à proximité des zones urbanisées</li> <li>- Maintien et développement des productions labellisées à forte valeur ajoutée</li> <li>- Quelques domaines produisant de la vigne en extensif sans irrigation (faibles rendements et travail manuel important mais très bonne valorisation)</li> </ul>
<b>Paysages et patrimoines naturels et culturels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutation profonde du paysage lié à l'agriculture : moins de vignes, mortalité arboricole, plus de friches et de plaines « nues » (broussailles), plus de retenues individuelles</li> <li>- Poursuite des opérations de renaturation mais manque de stratégie globale et de moyens (effets « dilués » par des actions d'ampleur réduite et dispersée)<sup>11</sup></li> <li>- Dépérissement de la forêt</li> <li>- Dégradation notable des infrastructures cévenoles (absence d'entretien)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail important engagé (et qui se poursuivra après 2050) sur les boisements, les haies, les ripisylves et les zones humides, dans le but de favoriser l'infiltration et le stockage de l'eau de pluie : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Renaturation et préservation des petits cours d'eau et des zones humides</li> <li>o Augmentation du linéaire de haies dans les zones agricoles</li> <li>o Gestion proactive de la forêt, remplacement des espèces par des essences adaptées au changement climatique</li> <li>o Limitation des baisses de débits des cours d'eau</li> </ul> </li> <li>- Maintien des zones agricoles et naturelles autour des villes et villages</li> <li>- Préservation de quelques infrastructures cévenoles patrimoniales</li> </ul>

<sup>11</sup> N.B : Des actions s'inscrivant dans un cadre planifié localement existent cependant déjà aujourd'hui. Par exemple, une délibération qui acte un plan de revitalisation du Vistre et de ses affluents sur 20 ans a été prise par le comité syndical de l'EPTB Vistre (plan inscrit dans le SAGE Vistre – Nappes Vistrenque et Costières).



THÉMATIQUE	SCÉNARIO « OPPORTUNISTE » 2050	SCÉNARIO « RECONQUÊTE » 2050
<b>Tourisme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse du tourisme dans l'arrière-pays au profit du littoral</li> <li>- Développement du tourisme haut de gamme autour de sites emblématiques ou du vin d'appellation</li> <li>- Forte augmentation des piscines et plans d'eau pour maintenir la fréquentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lutte contre la baisse du débit des rivières et la déprise agricole pour maintenir l'attractivité des territoires</li> <li>- Maintien possible de la répartition de la fréquentation entre les différents secteurs (stabilisation du tourisme dans l'arrière-pays)</li> <li>- Développement d'un tourisme écologique : découverte de la nature, des agrosystèmes locaux, d'espaces verts écologiques en ville...</li> <li>- Valorisation des patrimoines locaux</li> <li>- Développement des circuits courts et valorisation touristique des produits agricoles locaux</li> </ul>
<b>Risques et maladaptations à éviter</b>  <b>Prérequis pour accompagner le changement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de retenues dans des zones où on n'arrivera plus à les remplir à l'horizon 2050</li> <li>- Disparition d'exploitations malgré la mise en place d'ouvrages qui seraient alors abandonnés avant d'être rentabilisés</li> <li>- Peu de mise en place de changement de pratiques apportant un gain pour les ressources en eau et l'environnement au sens large</li> <li>- Développement de nouvelles activités consommatrices en eau dans des zones aux ressources limitées/difficilement mobilisables</li> <li>- Conflits d'usage à moyen terme pour l'accès à l'eau (AEP, agriculture et milieux)</li> <li>- Augmentation du risque incendie (augmentation des friches et forêt en mauvaise santé)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de retenues dans des zones où on n'arrivera plus à les remplir à l'horizon 2050</li> <li>- Disparition d'exploitations malgré la mise en place d'ouvrages qui seraient alors abandonnés avant d'être rentabilisés</li> <li>- Choix peu pertinents du point de vue coût / efficacité parmi les pistes envisagées</li> <li>- Choix non adaptés si phénomènes de rupture non anticipés dans les réponses des usages locaux au changement climatique (ex : rupture dans l'évolution démographique ? irrigation des prairies ? développement de nouvelles cultures ?)</li> <li>- <i>Nécessité de bien identifier les espèces adaptées pour le reboisement et les variétés / cépages pour l'agriculture (viabilité économique et résistance effective au changement climatique)</i></li> <li>- <i>Besoin fort de communication et de pédagogie sur les choix stratégiques pour garantir l'adhésion du plus grand nombre (urbanisation, changements de pratiques...) et atteindre ensemble les objectifs fixés</i></li> </ul>



#### Focus « Vigne » : quelle traduction de ces scénarios en termes de surfaces de vignes et de taux d'irrigation de la vigne à l'échelle du département ?

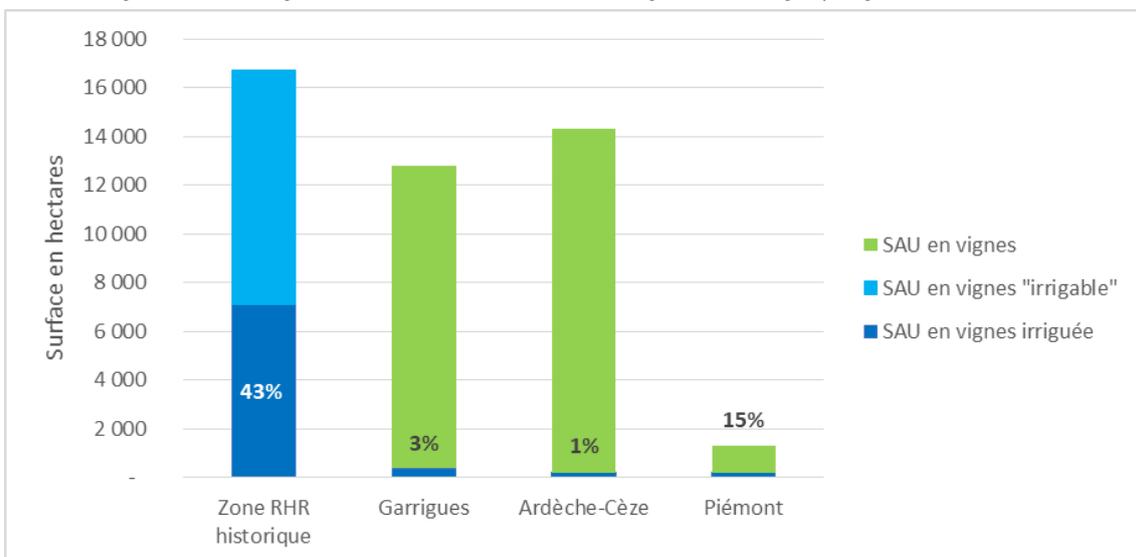
La vigne représente aujourd'hui le principal moteur de la demande en eau dans le Gard. C'est aussi une activité essentielle dans le département, avec des enjeux économiques mais aussi paysagers majeurs. Il est ainsi important de bien identifier les conséquences possibles des deux scénarios étudiés sur l'évolution des surfaces en vigne et du taux d'irrigation de la vigne (et dans un second temps sur l'activité viticole, le paysage, le tourisme, etc.).

#### Panorama synthétique de la situation actuelle

Les surfaces en vignes représentent 53 000 ha dont 7 900 ha irrigués, soit 15 % des surfaces en vignes. Des zones viticoles homogènes ont été identifiées dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 » et présentent des caractéristiques qui leurs sont propres :

- **Zone RHR historique** : cette zone regroupe des parcelles en vignes qui sont situées dans le Sud et l'Ouest du département. Elle représente 16 700 ha, soit environ un tiers des parcelles en vignes départementales. Ces parcelles ont accès à l'irrigation à travers principalement le Réseau hydraulique régional (RHR). Près de 45 % d'entre elles sont effectivement irriguées actuellement, traduisant la tendance à l'irrigation de la vigne quand la possibilité existe, mais aussi un potentiel important de parcelles « irrigables » non irriguées aujourd'hui.
- **Zone Garrigues** : cette zone rassemble des parcelles en vignes situées dans le centre du Département, pour un total de 12 800 ha. La zone est très faiblement équipée pour l'irrigation (400 ha, sur le réseau de la Gardonnenque principalement) et l'ensemble des parcelles ayant accès à l'irrigation apparaissent irriguées aujourd'hui. Cela représente un taux d'irrigation de la vigne de 3 %.
- **Zone Ardèche-Cèze** : cette zone de 14 300 ha regroupe les parcelles situées le long de la bordure rhodanienne et sur le bassin de la Cèze. Hormis quelques parcelles mobilisant l'irrigation à travers le RHR (bordure rhodanienne), les vignes n'ont pas accès à l'irrigation. Le taux d'irrigation des vignes est ainsi très faible sur la zone (1% de la SAU en vigne).
- **Zone Piémont** : les parcelles en vignes de cette zone représentent une surface réduite par rapport aux autres zones (1 300 ha) et les parcelles y sont très dispersées. Environ 15 % des surfaces en vignes sont irrigués, à travers les ASA d'irrigation de la Cèze (Saint-Jean et Potelières).

Figure 24 : Vision globale du niveau d'accès actuel à l'irrigation de la vigne par grande zone viticole





Près de 2 500 ha de vignes localisées par le Registre parcellaire graphique (RPG)<sup>12</sup> 2017 n'ont pas été intégrées à une zone viticole dans le cadre de nos travaux. Elles sont en effet très dispersées sur le territoire. Il n'apparaît en conséquence pas pertinent d'envisager des scénarios et solutions à une échelle départementale pour un éventuel accès à l'eau.

Enfin, près de 5 500 ha de vignes ne sont pas référencés par le RPG. Il s'agit de parcelles pour lesquelles il n'a pas été fait de demande d'aide PAC. Un échange avec la Chambre d'agriculture du Gard a mis en évidence que :

- La répartition géographique et les caractéristiques (irrigation ou non en particulier) de ces parcelles ne sont pas connues sur le territoire.
- Les aides PAC demandées sont dans une petite mesure des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) mais principalement des aides à la restructuration du vignoble (aides à la plantation) qui sont globalement demandées par toutes les exploitations « dynamiques ». Les surfaces hors RPG correspondent ainsi, toujours selon la Chambre d'Agriculture du Gard, a priori principalement à des exploitations en perte de vitesse dont le maintien à l'horizon 2050 est peu probable.

ZONES VITICOLES	SURFACE EN VIGNES ACTUELLES (RPG 2017)			
	SURFACE EN VIGNE (HA)	DONT SURFACE EN VIGNE « IRRIGABLE » (HA)	DONT SURFACE EN VIGNE IRRIGUÉE (HA)	TAUX D'IRRIGATION (%)
R- zone RHR historique	16 700	16 700	7 100	43 %
G – zone Garrigues	12 800	400	400	3 %
C – zone Cèze	11 800	-	-	0 %
A – zone Ardèche	2 500	200	200	8 %
P – zone Piémont	1 300	200	200	15 %
<i>hors zones</i>	2 500	-	-	0 %
<i>hors RPG</i>	5 400	-	-	0 %
<b>TOTAL</b>	<b>53 000</b>	<b>17 500</b>	<b>7 900</b>	<b>15 %</b>

Source : RPG 2017, Agreste 2019, diagnostic Eau et climat 3.0 2019

### Quelle évolution des surfaces en vignes et de l'irrigation de la vigne ?

À l'échelle départementale, on considère que 5 400 ha disparaissent (exploitations hors RPG, en perte de vitesse) quel que soit le scénario retenu. Ceci correspond aux tendances structurelles mises en évidence au chapitre 2.2.

Chacune des zones viticoles a par ailleurs des spécificités (historique, ressources mobilisables, niveau de structuration des acteurs...) qui la conduira à évoluer de manière différente vis-à-vis de l'irrigation. On peut notamment distinguer :

- la zone RHR historique, doté d'un réseau d'irrigation structurant et pour laquelle « le coup est parti » depuis les années 50 : quel que soit le scénario retenu, dans un contexte où l'accès à l'eau est possible, il sera probablement mobilisé par la majorité des vignerons ;
- les autres zones peu voire pas desservies par des réseaux structurants, dans lesquelles le développement de l'irrigation dépendra fortement des ressources mobilisables, de la structuration des acteurs locaux et du niveau d'implication de la sphère publique.

<sup>12</sup> RPG : base de données géographiques servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC).



**Scénario Opportuniste :**

Le tableau suivant présente les hypothèses retenues en matière d'évolution de l'irrigation dans le scénario Opportuniste, au regard des spécificités de chaque zone.

Hormis dans la zone RHR historique où la non irrigation aura été « choisie » (car le réseau est déjà accessible), on considère par la suite, dans le scénario Opportuniste, que la moitié des surfaces non irriguées aujourd'hui et qui ne seront pas irriguées en 2050 auront disparu, ceci pour deux raisons principales :

- L'irrigation aura en effet concerné en priorité les parcelles proches de ressources mobilisables et/ou les parcelles en appellation ;
- La recherche et la diffusion de pratiques d'adaptation au changement climatique (hors irrigation) auront été d'ampleur insuffisante.

**Au total, 60 % de la SAU en vigne du Gard serait irriguée en 2050 dans le scénario Opportuniste.**

ZONES VITICOLES	CARACTÉRISTIQUES	HYPOTHÈSES : SURFACES SUPPLÉMENTAIRES IRRIGUÉES 2050
R- zone RHR historique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'ensemble des surfaces en vigne sont « irrigables » grâce à la présence du RHR</li> <li>- La tendance de mobilisation de la ressource en eau quand l'accès est possible va s'intensifier</li> </ul>	80% de la SAU en vigne de la zone sera irriguée en 2050, ce qui représente 6 260 ha supplémentaires.
G – zone Garrigues	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les surfaces en vignes sont très importantes</li> <li>- La SAU « irrigable » à partir du RHR est irriguée à 100 %</li> <li>- Quelques petits projets d'extensions périphériques du RHR sont identifiés (cf. chapitre 7.6)</li> <li>- Les eaux souterraines représentent une solution envisageable, avec des contraintes techniques et réglementaires acceptables, pour près de 2 800 ha : forages individuels ou pour quelques exploitations envisageables</li> <li>- Quelques retenues individuelles ou pour quelques exploitations sont envisageables</li> </ul>	Entre environ 1 000 et 3 000 hectares supplémentaires (soit 10 à 25 % de la SAU en vigne non irriguée actuelle), majoritairement localisés sur les extrémités ouest et sud-est de la zone
C – zone Ardèche - Cèze	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le Rhône est proche d'une partie des parcelles (bordure rhodanienne)</li> <li>- Les demandes d'extensions du RHR sont importantes et les caves se mobilisent</li> <li>- Les eaux souterraines représentent une solution envisageable, avec des contraintes techniques et réglementaires acceptables, pour près de 2 200 ha de vignes</li> <li>- Quelques retenues individuelles ou pour quelques exploitations sont envisageables</li> <li>- Des vins à forte valeur ajoutée et reconnus depuis de nombreuses années sont produits sur la zone</li> </ul>	Un peu plus de 4 000 hectares supplémentaires (soit 30 % de la SAU en vigne non irriguée actuelle), majoritairement localisés sur la bordure rhodanienne
P – zone Piémont	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les surfaces sont peu importantes</li> <li>- Les eaux souterraines peuvent permettre d'irriguer les surfaces en vignes de la zone</li> <li>- L'ASA de Saint-Jean a un projet de stockage supplémentaire</li> <li>- Quelques retenues individuelles ou pour quelques exploitations sont envisageables</li> </ul>	300 hectares supplémentaires (soit 30 % de la SAU en vigne non irriguée actuelle)
Parcelles hors zones viticoles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des parcelles très dispersées</li> <li>- Un potentiel de mobilisation des eaux souterraines non connu</li> <li>- Quelques retenues individuelles ou pour quelques exploitations sont envisageables</li> </ul>	250 hectares supplémentaires (soit 10 % de la SAU en vigne non irriguée actuelle)



### Quelle évolution de l'irrigation de la vigne ? Scénario Reconquête

Dans le scénario Reconquête, on considère que l'irrigation a été planifiée dans le cadre d'une approche territoriale globale qui vise la sauvegarde de l'économie agricole et touristique dans tous les secteurs (dont SAU hors appellation et/ou située dans les secteurs plus éloignés des ressources avec des coûts d'irrigation à l'hectare plus élevés).

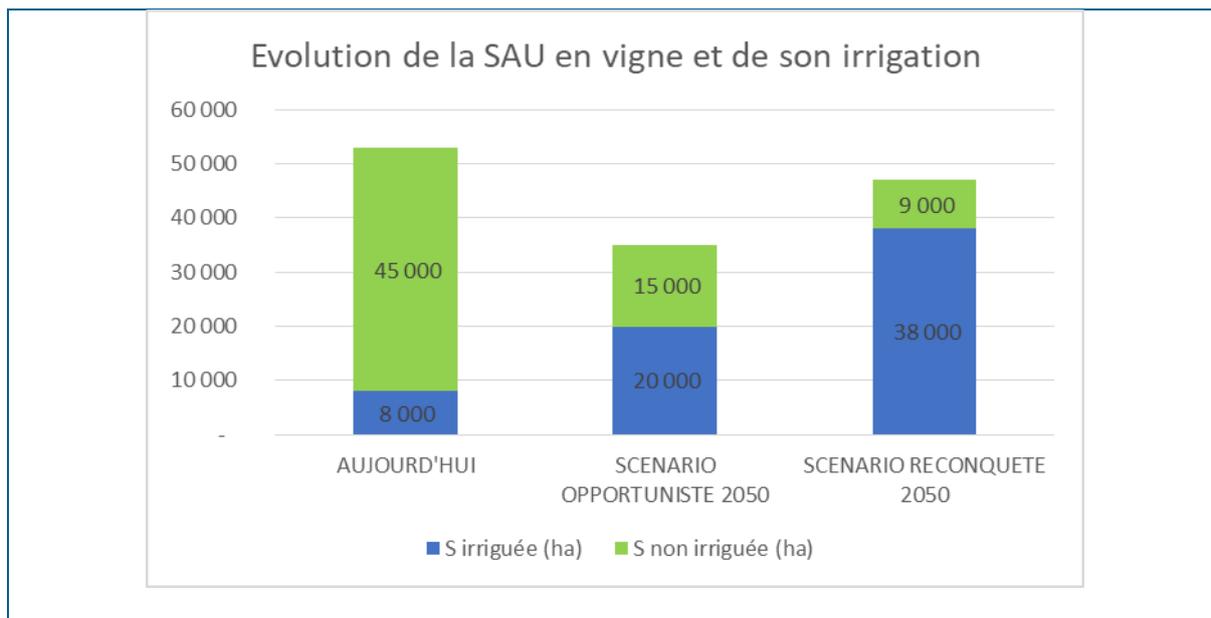
Dans ce scénario Reconquête, **80 % de la SAU en vigne du Gard serait irriguée en 2050. Les 20 % non irrigués arriveraient à se maintenir.**

#### Synthèse des chiffres clés pour les deux scénarios\*

Scénario Opportuniste		Situation 2050				Comparaison à la situation actuelle		
		SAU vigne 2050 (ha)	dont SAU vigne irriguée	dont SAU vigne non irriguée	Taux d'irrigation de la SAU	SAU vigne disparue par rapport à aujourd'hui	SAU irriguée supplémentaire par rapport à aujourd'hui	Taux de la SAU non irriguée aujourd'hui irriguée en 2050
Zones		ha	ha	ha	%	ha	ha	%
R	Zone RHR historique	16 700	13 360	3 340	80%	-	6 260	65%
G	Garrigues	7 350	1 900	5 450	26%	5 450	1 500	12%
C	Ardèche-Cèze	9 365	4 430	4 935	47%	4 935	4 230	30%
P	Piémont	900	500	400	56%	400	300	27%
hors zones		1 375	250	1 125	18%	1 125	250	10%
hors RPG		-	-	-	-	5 400	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>35 690</b>	<b>20 440</b>	<b>15 250</b>	<b>57%</b>	<b>17 310</b>	<b>12 540</b>	<b>28%</b>

Scénario Reconquête		Situation 2050				Comparaison à la situation actuelle		
		SAU vigne 2050 (ha)	dont SAU vigne irriguée	dont SAU vigne non irriguée	Taux d'irrigation de la SAU	SAU vigne disparue par rapport à aujourd'hui	SAU irriguée supplémentaire par rapport à aujourd'hui	Taux de la SAU non irriguée aujourd'hui irriguée en 2050
Zones		ha	ha	ha	%	ha	ha	%
R	Zone RHR historique	16 700	13 360	3 340	80%	-	6 260	65%
G	Garrigues	12 800	10 320	2 480	81%	-	9 920	80%
C	Ardèche-Cèze	14 300	11 480	2 820	80%	-	11 280	80%
P	Piémont	1 300	1 080	220	83%	-	880	80%
hors zones		2 500	2 000	500	80%	-	2 000	80%
hors RPG		-	-	-	-	5 400	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>47 600</b>	<b>38 240</b>	<b>9 360</b>	<b>80%</b>	<b>5 400</b>	<b>30 340</b>	<b>67%</b>

\* Pour chacun des deux scénarios, les chiffres affichés dans les tableaux correspondent à la borne haute du scénario (une fourchette plus large est indiquée ci-avant dans la présentation globale des scénarios),



### 3.2.3 Comparaison territoriale des deux scénarios

Les caractéristiques des territoires gardois et leur vulnérabilité spécifiques ont été présentées dans le diagnostic « Eau et climat 3.0 » (cf. chapitre 5 du rapport de phases 1 et 2). Ainsi les scénarios définis ci-avant auraient des conséquences possibles différentes sur chacun. Un aperçu des futurs « Eau et climat » possibles à l'échelle de ces territoires est présenté ci-après.

#### QUELLE TRADUCTION LOCALE ? TERRITOIRE « CÉVENNES »

THÉMATIQUE	SCÉNARIO OPPORTUNISTE	SCÉNARIO RECONQUÊTE
<b>Urbanisation</b>	La population stagne ou diminue	La sécurisation de l'activité agricole maintient le dynamisme du territoire et sa population
<b>AEP</b>	L'alimentation en eau potable n'est pas garantie l'été dans les hameaux (coupures récurrentes)	La mise en place de retenues locales permet de sécuriser progressivement l'AEP pour les mois les plus secs.
<b>Agriculture</b>	Les productions à forte valeur ajoutée se maintiennent, voire progressent (oignons doux), mais les autres sont fragilisées voire déclinent sans soutien adapté au stockage	Un soutien au renforcement des capacités de stockage a permis le développement de la production d'oignons doux (+10 ha) et le maintien d'autres productions cévenoles (élevage ovin lait, châtaignes...)
<b>Paysages et patrimoines naturels et culturels</b>	Le dépérissement des forêts s'est poursuivi et les infrastructures cévenoles traditionnelles sont abandonnées	Les forêts résistent progressivement mieux grâce à une politique forte de replantation d'espèces adaptées et quelques infrastructures patrimoniales ont pu être préservées ; la pluie est mieux infiltrée et stockée
<b>Tourisme</b>	L'attractivité touristique stagne voire baisse (baisse des débits ne favorisant pas la baignade, moindre dynamisme local, paysage marquée par le changement climatique)	L'attractivité et la fréquentation du territoire sont maintenues



## QUELLE TRADUCTION LOCALE ? TERRITOIRE « GARRIGUES ET PLAINES »

THÉMATIQUE	SCÉNARIO OPPORTUNISTE	SCÉNARIO RECONQUÊTE
<b>Urbanisation</b>	L'étalement urbain (agglomération Alès, Uzège...) est ralenti, mais grignote les terres agricoles et naturelles	Les espaces agricoles et naturels sont préservés grâce au contrôle de l'urbanisation et de l'artificialisation (densification notamment)
<b>AEP</b>	Les ressources locales sont parfois ponctuellement insuffisantes pour répondre aux besoins AEP	Le développement d'extensions structurantes du RHR, de forages et/ou la mise en place de retenues locales permet de sécuriser progressivement l'AEP des secteurs sous tension (double usage irrigation-AEP pour les projets structurants), mais peut inversement augmenter l'urbanisation limitée par les ressources en eau
<b>Agriculture</b>	La SAU a fortement baissé en l'absence de projets structurants et en raison de l'éloignement des ressources importantes : friches, embroussaillage, élevages extensifs ?	La structuration des agriculteurs permet d'accompagner le développement de l'irrigation et les changements de pratiques : préservation d'une agriculture aussi importante que celle d'aujourd'hui, qui conserve sa nature tout en s'inscrivant dans une démarche plus durable.
<b>Paysages et patrimoines naturels et culturels</b>	Le paysage est fortement modifié (broussailles et plaines nues, bassines individuelles) L'enrichissement augmente le risque incendie sur le territoire	Le paysage de garrigues et de vignes, et la fonctionnalité des milieux naturels sont préservés voire restaurés L'adaptation de la gestion forestière (espèces, pâturages...) et la préservation des vignes réduit le risque incendie Les mesures de gestion des espaces naturels, agricoles et forestiers favorisant la rétention et l'infiltration des eaux de pluie sont développées à grande échelle pour des résultats visibles
<b>Tourisme</b>	Développement d'un tourisme haut de gamme (golfs, œnotourisme) ?	L'attractivité et la fréquentation du territoire sont maintenues grâce à la préservation du paysage et un effort est fait pour soutenir les débits des cours d'eau en étiage (axes réalimentés des Gardons et de la Cèze.)

48

### Zoom sur la vigne

SAU VIGNE ACTUELLE	SAU VIGNES 2050 – SCÉNARIO OPPORTUNISTE	SAU VIGNES 2050 – SCÉNARIO RECONQUÊTE
14 000 ha (5 % irrigué)	8 000 ha (30 % irrigué)	14 000 ha (80 % irrigué)



QUELLE TRADUCTION LOCALE DE CES SCÉNARIOS ? « CEINTURE RHODANIENNE » ET « CAMARGUE »

THÉMATIQUE	SCÉNARIO OPPORTUNISTE	SCÉNARIO RECONQUÊTE
<b>Urbanisation</b>	L'étalement urbain est ralenti, mais se poursuit au détriment des terres agricoles et naturelles et sans prendre en compte la hausse du niveau de la mer (horizon 2100). Les zones urbanisées s'étendent autour des villes et villages actuels	L'étalement urbain est contenu avec une nouvelle manière de concevoir les projets urbains : petits immeubles collectifs, dés artificialisation, infiltration, zones de fraîcheur...
<b>AEP</b>	Les ressources locales sont parfois localement insuffisantes pour répondre aux besoins AEP	Le développement d'extensions structurantes du RHR, de forages et/ou la mise en place de retenues locales permet de sécuriser progressivement l'AEP des secteurs sous tension (double usage irrigation-AEP pour les projets structurants)
<b>Agriculture</b>	La SAU baisse en lien avec l'artificialisation du territoire (urbanisation, plateformes logistiques, infrastructures routières), malgré quelques progrès	Les terres agricoles, notamment les bonnes terres et celles avec accès à l'irrigation, sont sanctuarisées
<b>Paysages et patrimoines naturels et culturels</b>	L'enrichissement (spéculation foncière) augmente le risque incendie sur le territoire	Les friches valorisables sont remises en culture. Le cadre de vie est plus « vert » en ville Les mesures de gestion des espaces naturels, agricoles et forestiers favorisant la rétention et l'infiltration des eaux de pluie sont développées à grande échelle pour des résultats visibles
<b>Tourisme</b>	La fréquentation du littoral augmente au détriment du reste du territoire (facteur « mer » et effets négatifs des pics de chaleur en ville et dans les terres)	L'attractivité et la fréquentation du territoire sont maintenues grâce à la préservation de zones agricoles et naturelles et au développement d'espaces verts écologiques en ville

Zoom sur la vigne

SAU VIGNE ACTUELLE	SAU VIGNES 2050 – SCÉNARIO OPPORTUNISTE	SAU VIGNES 2050 – SCÉNARIO RECONQUÊTE
31 000 ha (25 % irrigué)	26 000 ha (70 % irrigué)	31 000 ha (80 % irrigué)



## 3.3 QUELLES CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES POUR CES DEUX SCÉNARIOS ?

L'objectif de l'analyse socio-économique est de considérer, d'évaluer et de comparer d'une manière large les différents effets directs et indirects que pourrait avoir la mise en œuvre des deux scénarios présentés précédemment.

Au regard de leur importance pour le territoire et de l'impact potentiel du changement climatique, nous avons choisi d'aborder plus en détails la traduction socio-économique des scénarios pour les sujets suivants :

- **L'artificialisation des sols et l'alimentation en eau potable**, en lien avec l'augmentation attendue de la population à l'horizon 2050 ;
- **L'activité agricole, en particulier le secteur viticole** qui représente une des productions emblématiques du Gard.  
Avec 375 M€/an, la viticulture pèse pour moitié dans le chiffre d'affaire agricole départemental (750 M€/an) (chiffres moyens sur la période 2010 à 2018). Son devenir dans le contexte du changement climatique est de plus ressorti lors des différentes réunions de concertation comme un enjeu majeur ;
- **Le tourisme**, l'un des piliers de l'économie gardoise (chiffre d'affaire annuel d'environ un milliard d'euros).  
Cette activité est naturellement très influencée par les conditions climatiques, mais aussi par la qualité des paysages, par l'activité agricole ou encore par la forêt ;
- **Le risque incendie**, qui représente un enjeu majeur pour la préservation de la sécurité de la population, des activités et des paysages gardois.

L'analyse permettra de donner des ordres de grandeur des évolutions possibles de différents paramètres comme les volumes d'eau consommés, les surfaces artificialisées, le chiffre d'affaire et le nombre d'emplois.

### 3.3.1 L'artificialisation et la consommation d'eau potable

Les hypothèses associées aux deux scénarios évalués à l'horizon 2050 sont présentées ci-dessous<sup>13</sup> :

<b>Scénario Opportuniste</b>	<i>Pas de politique volontariste forte en matière de pilotage de l'urbanisation et d'économie d'eau</i>	<b>Hypothèses associées :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendements des réseaux eau potable : +5 points par rapport à la situation actuelle</li> <li>- Consommation unitaire par habitant : stable (170 l/j/hab. en moyenne à l'échelle du Gard)</li> <li>- Surface artificialisée par habitant : stable (560 m<sup>2</sup>/hab. en 2018).</li> </ul>
<b>Scénario Reconquête</b>	<i>Politique volontariste en matière de pilotage de l'urbanisation et d'économie d'eau</i>	<b>Hypothèses associées :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendements des réseaux eau potable : +10 points</li> <li>- Consommation unitaire par habitant : -5 %</li> <li>- Surface artificialisée par habitant : fourchette comprise entre :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'objectif de zéro artificialisation nette à l'horizon 2040 affiché dans le SRADDET Occitanie,</li> <li>• et une hypothèse moins volontariste : -20 % par rapport à la valeur 2018.</li> </ul> </li> </ul>

<sup>13</sup> Les hypothèses concernant l'alimentation en eau potable ont été définies sur la base du rapport de diagnostic de l'étude « Eau et climat ». Il est possible de se référer au chapitre 4.1 de ce rapport pour plus de précisions.



En appliquant ces hypothèses, et en considérant une évolution de + 140 000 habitants à l'horizon 2050 dans le Gard, on obtient :

	BESOIN AEP POUR 877 000 HABITANTS	SURFACES CONSOMMÉES POUR ACCUEILLIR LES 140 000 HABITANTS SUPPLÉMENTAIRES
<b>Scénario Opportuniste</b>	73M m <sup>3</sup> / an (+ 11M m <sup>3</sup> /an par rapport à 2015)	8 000 ha
<b>Scénario Reconquête</b>	65M m <sup>3</sup> / an (+ 3M m <sup>3</sup> /an par rapport à 2015)	0 à 6 000 ha selon les efforts qui seront consentis au niveau local

En conclusion, l'analyse met en évidence l'efficacité des mesures de réduction des consommations pour l'usage eau potable, via l'amélioration des rendements et la diminution des consommations unitaires. Ces mesures pourraient permettre de compenser une grande partie des nouveaux besoins associés à l'augmentation de la population (dans le cas du scénario Reconquête). De plus, le scénario Reconquête permet, par rapport au scénario Opportuniste, une meilleure préservation des surfaces en limitant l'artificialisation due à l'accueil de nouveaux habitants. Dans la version la plus ambitieuse du scénario Reconquête, des efforts particulièrement importants en matière de lutte contre l'artificialisation permettent de traduire localement l'objectif fixé par le SRADDET Occitanie, avec une artificialisation nette nulle à l'horizon 2050.

### 3.3.2 Le chiffre d'affaire et l'emploi agricole : cas de la viticulture

BRLingénierie a conçu pour la présente étude un modèle socio-économique visant à approcher à l'horizon 2050 le chiffre d'affaire et le nombre d'emplois que pourrait générer l'activité viticole gardoise dans les deux scénarios retenus.

Différentes hypothèses ont été posées, pour la conception de ce modèle, sur les paramètres suivants :

- **Le climat** : l'analyse est faite sur une période de dix années pour lesquelles nous définissons une fréquence d'années sèches et d'années moyennes ;
- **Les rendements** : nous avons définis des niveaux de rendements raisonnablement envisageables selon :
  - les trois segments de production (vins AOP, IGP et SIG),
  - le climat projeté,
  - la conduite des vignes en sec ou irriguées,
  - et en condition d'année sèche ou d'année moyenne ;
- **Les surfaces en vignes**, que l'on fait varier selon les scénarios ;
- **L'irrigation** : de la même manière, en fonction du scénario, nous caractérisons la proportion des surfaces de vignes qui ont accès à l'irrigation à l'horizon 2050 ;
- **Les cotations** : enfin pour passer d'un volume de vin produit à un chiffre d'affaire, le prix de vente du vin pour les différentes productions (AOP, IGP et SIG) est paramétré ;
- **L'emploi** : nous avons défini des facteurs d'emploi (direct et indirect) générés à l'hectare par les surfaces viticoles.



Les hypothèses de travail ont été fixées en mobilisant des données chiffrées récupérées auprès des services statistiques de la DRAAF, de FranceAgriMer ou encore des organismes de défense et de gestion des appellations Côtes du Rhône et Languedoc (cours du vin, production annuelle, chiffre d'affaire, emploi, etc.). Différents experts de la production viticole locale ont également contribué à l'analyse de ces données et à l'élaboration des hypothèses présentées plus en détail dans les paragraphes suivants.

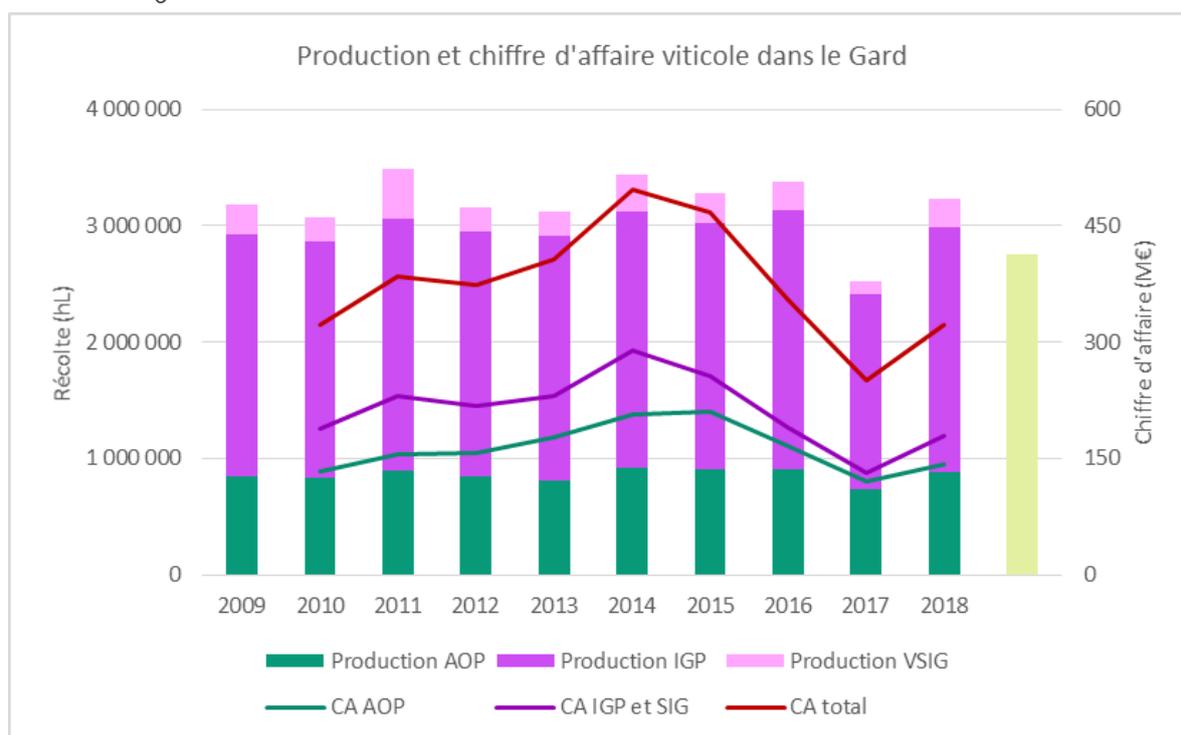
Pour faciliter la comparaison des résultats, le paramétrage du climat, des niveaux de rendement, des cotations des vins et des facteurs d'emploi sont identiques entre les deux scénarios. Nous avons choisi de ne faire varier que les surfaces viticoles et l'accès à l'irrigation.

Enfin, l'ensemble de l'analyse est faite à l'échelle macroscopique départementale. Les conséquences socio-économiques d'une évolution des surfaces ou de l'irrigation sur un territoire précis ne peuvent pas être données via ce modèle faute d'informations suffisamment précises pour le paramétrer à une échelle plus fine.

### PRÉALABLE : MISE EN ÉVIDENCE DES LIENS ENTRE CLIMAT, PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRE DE LA VITICULTURE

Un premier travail a consisté à mettre en parallèle, sur les dix dernières années, la production et le chiffre d'affaire viticole. On met ainsi en évidence le lien important existant entre ces deux paramètres, ainsi que l'impact que peut avoir le climat sur leur évolution (voir graphique ci-dessous. NB : Les chiffres d'affaire y sont indiqués en euros courants).

Figure 25 : Volumes récoltés et chiffre d'affaire sur les dix dernières années dans le Gard



\* La barre vert clair à droite correspond à la production estimée totale (AOP, IGP et VSIG) 2019 (données provisoires).

Source : SAA (Agreste)

Les volumes totaux produits annuellement sont restés relativement stables (autour de 3 millions d'hectolitres / an) sur cette période, hormis au cours des campagnes 2017 et 2019, marquées par une production plus faible (les données 2019 sont pour l'instant des données provisoires). Ces deux années, caractérisées par des phénomènes de sécheresse et de vague de chaleur, illustrent le lien entre climat et production viticole. D'autres phénomènes, souvent plus ponctuels, peuvent également avoir une incidence sur la production tels que le gel, les orages, la grêle ou encore certains bioagresseurs.



De manière directe, le chiffre d'affaire viticole évolue à la baisse ou à la hausse en fonction des volumes produits chaque année. En 2017, le chiffre d'affaire viticole a été de 250 millions d'euros contre environ 375 millions en moyenne sur les dix dernières années. Le chiffre d'affaire de l'année 2018 a semble-t-il également été impacté négativement par les faibles volumes produits l'année précédente (deuxième année avec le plus faible chiffre d'affaire viticole après 2017). Il sera intéressant de visualiser l'impact qu'aura la faible production de la campagne 2019 sur le chiffre d'affaire, de manière à valider les liens existants entre ces deux paramètres.

Tableau 6 : Impact du climat sur la production et le chiffre d'affaire en viticulture – Cas de 2017 et 2019 dans le Gard

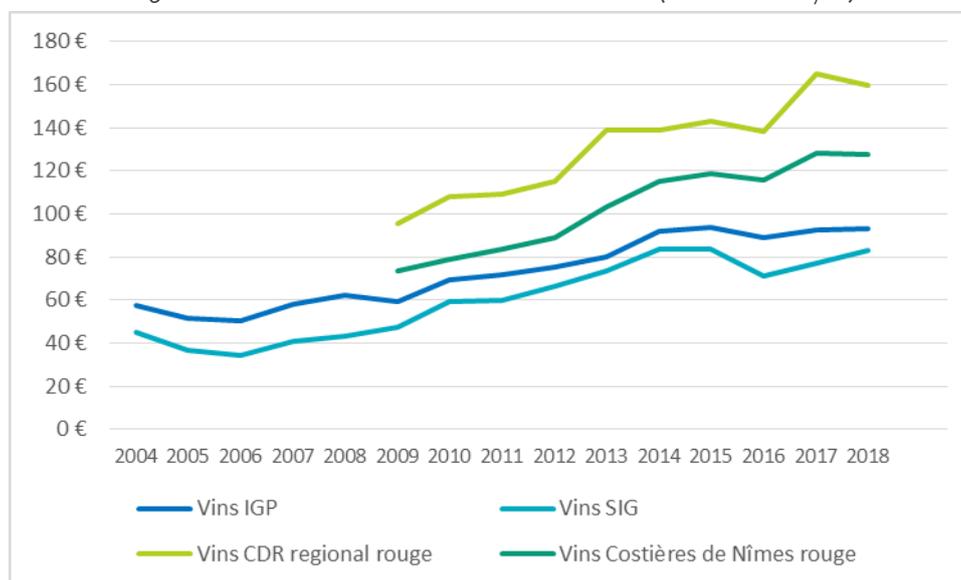
Année	Production (en hl) par rapport à la moyenne annuelle 2009-2018	Chiffre d'affaire viticole (en M€) par rapport à la moyenne annuelle 2009-2018
Moyenne 2009-2018	3,2M hl/an	375 M€/an
2017	2,58M hl (- 20%)	250 M€ (-30%)
2019*	2,75M hl (- 15%)	Donnée non disponible

\* Données provisoires

### UN IMPACT MARQUÉ DU COURS DU VIN SUR LE CHIFFRE D'AFFAIRE, MIS EN ÉVIDENCE MAIS NON MODÉLISÉ POUR L'ANALYSE

Au-delà de l'effet du climat, l'évolution interannuelle du chiffre d'affaire s'explique également par la valorisation du vin. La cotation annuelle moyenne de différentes productions viticoles du Gard est présentée ci-dessous.

Figure 26 : Évolution du cours du vin dans le Gard (en € constants/hL)



Source : FranceAgriMer et Inter Rhône

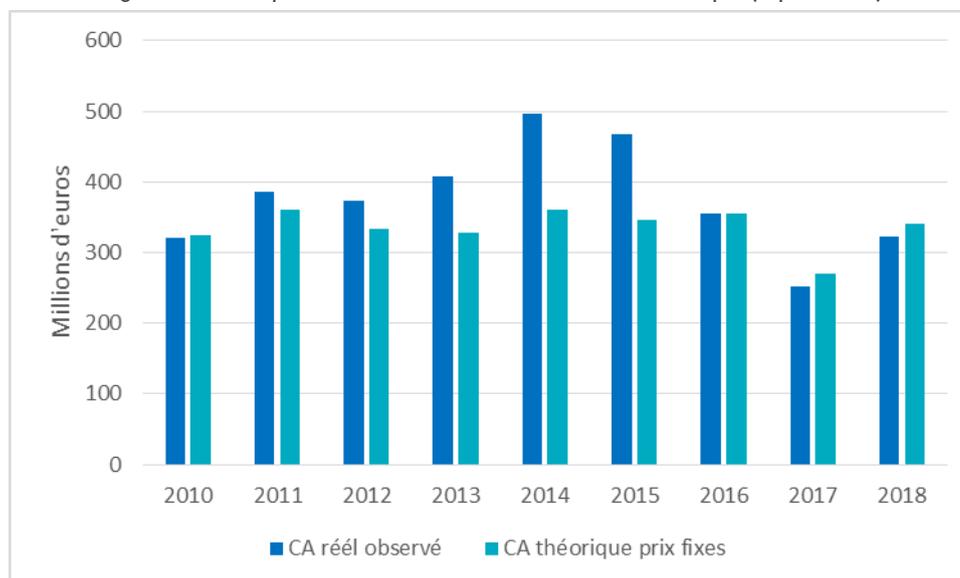
Sur les dix dernières années la tendance est à une meilleure valorisation de l'ensemble des vins produits dans le département du Gard, y compris lorsque l'on corrige ces données par l'inflation (non représentée ici).

Cependant la tendance n'est pas linéaire et des fluctuations peuvent exister. C'est le cas à partir de 2012 où l'on observe une nette augmentation du cours des différents vins, ou au contraire en 2016 avec une chute notable des cotations. La cotation des vins va dépendre de multiples facteurs, en premier lieu la demande du marché et les attentes du consommateur mais également la qualité des produits, qui est elle-même de nouveau conditionnée par le climat.



La figure suivante compare l'évolution du chiffre d'affaire viticole réellement observé avec le chiffre d'affaire viticole théorique calculé à partir des volumes produits et d'un cours du vin fixe (cotations 2019).

Figure 27 : Comparaison du chiffre d'affaire réel et théorique (à prix fixes)



Source : Agreste, DRAAF et BRLi

Cette analyse permet de visualiser, pour une production donnée, l'influence que peut avoir le cours du vin sur le chiffre d'affaire agricole. Ce paramètre n'est pas évalué plus en détail au cours de notre analyse socio-économique car il apparaît très complexe à modéliser. **La cotation du vin est ainsi fixée dans notre modélisation : elle correspond aux niveaux observés au 1<sup>er</sup> octobre 2019** (voir tableau suivant).

Figure 28 : Cotation du vin selon le type de produit

Cultures	Prix de vente (€/hL)
dont AOP	140
dont IGP	95
dont VSIG	70

Source : Conjoncture viticole au 1<sup>er</sup> octobre 2019 (DRAAF Occitanie), Inter Rhône, BRLi

Un effort pour améliorer la valorisation de la production départementale (par exemple via les signes officiels de qualité et d'origine) pourrait permettre une progression notable du chiffre d'affaire. C'est l'un des facteurs qui pourrait permettre à l'avenir de mieux supporter économiquement les pertes de rendements provoquées par l'évolution du climat.



## INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RENDEMENTS VITICOLES EN SEC ET EN IRRIGUÉ – HYPOTHÈSES RETENUES

Les rendements ont été établis à partir des données de la statistique agricole annuelle des volumes produits et des surfaces en vignes sur la période 2009-2018, des références produites par l'AIRMF ainsi que par l'expertise de différents acteurs de la filière viticole.

Pour les rendements actuels de référence :

- Année moyenne : ils ont été obtenus à partir des travaux de l'Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises (AIRMF) fournissant pour le Gard les rendements moyens en sec et en irrigué observés à ce jour ;
- Année sèche :
  - Système non-irrigué : les rendements sont ceux observés à l'échelle départementale pour l'année 2017 (année sèche de référence) ;
  - Système irrigué : on considère une diminution de - 10% par rapport aux rendements irrigués en année moyenne.

Les hypothèses concernant l'évolution à l'horizon 2050 des rendements, du fait de la seule évolution climatique à cet horizon, dans les différentes configurations (système irrigué ou non et année sèche ou non) ont été établies à la suite des échanges avec différents acteurs de la filière viticole. Deux facteurs de diminution des rendements ont été retenus :

- - 25% en système non-irrigué ;
- - 5% en système irrigué.

L'ensemble des hypothèses posées sur les rendements sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Figure 29 : Rendements actuels (« références ») et hypothèses d'évolutions en année moyenne et en année sèche

		Année moyenne		Année sèche	
		Non-irrigué	Irrigué	Non-irrigué	Irrigué
Références	Vignes (hL/ha)				
	AOP	43	48	38	43
	IGP	68	73	54	66
	VSIG	72	114	46	103
Evolutions des rendements		↓ - 25 %	↓ - 5 %	↓ - 25 %	↓ - 5 %
Projection 2050	AOP	32	46	29	41
	IGP	51	69	41	62
	VSIG	54	108	35	97

Source : SAA (Agreste) et BRLi

Pour rappel, l'évaluation socio-économique est faite ici sur une période de dix ans incluant un certain nombre d'année moyenne et d'année sèche. **L'hypothèse retenue dans l'analyse est une fréquence d'une année sèche sur cinq à l'horizon 2050.**

Il est important de noter que l'année moyenne future sera vraisemblablement comparable à une année sèche actuelle et que l'année sèche future pourra être encore plus intense que celle observée en 2017 par exemple.



## ÉVALUATION DU CHIFFRE D'AFFAIRE VITICOLE DÉPARTEMENTAL SELON LES 2 SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

À partir des hypothèses concernant les surfaces en vigne, l'accès à l'irrigation, les rendements atteints, la fréquence des années sèches, la valorisation du vin, il est possible de reconstituer sur une période de 10 ans le chiffre d'affaire généré par la production viticole.

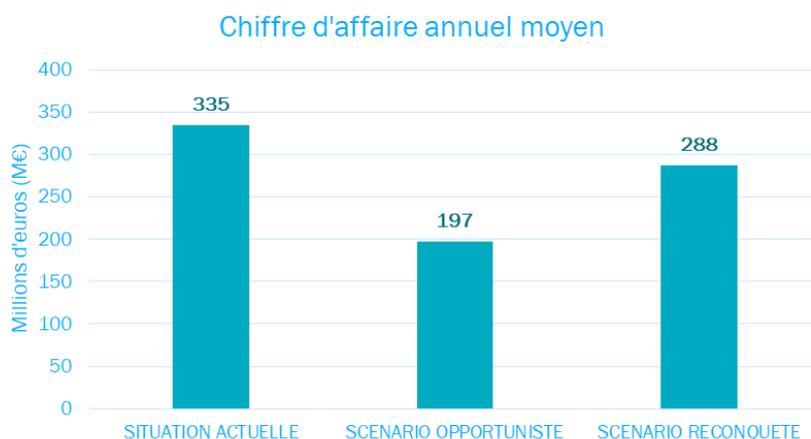
Les hypothèses concernant les surfaces viticoles irriguées et non-irriguées sont rappelées et les résultats de l'analyse sont présentés ci-dessous pour les différents scénarios.

Tableau 7 : Hypothèses et résultats de la modélisation socio-économique vigne (chiffre d'affaire)

	SURFACE IRRIGUÉE (HA)	SURFACE NON-IRRIGUÉE (HA)	SURFACE TOTALE (HA)	SURFACE DISPARUE (HA)	CA ANNUEL MOYEN SUR 10 ANS (M€)	DELTA CA SUR 10 ANS / ACTUEL (M€)	CA SUR 30 ANS (M€)	DELTA CA SUR 30 ANS / ACTUEL (M€)
<b>Situation actuelle</b>	8 000	45 000	53 000		335*		10 050	
<b>Scénario Opportuniste</b>	20 000	15 000	35 000	18 000	197	<b>- 138</b>	5 922	<b>- 4 128</b>
<b>Scénario Reconquête</b>	38 000	9 000	47 000	6 000	288	<b>- 47</b>	8 628	<b>- 1 422</b>

\*Avec hypothèses de prix fixes (prix 2019)

Figure 30 : Chiffre d'affaire annuel moyen de la viticulture gardoise (référence et futurs possibles)



La perte de chiffre d'affaire provoquée potentiellement par l'évolution du climat est différente en fonction du scénario envisagé :

- Scénario Opportuniste : perte d'environ 140 M€ de chiffre d'affaire annuel par rapport à la référence actuelle, soit plus de 4 milliards d'euros sur une période de 30 ans ;
- Scénario Reconquête : perte d'environ 50 M€ de chiffre d'affaire annuel par rapport à la référence actuelle, soit près de 1,5 milliards d'euros sur une période de 30 ans.

Le scénario Reconquête permettrait ainsi de compenser une partie des pertes provoquées par le changement climatique sans pour autant les effacer complètement. La modélisation permet de quantifier les retombés économiques du scénario Reconquête qui permettrait de maintenir un chiffre d'affaire viticole annuel d'environ 90 millions d'euros supérieur par rapport au scénario Opportuniste, soit un gain de 2,7 milliards d'euros sur 30 ans.



## ÉVALUATION DE LA PERTE D'EMPLOIS DIRECTS ET INDIRECTS ASSOCIÉE AUX DIFFÉRENTS SCÉNARIOS

### Situation actuelle

Le facteur d'emploi associé aux surfaces viticoles est égal à 13,4 ha pour générer un ETP (issu de l'édition Agriscopie 2019 publiée par la Chambre d'Agriculture du Gard et CER France).

Les données de la MSA indiquent que l'emploi agricole direct lié à la viticulture se répartit entre :

- 2 473 chefs d'exploitation (données 2017) ;
- 7 489 salariés soit 2 292 ETP (données 2016).

### Impact de l'irrigation sur les facteurs d'emplois

Les facteurs d'emploi directs et indirects associés à l'usage de l'irrigation sont établis à partir des travaux de thèse d'Isabelle Carrière<sup>14</sup> et des travaux d'estimations de l'AIRMF. Ce sont ces valeurs que nous avons prises comme hypothèses pour nos projections.

Il s'agit de facteurs d'emploi supplémentaires par rapport à une situation non-irriguée :

- Emploi direct : 34 ha de surface irriguée pour générer un ETP supplémentaire,
- Emploi indirect : 55 ha de surface irriguée pour générer un ETP supplémentaire.

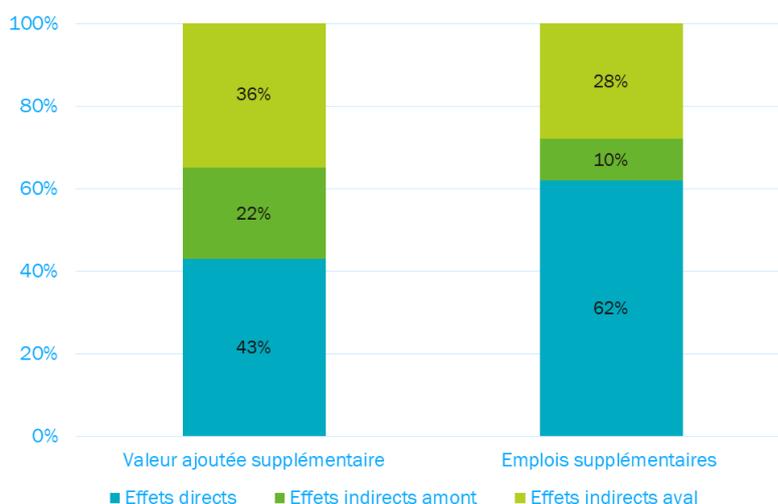
Les effets indirects sont considérés sur les filières amont (matériels, conseils agricoles, carburant...) et aval (transformation, transport, commercialisation...).

#### **Effet de l'irrigation de la vigne sur la valeur ajoutée et l'emploi**

La thèse d'Isabelle Carrière avait permis de mettre en évidence un supplément annuel de valeur ajoutée, estimé à + 700 000 millions de francs (environ 100 millions d'euros), et d'emploi, estimé à + 3 200 ETP, généré par la mise en place de l'irrigation sur le périmètre de la concession BRL.

La répartition des effets associés à la mise en place de l'irrigation est présentée ci-dessous.

Figure 31 : Répartition des effets associés à la mise en place de l'irrigation sur le périmètre BRL



Source : Thèse I. Carrière (1999)

<sup>14</sup> Évaluation économique du programme d'aménagement hydro-agricole du Bas-Rhône-Languedoc. Isabelle Carrière, 1999



## Résultats de l'analyse

L'évolution attendue des emplois directs et indirects associée à l'évolution des surfaces viticoles et de l'usage de l'irrigation pour les deux scénarios est présentée ci-dessous. L'évolution des emplois indirects associée à la diminution des surfaces agricoles n'est pas évaluée dans cette analyse<sup>15</sup>. Trois types d'effets sont quantifiés :

- L'évolution de l'emploi direct agricole du fait de la diminution des surfaces agricoles ;
- L'évolution de l'emploi direct agricole du fait de l'usage de l'irrigation ;
- L'évolution de l'emploi indirect du fait de l'usage de l'irrigation.

Figure 32 : Hypothèses et résultats de la modélisation socio-économique vigne (emplois)

	SURFACE IRRIGUÉE (HA)	SURFACE NON-IRRIGUÉE (HA)	SURFACE TOTALE (HA)	SURFACE DISPARUE (HA)	DELTA EMPLOIS DIRECTS (SURFACES)	DELTA EMPLOIS DIRECTS (IRRIGATION)	DELTA EMPLOIS INDIRECTS (IRRIGATION)	DELTA EMPLOIS TOTAL
SITUATION ACTUELLE	8 000	45 000	53 000					
SCENARIO OPPORTUNISTE	20 000	15 000	35 000	18 000	- 1350	350	200	- 800
SCENARIO RECONQUETE	38 000	9 000	47 000	6 000	- 450	900	550	+ 1000

Ainsi, les deux scénarios étudiés conduisent respectivement à :

- Scénario Opportuniste : perte d'environ 800 emplois directs et indirects causée principalement par la perte de surfaces agricoles ;
- Scénario Reconquête : gain d'environ 1000 emplois directs et indirects permis par le développement de l'irrigation permettant de compenser la perte d'emploi liée à la perte de surface agricole.

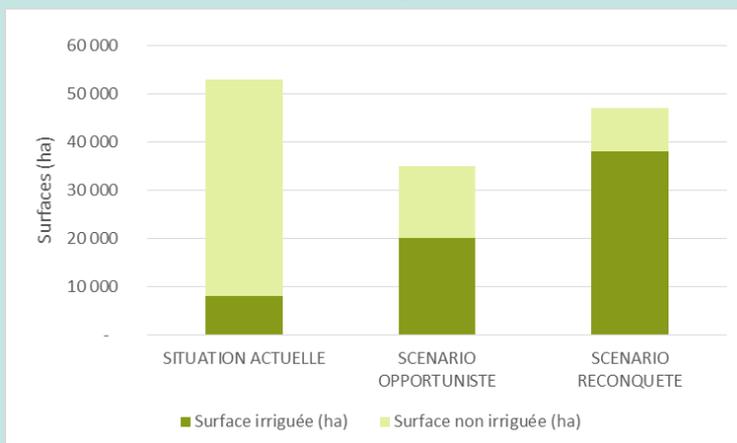
<sup>15</sup> Absence de bibliographie identifiée sur ce sujet, évaluation complexe selon le périmètre retenu pour l'analyse



### Les résultats de l'analyse et la comparaison des scénarios

Le modèle élaboré pour évaluer l'incidence des scénarios sur l'activité agricole, en prenant comme cas d'étude le secteur viticole, souligne premièrement les conséquences fortes que pourrait avoir l'évolution du climat à l'horizon 2050. Les rendements seront fortement impactés en année moyenne et en année sèche. La mise en place de l'irrigation à la parcelle pourra permettre de limiter la perte de rendement mais ne permettra pas de l'effacer totalement.

Figure 33 : Hypothèses de surfaces et d'irrigation retenues pour les deux scénarios



Source : BRLi (2019)

D'autre part, il est à prévoir que l'évolution du climat, avec ses effets sur les rendements, ait une conséquence négative sur le chiffre d'affaire moyen généré chaque année par l'activité viticole. Ces conséquences ont été évaluées à :

- Une perte de 140 millions d'euros par an en se plaçant dans le cadre du scénario Opportuniste ;
- Une perte de 50 millions d'euros par an en se plaçant dans le cadre du scénario Reconquête ;
- Soit une différence cumulée de 2.7 milliards d'euros sur 30 ans entre les deux scénarios

Cette analyse est faite à prix constant et n'a pas pris en compte une évolution possible de la valorisation des produits viticoles avec une montée en gamme et une augmentation possible du prix de vente du vin. Ce facteur est également important et, même s'il est difficile d'influer dessus (marché mondial), son évolution pourrait permettre de réduire l'impact des baisses de rendements attendues. Il est cependant possible que le durcissement de la concurrence internationale aille dans le sens inverse, avec une baisse des cours.

Les conséquences de l'évolution des surfaces viticoles cultivées et des surfaces irriguées sur les emplois directs et indirects ont également pu être approchées :

- Une perte de près de 800 emplois directs et indirects en se plaçant dans le cadre du scénario Opportuniste ;
- Un gain de près de 1000 emplois directs et indirects en se plaçant dans le cadre du scénario Reconquête.

	DELTA CHIFFRE D'AFFAIRE (M€)	DELTA EMPLOIS DIRECTS (SURFACES + IRRIGATION)	DELTA EMPLOIS INDIRECTS (IRRIGATION)
<b>Scénario Opportuniste</b>	- 140	- 1 000	+ 200
<b>Scénario Reconquête</b>	- 50	+ 450	+ 550



### 3.3.3 Le secteur touristique départemental

Le secteur touristique dans le Gard est caractérisé (données Gard Tourisme 2017) par :

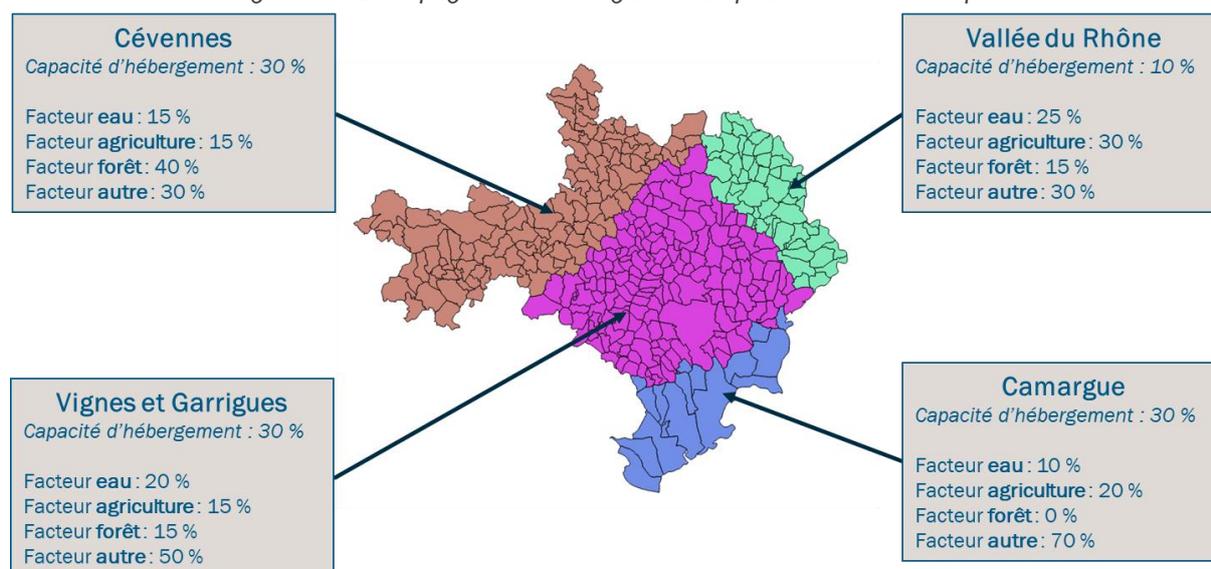
- Un chiffre d'affaire annuel estimé à 970 millions d'euros ;
- Des emplois directs générés équivalents à 16 000 ETP ;
- Une fréquentation annuelle d'environ 1,5 millions de touristes.

L'objectif de cette analyse est d'estimer les conséquences qu'auraient les deux scénarios envisagés sur l'attractivité du territoire gardois et sa répercussion sur l'emploi et le chiffre d'affaire touristique.

#### UN DÉCOUPAGE DU TERRITOIRE SELON DES PROFILS GÉO-TOURISTIQUES HOMOGÈNES

Le travail a été réalisé à l'échelle de quatre secteurs possédant des profils touristiques particuliers. Ce découpage s'appuie pleinement sur le référentiel proposé par Gard Tourisme qui définit trois zones géo-touristiques (Cévennes, Garrigues et Camargue). Pour faire le lien avec les secteurs définis dans le cadre de l'étude Eau et climat 3.0 et prendre en compte la spécificité de la vallée du Rhône, nous avons redécoupé la zone géo-touristique Garrigues en deux sous-secteurs (voir carte ci-dessous).

Figure 34 : Découpage du territoire gardois en quatre secteurs touristiques



Source : Gard Tourisme et BRLi

En l'absence de données précises et spatialisées concernant la répartition géographique du chiffre d'affaire, du nombre d'emplois et de la fréquentation touristique, nous nous sommes basés sur les données de la capacité d'hébergement touristique pour réaliser notre analyse économique. Ces données, fournies par Gard Tourisme, sont disponibles à l'échelle des communes du Gard.

La contribution de chacun des secteurs à l'activité touristique départementale, au regard de leur capacité d'hébergement, est ainsi estimée à :

- 30% pour le secteur Cévennes ;
- 30% pour le secteur Camargue ;
- 30% pour le secteur Vignes et Garrigues ;
- 10% pour le secteur Vallée du Rhône.



Cette contribution permet ensuite d'estimer le chiffre d'affaire touristique, le nombre d'emplois et la fréquentation associés à chaque secteur, sur la base des valeurs départementales.

Le profil touristique de chaque secteur est par ailleurs établi selon quatre facteurs d'attractivité (cf. pourcentages présentés sur la carte précédente) :

FACTEURS	DESCRIPTION
<b>Eau</b>	Lien entre le tourisme et les milieux aquatiques : baignades et autres activités en rivière, et attrait des paysages formés par les milieux humides, pouvant être impactés négativement par l'évolution du climat et particulièrement par la diminution des ressources en eau en période estivale (moins d'eau en rivière, eutrophisation accrue, dilution moindre des pollutions...). N.B. : Ce facteur Eau ne couvre pas le tourisme balnéaire (lié à la baignade en mer notamment) traité dans la catégorie « Autres ».
<b>Agriculture</b>	Liens entre le tourisme et l'activité agricole locale par le biais des paysages, de la culture locale ou via la consommation de produits locaux.
<b>Forêt</b>	Liens entre l'attractivité du territoire et les milieux naturels ou semi-naturels boisés en particulier via les activités de plein air (randonnées, sport nature...).
<b>Autres</b>	Regroupe l'ensemble des autres facteurs expliquant l'attractivité du territoire et qui ne devraient pas être impactés négativement de manière notable par l'évolution du climat à l'horizon 2050. Il concerne par exemple le patrimoine culturel, via l'organisation d'évènements particuliers, les visites de musées ou de monuments historiques ou encore le tourisme balnéaire.

N.B. : L'activité touristique, dans tous les secteurs, pourrait être fortement impactée par l'augmentation attendue des températures, quel que soit le scénario retenu.

La caractérisation précise des secteurs, avec la pondération en pourcentage des facteurs d'attractivité selon le profil de chacun, est présentée ci-après. Ce travail a été conduit « à dire d'experts » sur la base de notre connaissance du territoire et de la présentation des secteurs touristiques gardois disponibles sur le site de Gard Tourisme.



Figure 35 : Caractérisation du profil touristique des différents secteurs

	Eau (hors tourisme balnéaire)		Agriculture		Forêt		Autres (patrimoine, musées, festivals, activités balnéaires...)		
<b>Cévennes</b>	15%	Baignades en rivière. Ouvrages hydrauliques patrimoniaux. Paysages typiques avec des villages traversés par des rivières.	15%	Des activités agricoles typiques des Cévennes (oignons doux ou élevage). Paysages en terrasse symbolique.	40%	Importance des activités de pleine nature (randonnées) : Parc National des Cévennes, grands sites de France (Cirque de Navacelles, Causse de Blandas).	30%	Inscription au patrimoine mondiale de l'humanité (UNESCO), musée des vallées cévennoles, bambouseraie d'Anduze, train à vapeur	100%
<b>Camargue</b>	10%	Zone littorale (lagunes, fleuve, canal de navigation, zones humides...).	20%	Paysages agricoles typiques : taureaux camarguais, riziculture, viticulture, salins...	0%	RAS	70%	Tourisme balnéaire, Aigues Mortes (Tour de Constance, remparts...), Seaquarium	100%
<b>Vallée du Rhône</b>	25%	Rhône, Cèze, Ardèche (baignades, tourisme fluviale...)	30%	Label Vignobles & Découvertes, nombreuses appellations et vignobles renommés	15%	Randonnées autour de Méjannes le Clap (tourisme vert, sport de plein air)	30%	Plus beaux villages de France (Aiguèze, Montclus, La Roque sur Cèze, Lussan), villes et villages historiques (Roquemaure, Pont Saint Esprit, Villeneuve les Avignon...). Spéléologie.	100%
<b>Vignes et Garrigues</b>	20%	Gorges du Gardon (baignades et canoë)	15%	Viticulture, trufficulture	15%	Garrigues, activité nature	50%	Pont du Gard, Duché d'Uzès, Musée Haribo, spéléologie, haras national d'Uzès, férias, musées nîmois, arènes, Maison Carrée, Tour Magne...	100%

Source : BRLi (2019)



## HYPOTHÈSES CONCERNANT L'ÉVOLUTION DES FACTEURS D'ATTRACTIVITÉ TOURISTIQUE SELON LES SCÉNARIOS

En fonction du scénario envisagé, les facteurs d'attractivité liés à l'eau, à l'agriculture et à la forêt seront impactés différemment. Les hypothèses d'évolution de ces facteurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous (évolutions non quantifiables).

Tableau 8 : Hypothèses d'évolution des facteurs d'attractivité du territoire gardois en fonction du scénario

FACTEURS	EAU	AGRICULTURE	FORÊT	AUTRES
<b>Scénario Opportuniste</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'intervention forte pour limiter la baisse importante des débits des cours d'eau mais réalisation de quelques plans d'eau et piscines collectives.</li> <li>- Abandon et enrichissement important de surfaces agricoles, transformation paysagère.</li> <li>- Absence de politique forte de maintien et de replantation des espaces boisés en déperissement.</li> <li>- Abandon de nombreuses infrastructures traditionnelles cévenoles.</li> <li>- Pas d'incidences du changement climatique sur les facteurs autres.</li> </ul>	-	- - -	-	=
<b>Scénario Reconquête</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effort pour maintenir des débits minimums dans les tronçons des cours d'eau du Gard : réduction des prélèvements, renforcement du soutien d'étiage (optimisation des barrages voir aménagements permettant le soutien d'étiage).<sup>16</sup></li> <li>- Effort de gestion des espaces naturels, agricoles et forestiers favorisant la rétention et l'infiltration des eaux de pluie généralisées pour conserver des débits d'étiages compatibles avec la baignade.</li> <li>- Maintien de paysages agricoles et diversification des activités avec accueil à la ferme, œnotourisme, etc.</li> <li>- Politique forestière forte avec replantation (essences adaptées au climat).</li> <li>- Préservation et valorisation touristique de quelques infrastructures cévenoles.</li> <li>- Pas d'incidences du changement climatique sur les facteurs autres.</li> </ul>	+	+	+	=

Source : BRLi (2019)

<sup>16</sup> Cette hypothèse correspond au souhait du Département de procéder potentiellement à une hausse des soutiens déjà en place pour compenser des diminutions des débits naturels. Cette hausse fait cependant débat. D'autres acteurs n'y sont pas favorables et/ou invitent en premier lieu à réduire les prélèvements. L'Agence de l'Eau RMC, estime ainsi que « *personne ne cherche à compenser la baisse naturelle de la ressource ; l'enjeu c'est de s'y adapter. Et les économies d'eau et la baisse des prélèvements sont à mettre en avant en premier lieu.* »



### *Les résultats de l'analyse et la comparaison des scénarios*

L'évaluation de l'incidence des scénarios sur l'activité touristique dans le Gard conduit à estimer une diminution possible de la fréquentation, du chiffre d'affaire et des emplois de l'ordre de 5 à 10% lorsque l'on se place dans le scénario « Opportuniste ». En particulier, les territoires « Cévennes » et « Vallée du Rhône » seraient les plus touchés par cette baisse d'activité, du fait de leur lien fort avec, respectivement, la forêt et l'activité agricole. Au contraire, le scénario « Reconquête » contribuerait au maintien des facteurs d'attractivité touristique du territoire et pourrait donc permettre de maintenir le chiffre d'affaire et le nombre d'emplois actuels.

L'activité touristique devrait cependant être fortement impactée par l'augmentation attendue des températures, quel que soit le scénario retenu. Cette analyse est donc à considérer uniquement comme un outil d'aide à la décision à travers la comparaison des deux scénarios. Ceci souligne également l'importance de développer les « ailes de saison » pour préserver cette activité essentielle du territoire gardois.

## 3.3.4 Le risque incendie

En fonction des scénarios, la vulnérabilité du territoire aux feux de forêts pourrait être différente du fait :

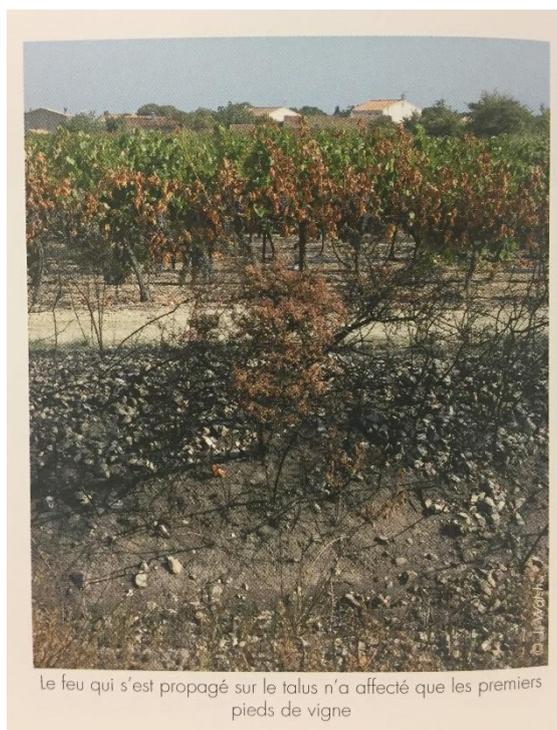
- **De la planification de l'étalement urbain :**

Le mitage en zone boisée constitue un facteur de vulnérabilité pour les populations implantées et constitue également un risque supplémentaire d'incendie.

- **De l'évolution des surfaces agricoles :**

En créant des espaces ouverts maillant les massifs forestiers, les zones agricoles jouent un rôle de coupe-feu et peuvent limiter la propagation des incendies. Leur efficacité est dépendante du niveau d'entretien des parcelles. En particulier, les zones en friche apparaissent plus vulnérables.

Figure 36 : Les premiers rangs d'une vigne peuvent servir de coupe-feu



Le feu qui s'est propagé sur le talus n'a affecté que les premiers pieds de vigne

Source : Les Écologistes de l'Euzière : Points de vue sur la Garrigue (2006)

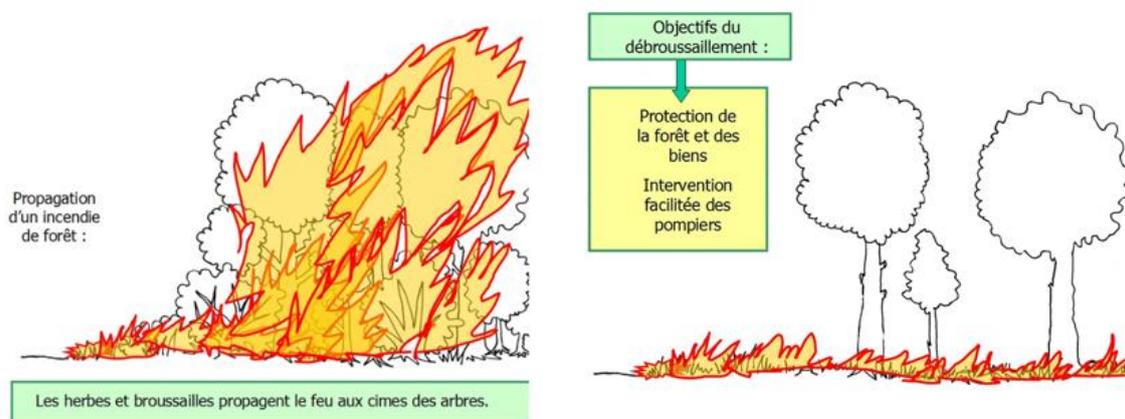
■ **De la gestion forestière :**

La majorité des départs de feux démarrent le long de voies de communication ou depuis des constructions. En diminuant la biomasse combustible à proximité des habitations et des voiries dans les zones particulièrement exposées au risque incendie, l'intensité du feu est moindre, ce qui facilite l'intervention des services de secours. Dans certains contextes, les propriétaires fonciers sont soumis à une Obligation Légale de Débroussaillage (OLD), définie dans le Gard par l'arrêté préfectoral du 8 janvier 2013. Le renforcement de l'application du débroussaillage réglementaire a été identifié comme axe stratégique du Plan départemental de protection des forêts contre l'incendie (PDPFCI).

La figure ci-dessous présente l'intérêt du débroussaillage et de la réduction de la biomasse combustible située au ras du sol dont la capacité à propager le feu est importante.

Figure 37 : Impact de l'embroussaillage sur le risque incendie

Propagation d'un feu sans débroussaillage



Source : [gard.gouv.fr](http://gard.gouv.fr)

Le développement d'une sylviculture préventive comme mode de gestion dont l'objectif est la mise en autoprotection des peuplements est également l'un des axes stratégiques du PDPFCI du Gard. L'objectif est d'obtenir des peuplements dont la composition et la structure contribuent à contrarier la progression du feu, diminuer sa puissance et limiter les dommages causés par les flammes. Pour cette action, les peuplements cibles concernent en particulier les zones à pins maritimes.

■ **De la sensibilisation des populations et touristes au risque incendie :**

On constate une augmentation de l'installation d'une population souvent d'origine urbaine recherchant un cadre de vie à proximité de la nature et des espaces boisés mais qui est peu sensibilisée au risque. De la même manière, la hausse de la fréquentation touristique de ces espaces boisés par un public peu sensibilisé constitue un risque supplémentaire.

Il est probable que le scénario Reconquête ait un impact positif sur ces différents facteurs, notamment via la préservation des surfaces agricoles et le contrôle de l'étalement urbain dans les secteurs à risque.



L'évaluation précise des impacts socio-économiques des incendies est très difficile à établir. Quelques chiffres sont présentés ci-dessous permettant de mettre en lumière les impacts associés à ces épisodes :

- Le seul incendie de Générac fin juillet 2019 présente un bilan humain et naturel très lourd avec le décès d'un pilote dans le crash de son avion lors des opérations de lutte contre l'incendie. Ce seul incendie a touché près de 800 hectares, a mobilisé jusqu'à 500 sapeurs-pompiers et a nécessité l'évacuation de plus de 100 personnes.
- Le coût d'une journée d'intervention est estimé entre 1,5 et 1,8 M€<sup>17</sup> hors patrimoine détruit. Ce montant prend en compte la main-d'œuvre des pompiers sur le terrain, le matériel et son entretien, le carburant, mais aussi le coût des produits utilisés pour la lutte incendie. Pour illustration, le produit retardant utilisé par les pompiers pour ralentir la propagation du feu coûte environ 2000€ la tonne et une journée d'intervention peut nécessiter d'utiliser jusqu'à 100 tonnes de ce produit.
- Le SDIS de l'Hérault a réalisé une estimation des coûts préservés appliquée à l'une de leur intervention<sup>18</sup>. Les impacts directs et indirects avaient été quantifiés. Les résultats de cette analyse sont présentés ci-dessous. L'analyse a mis en évidence que l'intervention avait permis de sauvegarder 15 emplois ainsi que plus de cinq millions d'euros de biens matériels et immatériels, pour un coût d'intervention estimé à environ 100 000€.

Figure 38 : Évaluation des coûts préservés lors d'une intervention sur un incendie

LES BIENS MATERIELS					
Nature	Sinistre réel		Sinistre possible		Biens sauvés
Bâtiment Entreprise	1300m2	500€/m2 650 000 €	5000m2	2,5 M€	1,85 M€
Matériel			Chaîne production	500 000€	500 000€
Stocks		100 000€		300 000€	200 000€
Construction Habitation	0		3 habitations	300 000€	300 000€
Forêt	35h97	600€/Ha 21 600€	100 Ha	60 000€	38 400€

LES BIENS IMMATERIELS					
Nature	Sinistre réel	Sinistre possible		Biens sauvés	
Pertes d'exploitations			500 000€	500 000€	
Impact sur les sous-traitants		10 000€/an sur 3 ans	30 000€	30 000€	
Impact sur les collectivités				240 000€	
Taxe foncière CFE/CVAE	10 000€/an	30 000€/an 60 000€/an	90 000€ 180 000€		
Organisme sociaux Cotisation (chômage, Ursaff, CSG, CRDS,...)		1000€/mois/salariés 180 000€/an	540000€	540 000€	
Caisse chômage (indemnités)		1500€/15salariés/mois	810 000€	810 000€	

Source : SDIS 34

Il n'est pas possible sans étude approfondie de caractériser finement et mettre en regard des impacts socio-économiques des incendies les coûts de préservation des espaces agricoles et naturels, et de planification urbaine. Bien que ces aménités et le coût-bénéfice des deux scénarios ne puissent être estimés sur ce sujet, il apparaît cependant important de considérer ces services, vitaux pour le département du Gard.

<sup>17</sup> <https://www.europe1.fr/societe/incendies-ce-que-coute-une-journee-dintervention-3398279>

<sup>18</sup> <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/herault/montpellier/incendie-pompiers-herault-evalue-cout-non-intervention-1637214.html>



## 4 QUELLES INTERVENTIONS SONT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS ?

### 4.1 RAPPEL DES ZONES À ENJEUX ET DES BESOINS IDENTIFIÉS DANS LE CADRE DU DIAGNOSTIC

#### 4.1.1 Quelles sont les principales zones à enjeux et les besoins associés ?

Les principales zones à enjeux identifiées dans le diagnostic et précisées dans la deuxième partie de l'étude « Eau et climat 3.0 » sont :

- **Les Cévennes**, en lien avec l'AEP (population dispersée et ressources compartimentées), la gestion forestière et l'agriculture, avec un accent particulier sur la zone « oignons doux » (Haute vallée de l'Hérault – 50 ha) et la zone d'élevage sur les Causses.
- **Le Piémont** au nord-est du territoire : située loin des ressources superficielles mobilisables, cette zone présente une SAU peu importante et dispersée avec notamment près de 1 300 ha de vignes dont 60 % dans des zones à faible réserve utile.
- **La zone Ardèche-Cèze** : située sur les bassins versants Ardèche, Cèze et Rhône, cette zone est peu équipée par le RHR bien que proche du Rhône. Elle présente une surface en vignes importante (14 000 ha) dont seulement 1 % est irrigué actuellement. Elle concentre la production de vins AOC historiques (Côtes du Rhône) dont le maintien représente un enjeu économique pour le territoire. Quelques secteurs sont également identifiés comme sous tension vis-à-vis de l'alimentation en eau potable.
- **Les Garrigues**, au centre du département, présentent une SAU importante peu irriguée, et un développement de l'urbanisation qui induit une augmentation des besoins AEP qui peut toucher des secteurs déjà sous tension. Cette augmentation potentielle des besoins est problématique dans un contexte de ressources locales difficilement mobilisables et d'éloignement du Rhône.
- **La zone RHR historique**, qui concentre la majorité de l'accueil de nouvelles populations et présente ainsi une forte concurrence entre urbanisation, agriculture et préservation des espaces naturels. L'accès à l'eau est facilité sur ce territoire largement équipé par le RHR et disposant également de ressources souterraines (nappes Vistrenque-Costières<sup>19</sup>). Le RHR pourrait cependant être davantage valorisé (une partie importante des zones équipées ne sont pas irriguées).
- **La Camargue**, qui est concernée par la hausse du niveau de la mer (hypothèse pessimiste : +1m à l'horizon 2100) menaçant de submersion marine une partie du territoire avec des enjeux très importants liés à la protection d'une population croissante<sup>20</sup>. Le riz de Camargue, production agricole emblématique du territoire, constitue également un enjeu important : disponibilité de l'eau du Rhône pour répondre à des besoins croissants avec le changement climatique, risque de coin salé avec la hausse du niveau marin, rentabilité selon l'évolution des subventions européennes...

<sup>19</sup> Rappel issu du diagnostic : une veille est à avoir sur le bilan quantitatif long terme en lien avec une baisse attendue de la recharge et une hausse possible des prélèvements. Les problématiques qualité des eaux sont à garder en tête pour les choix futurs.

<sup>20</sup> Cet enjeu important est mentionné en lien avec le changement climatique mais s'éloigne du sujet des ressources en eau traité par l'étude « Eau et climat 3.0 » : les solutions de lutte contre la submersion marine n'ont pas pu être approfondies dans le cadre de l'étude.



Dans le cadre du diagnostic, l'évolution envisagée des besoins en eau liés aux usages concernent :

- **L'Alimentation en eau potable (AEP) :**
  - Des besoins liés à la croissance de la population ;
  - Des besoins de sécurisation liés à des ressources AEP déjà sous tension ;
- **L'irrigation – Hors vignes :**
  - Des besoins principalement liés à la hausse des besoins des cultures déjà irriguées en lien avec le changement climatique (+20 %) ;
- **L'irrigation – Vignes :**
  - Des besoins nouveaux pour une culture traditionnellement conduite en sec qui est aujourd'hui le principal moteur de la demande en eau supplémentaire.
- **Les besoins des milieux, en lien avec les baisses possibles des débits d'étiage.**

Les paragraphes suivants détaillent les besoins associés aux différents usages, tels qu'identifiés dans le diagnostic et précisés dans cette deuxième partie d'étude.

## 4.1.2 Quels besoins en eau supplémentaire pour l'AEP ?

**3 À 11MM<sup>3</sup>/AN SUPPLÉMENTAIRES POUR ACCUEILLIR 140 000 PERSONNES À L'HORIZON 2050**

Au regard des projections existantes et de leur analyse, le choix a été fait dans l'étude « Eau et climat 3.0 » de retenir à l'échelle du Gard un scénario intermédiaire entre les scénarios Insee Central et Insee Haut en prolongeant par EPCI les tendances 2010-2015 (intégrant un ralentissement plus marqué à l'horizon 2050), dans le respect des enveloppes SCoT.

À l'échelle du Gard, à partir d'une population 2015 de 738 000 habitants, la population estimée est ainsi de 877 000 habitants à l'horizon 2050 (+ 139 000 hab. et + 19 % par rapport à 2015, soit un TCAM 2015-2040 de + 0,5 %).

Les EPCI les plus concernés par les augmentations de population sont les sept suivants, qui concentrent 90 % de la population du Gard à accueillir d'ici 2030 et 2050 :

- Nîmes Métropole en tête, avec environ 50 % des habitants supplémentaires attendus aux 2 horizons ;
- La Communauté de Communes Petite Camargue, avec plus de 10 % des habitants attendus aux 2 horizons ;
- Les Communautés d'Agglomération d'Alès et du Gard Rhodanien, les Communautés de Communes Pays de Sommières, Pont du Gard et Rhony Vistre Vidourle qui représentent chacune entre 5 et 8 % de la croissance attendue.

Les besoins supplémentaires associés estimés dans le diagnostic atteignent 11Mm<sup>3</sup>/an à l'horizon 2050 (62 Mm<sup>3</sup>/an en 2015).

Le tableau suivant rappelle les hypothèses associées aux deux scénarios présentés aux chapitres précédents, et leurs implications sur le besoin additionnel en eau potable :



#### 4. QUELLES INTERVENTIONS SONT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS ?

SCÉNARIO 2050	HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION PAR RAPPORT À AUJOURD'HUI	BESOIN AEP POUR 877 000 HABITANTS
<b>Opportuniste</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement moyen Gard des réseaux AEP : + 5 points</li> <li>- Consommation unitaire : stable</li> </ul>	73 Mm <sup>3</sup> /an (+ 11 Mm <sup>3</sup> /an par rapport à 2015)
<b>Reconquête</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement moyen Gard des réseaux AEP : + 10 points</li> <li>- Consommation unitaire : - 5%</li> </ul>	65 Mm <sup>3</sup> /an (+ 3 Mm <sup>3</sup> /an par rapport à 2015)

Les besoins supplémentaires dans les zones à enjeux concernent principalement Alès agglomération dont la population devrait augmenter d'environ 11 000 personnes. Le besoin supplémentaire est estimé à environ 1 Mm<sup>3</sup>/an (scénario Opportuniste), avec un débit de pointe en période estivale de 130 m<sup>3</sup>/h (soit environ 36 l/s).

#### DES BESOINS DE SÉCURISATION LIÉS À DES RESSOURCES AEP LOCALES DÉJÀ SOUS TENSION

**Territoire « Cévennes » : une population dispersée et de petites ressources compartimentées qui conduisent déjà à des pénuries estivales**

Les Cévennes se caractérisent par de nombreux hameaux isolés et une topographie marquée qui ne facilitent pas l'alimentation en eau potable (multiplicité des ressources et réseaux pour très peu d'habitants, raccordements aux réseaux principaux des agglomérations via des linéaires très importants de réseaux, etc.).

Exemple du hameau de Saint-Paul-la-Coste



Source : Géoportail et Pays Cévennes

En tête de bassin, de nombreuses collectivités exploitent un ou plusieurs captages à partir de sources ou de cours d'eau. Certaines sont d'ailleurs tributaires de réalisations de seuils provisoires pour maintenir un niveau de nappe suffisant pour l'alimentation en eau potable des populations dans de bonnes conditions (SIAEP les Mages, communes de Saint-Ambroix, Molières-sur-Cèze....). La baisse annoncée des débits d'étiage des cours d'eau pourraient donc impacter plus particulièrement ces collectivités.

Pour un hameau de 50 personnes, les besoins sur les 3 mois d'été sont de l'ordre de 450 m<sup>3</sup>.

N.B. : L'ARS rappelle que les Collectivités doivent établir des Schémas de Distribution d'Eau Potable déterminant les zones desservies ou à desservir par un réseau de distribution public d'eau destinée à la consommation humaine et ce, en application de l'article L 2224-7-1 du Code Général des Collectivités Territoriales. Il n'y a donc pas une obligation pour une Collectivité de desservir des hameaux inhabités. Toutefois la desserte par des captages privés pose le problème de l'assurance qu'ils fournissent en permanence une eau de qualité satisfaisante.



### **Autres territoires : des « points rouges AEP » identifiés mais des solutions de sécurisation locales qui fonctionnent pour le moment**

Plusieurs ressources sous tension ont nécessité cet été 2019 l'arrêt des forages. Dans certains cas, il s'agit de problèmes récurrents l'été dans les dernières années du fait de la baisse du niveau des ressources.

On peut citer notamment pour l'été 2019 :

- Des arrêts de forages sur le territoire de Nîmes métropole :
  - La Calmette (Alluvions de la Braune)
  - Dions (Alluvions du Gardon)
  - La Rouvière (Karst urgonien)
  - Cabrière (Karst calcaire garrigues)
- Des alertes d'exploitations relevées durant l'été 2019 sur les communes de La Roque sur Cèze et de Bagnols sur Cèze (Cèze aval).

Plus largement, des « points rouges » AEP sont également identifiés au niveau de :

- La vallée de la Tave élargie,
- Le secteur Lasalle-Durfort.

Des solutions locales sont mobilisées en sécurisation pour le moment sur ces secteurs.

L'échelle de l'analyse et la non-disponibilité ou non transmission de diagnostics locaux n'a pas permis de localiser et de quantifier les volumes et débits nécessaires pour sécuriser l'AEP sur ces secteurs. Ces éléments devront être précisés suite à l'étude « Eau et climat 3.0 », afin d'intégrer ces besoins dans le dimensionnement des solutions globales envisagées, en fonction des choix de mise en œuvre.

## **4.1.3 Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation - hors vignes ?**

### **DES BESOINS LIÉS À LA HAUSSE DES BESOINS DES CULTURES DÉJÀ IRRIGUÉES EN LIEN AVEC LE CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Le diagnostic « Eau et climat 3.0 » a mis en évidence que, du fait de l'augmentation des températures, la demande climatique en évapotranspiration va augmenter de manière importante. Cela va provoquer une modification du bilan hydrique en augmentant les besoins théoriques en eau des cultures.

D'autres évolutions pourront cependant, selon les cultures, concerner les cycles de développement des cultures et permettre une moindre augmentation des besoins hydriques :

- Anticipation significative des stades phénologiques : fonction du positionnement calendaire du cycle de culture, elle serait moins importante pour les cultures d'hiver (comme le blé ou le colza) que pour les cultures de printemps ou les cultures pérennes (maïs, tournesol ou vigne).
- Raccourcissement des phases phénologiques en particulier de la phase de remplissage des grains (entre la floraison et la maturité), en particulier pour les cultures de printemps

L'INRA concluait à ce sujet dans le projet CLIMATOR (2010), que l'augmentation des besoins hydriques des cultures devrait se poursuivre. L'aggravation de ce déficit devrait être le plus important entre la période actuelle et le futur proche. Il pourrait y avoir ensuite une stabilisation, voire une diminution, des besoins hydriques des cultures, entre le futur proche et le futur lointain, due à la modification de la phénologie des cultures.



Dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 », au regard de la rétrospective sur l'évolution des besoins en eau de plusieurs cultures et des projections sur l'évolution de l'ETP, nous avons retenu à l'horizon 2050 l'hypothèse suivante :

**Hypothèse de hausse des besoins unitaires des cultures actuellement irriguées en lien avec le changement climatique : + 10 à 20 % par rapport à aujourd'hui** (probablement plus proche de +20 % dans le scénario climatique pessimiste rappelé au début de ce rapport).

Le tableau suivant propose, pour les principales catégories de cultures déjà irriguées dans le Gard et toutes choses égales par ailleurs, une vision de la hausse des besoins globaux qui serait associée à ces hausses des besoins unitaires. Cette vision constitue un ordre de grandeur et non une donnée précise, au regard des nombreuses incertitudes associées (surfaces irriguées, besoins unitaires, etc.).



Tableau 9 : Estimation de la hausse potentielle des besoins en eau des cultures actuellement irriguées en lien avec le changement climatique à l'horizon 2050

Catégorie de cultures	Surface actuelle irriguée (ha)	Besoin unitaire* (m3/ha)	Besoin actuel (m3)	Hausse du besoin unitaire de 10 %		Hausse du besoin unitaire de 15 %		Hausse du besoin unitaire de 20 %	
				Hausse du besoin unitaire (m3/ha)	Besoin additionnel (m3)	Hausse du besoin unitaire (m3/ha)	Besoin additionnel (m3)	Hausse du besoin unitaire (m3/ha)	Besoin additionnel (m3)
Maraîchage	3 000	3 000	9 000 000	300	900 000	450	1 350 000	600	1 800 000
Fruitiers	7 000	5 000	35 000 000	500	3 500 000	750	5 250 000	1 000	7 000 000
Vignes	8 000	1 000	8 000 000	100	800 000	150	1 200 000	200	1 600 000
<b>Sous-total</b>	18 000		52 000 000		<b>5 200 000</b>		<b>7 800 000</b>		<b>10 400 000</b>
Riz	3 000	25 000	75 000 000	2 500	7 500 000	3 750	11 250 000	5 000	15 000 000
<b>TOTAL</b>	21 000		127 000 000		<b>12 700 000</b>		<b>19 050 000</b>		<b>25 400 000</b>

\* Les besoins unitaires sont estimés à partir du Memento irrigation BRLE 2019, sur la base des productions majeures de chaque catégorie (courgette pour le maraîchage, pêcher et abricotier pour les vergers).

Une augmentation des besoins unitaires comprise entre 10 et 20 % représenterait une hausse totale des besoins en eau pour les cultures déjà irriguées hors riz de l'ordre de 5 à 10 Mm<sup>3</sup>/an. Si on intègre le riz (irrigation gravitaire avec submersion : quasi-permanence d'une lame d'eau d'une hauteur de 5 à 10cm sur le sol des parcelles), cette hausse totale pourrait atteindre entre 13 et 26 Mm<sup>3</sup>/an.

La majeure partie de ces surfaces sont irriguées à partir de la ressource Rhône (RHR ou canaux d'irrigation gérés par des ASA pour le riz en Camargue) qui présente des marges de manœuvre pour répondre à ces besoins additionnels. La question est moins évidente pour les surfaces irriguées à partir de ressources locales et nécessiterait une étude approfondie (périmètre des ASA locales).



### PEU DE NOUVELLES SURFACES AGRICOLES IRRIGUÉES (HORS VIGNES) À ANTICIPER (ÉCHELLE DÉPARTEMENT) ?

Les échanges qui ont contribué à l'établissement du diagnostic « Eau et climat 3.0 » (cf. chapitre 4.2.3) ont conduit à considérer que, aujourd'hui :

- Pour les cultures historiquement irriguées :
  - L'intégralité des vergers et des surfaces en maraîchage sont irrigués ;
  - L'ensemble des cultures semences (maïs principalement, sur le bassin de la Cèze) sont irriguées, la production sous-contrat nécessitant de s'assurer de pouvoir mener l'irrigation jusqu'au terme de la campagne pour maximiser les rendements ;
  - Le riz est irrigué à 100 %.
- En ce qui concerne les cultures non historiquement irriguées (hors vignes) :
  - L'olivier, pour les cultures professionnelles (faibles surfaces), est considéré irrigué à 100 % (intégré aux vergers dans le RPG).
  - Les céréales (hors riz) restent a priori très peu irriguées dans le Gard car l'irrigation apparaît peu rentable : le taux d'irrigation a ainsi été estimé à 5 %.
  - Les fourrages et surfaces toujours en herbe sont considérées irriguées à 5 %.

Au regard des tendances structurelles d'évolution des surfaces agricoles, présentées dans le présent rapport au chapitre 2.2, on considère qu'il y aura *a priori* (un doute demeure concernant les prairies) peu de nouvelles surfaces en demande d'irrigation à l'échelle départementale (hors vignes) :

- L'irrigation des surfaces en grandes cultures ne nécessiterait pas de volumes importants mais elle resterait malgré tout peu rentable. Le maillage important des terres à travers le territoire nécessiterait d'étendre des réseaux sur des distances importantes. Avec un accès à l'eau d'irrigation, il y a de fortes probabilités que les productions évoluent : abandon du blé dur pour cultiver des légumes de plein champ, des semences ou des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales (PPAM).
- Des besoins aux abords des agglomérations pourraient émerger au regard des souhaits de développement des circuits-courts (maraîchage périurbain). L'échelle de l'étude et les données disponibles n'ont pas permis de traiter ce point en détail. Si ces besoins sont situés sur une zone desservie par une ressource sécurisée (Rhône via le RHR en particulier), ce développement paraît envisageable tandis que dans d'autres zones mobilisant des ressources locales cela pourra s'avérer plus compliqué. Des études locales seront nécessaires pour préciser opportunité et faisabilité.
- Localement, des besoins peuvent émerger pour certaines cultures traditionnellement conduites en sec comme l'olivier. L'EPTB Gardons a ainsi été sollicité récemment par un projet qui vise l'irrigation de plus d'une centaine d'hectares d'oliviers, hors périmètre du RHR.
- De manière marginale à l'échelle départementale mais importante localement, on peut citer l'augmentation prévisionnelle des surfaces en oignons doux dans les Cévennes (+10 ha).  
Pour rappel, les besoins unitaires des oignons sont de 4 000 m<sup>3</sup>/ha/an, répartis entre mai et août.
- Comme indiqué plus haut, une incertitude demeure concernant les prairies, pour lesquelles une demande pourrait émerger avec l'augmentation du prix du fourrage et l'évolution possible de l'appellation Pélardon (concernant le périmètre de la zone d'approvisionnement local) qui représente un enjeu particulier. Pour l'instant, l'irrigation de prairies n'apparaît pas rentable.



## DES PROJETS HORS AGRICULTURE QUI PEUVENT ENGENDRER DES DEMANDES LOCALES SUPPLÉMENTAIRES

Des projets hors agriculture pourraient nécessiter la mobilisation de ressources en eau complémentaires. L'échelle et le calendrier de l'étude n'ont pas permis de recenser tous les projets de ce type. Ils devront être identifiés et analysés au regard de la stratégie « Eau et climat 3.0 » dans un stade ultérieur.

On peut citer le projet de golf de Saint-Julien-de-Cassagnas, mentionné par des acteurs locaux pendant les phases de concertation. Pour ordre de grandeur, on peut considérer qu'un golf fait en moyenne 50 ha dont 15 irrigués, avec un besoin unitaire de 15 000 m<sup>3</sup>/ha/an (soit 225 500 m<sup>3</sup>/an au total).

### 4.1.4 Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation de la vigne ?

#### ESTIMATION DES BESOINS POTENTIELS SUPPLÉMENTAIRES LIÉS À L'AUGMENTATION DE L'IRRIGATION DE LA VIGNE

Le diagnostic « Eau et climat 3.0 » soulignait l'absence, à ce stade, de vision sur les évolutions possibles concernant l'irrigation de la vigne dans le Gard. Le « bruit de fond » est globalement fort à l'échelle du Languedoc et du Roussillon sur la hausse de la demande. La formulation et la formalisation du besoin apparaissent plus en retrait dans le Gard que par exemple dans l'Hérault ou l'Aude. La réunion technique « Viticulture », et les autres échanges que nous avons pu avoir avec des professionnels du secteur, après la phase Diagnostic, conduisent cependant à envisager une hausse marquée de l'irrigation de la vigne d'ici 2050, quand ce sera possible.

En l'absence de vision claire de la demande, l'analyse des besoins potentiels localisés (et de la capacité du territoire à y répondre), nous avons formulé des hypothèses exprimées **en pourcentage des vignes non irriguées aujourd'hui**. Pour chacune des 37 poches de vignes identifiées à l'aide du RPG 2017 (hors zone RHR historique traitée à part, cf. carte suivante et chapitre 3.2.2), trois cas de figures ont été étudiés : **irrigation supplémentaire de 30 %, 50 % ou 80 % des surfaces non irriguées aujourd'hui**. L'objectif est d'avoir un gradient de la demande pour étudier comment varient les paramètres hydrauliques (débits, volumes) et les coûts en fonction du niveau de la demande. Il s'agit donc ici d'une approche technique à l'échelle des zones de vignes.

NB : Les valeurs diffèrent donc des cibles stratégiques présentées cette fois à l'échelle départementale pour les scénarios Opportuniste (« 40 à 60 % de toute la surface en vigne irriguée en 2050 ») et Reconquête (« 60 à 80 % de toute la surface en vigne irriguée en 2050 »)<sup>21</sup>. Dans ce cas, l'objectif est de fournir des éléments d'aide à la réflexion sur les choix stratégiques et leur déclinaison locale, quel que soit le scénario finalement retenu.

<sup>21</sup> Cf. pour plus de détails l'encadré proposant un focus sur la vigne au sous-chapitre 3.2.2.



Afin de dimensionner le besoin associé à ces surfaces les hypothèses suivantes ont été posées en s'appuyant sur le retour d'expérience de BRL Exploitation et les échanges avec les professionnels du secteur :

PARAMÈTRE	HYPOTHÈSE RETENUE	JUSTIFICATION
<b>Besoin unitaire de la vigne – volume annuel (m<sup>3</sup>/ha)</b>	1 200 m <sup>3</sup> /ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le besoin unitaire actuellement utilisé pour le dimensionnement est généralement de 1 000 m<sup>3</sup>/ha.</li> <li>- Ces besoins vont augmenter avec l'augmentation de l'ETP</li> <li>- Les consommateurs semblent se tourner de plus en plus vers des vins fruités, frais, rosés qui nécessitent une irrigation plus importante.</li> </ul>
<b>Répartition mensuelle de l'irrigation</b>	Juin : 20 % Juillet : 40 % Août : 30 % Septembre : 10 %	On suppose qu'à l'avenir la période d'irrigation sera plus étendue avec une irrigation : <ul style="list-style-type: none"> <li>- qui commencera plus tôt (avancement des stades phénologiques dû au réchauffement et demande climatique anticipée/réserves insuffisantes)</li> <li>- et se terminera plus tard (irrigation pour préservation de la végétation)</li> </ul>
<b>Débit de pointe (m<sup>3</sup>/h/ha) en tête de parcelle</b>	1,2 m <sup>3</sup> /h/ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le débit de pointe actuellement retenu pour le dimensionnement de réseau d'irrigation de la vigne est de 1 m<sup>3</sup>/h/ha, correspondant à 2 mm/j apportés en 20h.</li> <li>- À l'horizon 2050, on suppose une hausse des besoins en lien avec le changement climatique : le débit de pointe a ainsi été majoré de 20 %</li> </ul>

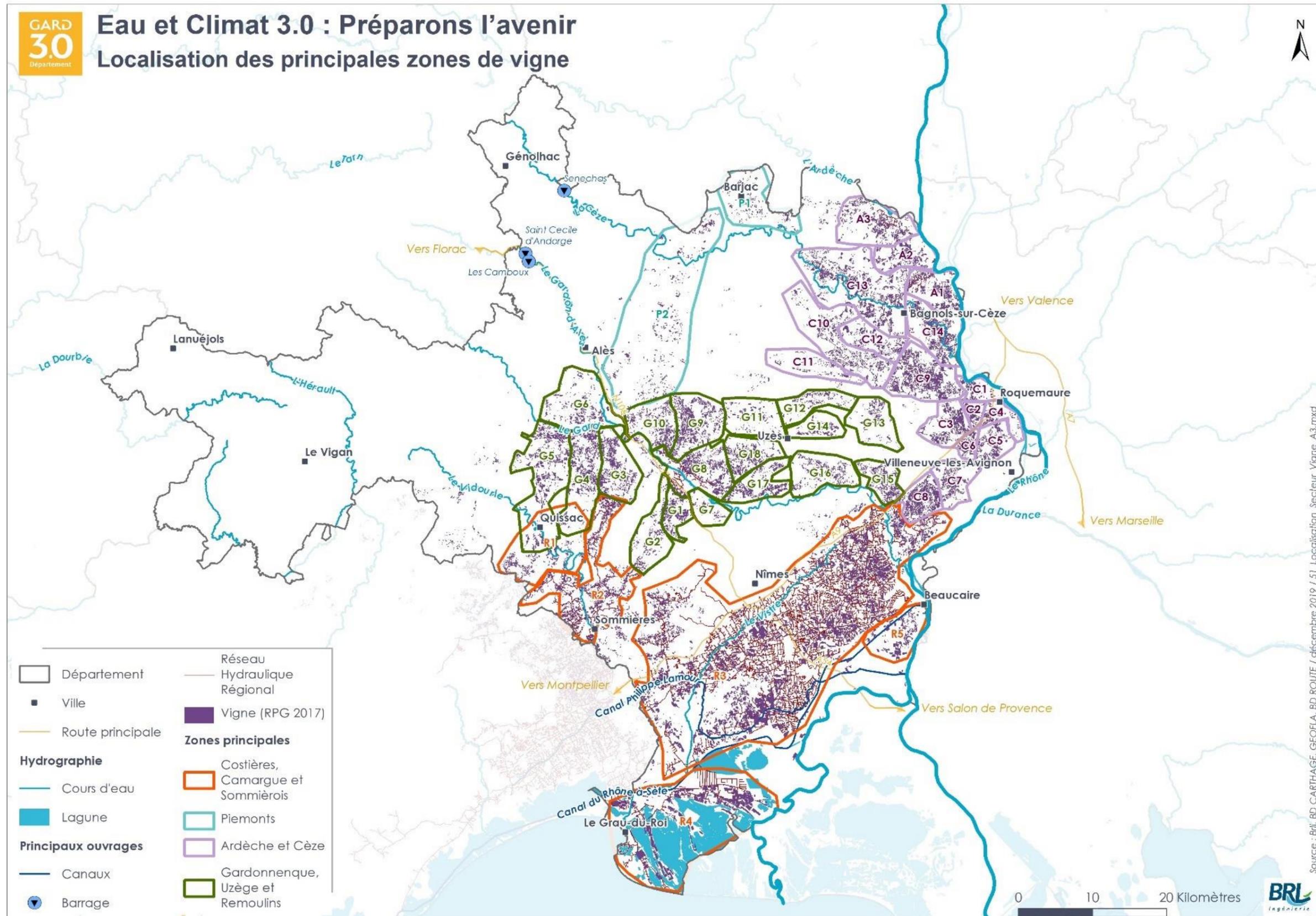
Le tableau suivant synthétise, par grande zone viticole non desservie aujourd'hui (c'est-à-dire les zones non encore irrigables), les besoins supplémentaires potentiels pour l'irrigation de 30 %, 50 % ou 80 % des surfaces non irriguées aujourd'hui.

**Le besoin total maximum pour irriguer 80 % des surfaces non irriguées aujourd'hui sur les zones considérées (soit 22 000 ha supplémentaires) serait de 26,5 Mm<sup>3</sup>/an.**

Pour rappel, la zone d'étude détaillée porte sur une SAU en vigne de 28 400 ha. Il s'agit des 53 000 ha de vignes présents sur le département, auxquels ont été retirés les 16 700 ha de la zone actuellement desservie par le RHR historique, ainsi que 7 900 ha non traités dans l'étude, car très dispersés ou hors RGP.



Figure 39 : Localisation des zones viticoles définies dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 » à partir du RPG 2017







#### 4. QUELLES INTERVENTIONS SONT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS ?

Tableau 10 : Synthèse des hypothèses de besoins à 30, 50 et 80 % des surfaces non irriguées par zone

Zones		SAU en vigne actuelle			Cas de figure : 30 %	
		Totale	Irriguée	Non irriguée	SAU irriguée supplémentaire	Volume annuel supplémentaire
		ha	ha	ha	ha	Mm <sup>3</sup> /an
G	zone Garrigues	12 800	400	12 400	3 720	4,5
C	zone Cèze	11 800	-	11 800	3 540	4,2
A	zone Ardèche	2 500	200	2 300	690	0,8
P	zone Piémont	1 300	200	1 100	330	0,4
<b>TOTAL</b>		28 400	800	27 600	8 280	9,9

Zones		SAU en vigne actuelle			Cas de figure : 50 %	
		Totale	Irriguée	Non irriguée	SAU irriguée supplémentaire	Volume annuel supplémentaire
		ha	ha	ha	ha	Mm <sup>3</sup> /an
G	zone Garrigues	12 800	400	12 400	6 200	7,4
C	zone Cèze	11 800	-	11 800	5 900	7,1
A	zone Ardèche	2 500	200	2 300	1 150	1,4
P	zone Piémont	1 300	200	1 100	550	0,7
<b>TOTAL</b>		28 400	800	27 600	13 800	16,6

Zones		SAU en vigne actuelle			Cas de figure : 80 %	
		Totale	Irriguée	Non irriguée	SAU irriguée supplémentaire	Volume annuel supplémentaire
		ha	ha	ha	ha	Mm <sup>3</sup> /an
G	zone Garrigues	12 800	400	12 400	9 920	11,9
C	zone Cèze	11 800	-	11 800	9 440	11,3
A	zone Ardèche	2 500	200	2 300	1 840	2,2
P	zone Piémont	1 300	200	1 100	880	1,1
<b>TOTAL</b>		28 400	800	27 600	22 080	26,5

### 4.1.5 Quels besoins en eau supplémentaires pour compenser la baisse des débits d'étiage ?

Comme indiqué au sous-chapitre 2.1, une baisse des débits des cours d'eau locaux en étiage est envisagée du fait du changement climatique (valeurs très incertaines, la baisse pourrait dépasser 50 % à l'étiage à l'horizon 2100 par rapport à aujourd'hui dans les scénarios les plus pessimistes).

Nous fournissons ci-après un ordre de grandeur de l'impact de cette baisse sur le bilan quantitatif, toutes choses égales par ailleurs.

A ce stade, les calculs se concentrent ici sur les bassins versants du territoire où les débits des cours d'eau sont aujourd'hui soutenus par des barrages à l'étiage : la Cèze (barrage de Sénéchas) et les Gardons (barrages de Sainte-Cécile-d'Andorge et des Camboux).

Une étude hydrologique plus précise reste à conduire pour estimer les évolutions possibles à moyen-long terme des bilans en eau à l'ensemble du territoire gardois et envisager plus généralement les mesures à prendre : réduction des prélèvements, augmentation de la régulation inter-saisonnière ...

La situation en période d'étiage est caractérisée sur les bassins de la Cèze et des Gardons au droit de plusieurs stations, étudiées en détail dans les études volumes prélevables de ces deux bassins.



Parmi ces stations, deux correspondent aux points nodaux définis dans le SDAGE pour le suivi des Débits Objectifs d'Étiage :

- La Cèze à Pont de Rivières ;
- Le Gardon à Ners.

Ces DOE sont présentés dans le tableau ci-après.

*N.B. : Pour le Gardon, deux catégories de DOE ont été définis :*

- Des DOE dits « Étape » basés sur la statistique de la ressource naturelle en période d'étiage ;
- Des DOE dits « Objectif » qui s'appuient également sur des valeurs réglementaires à respecter à l'aval des ouvrages de prélèvements.

Tableau 11 : Débits Objectifs d'Étiage sur la Cèze et les Gardons

DOE (m <sup>3</sup> /s)	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE
La Cèze à Pont de Rivières	1,00	0,64	0,55	0,55
Le Gardon à Ners DOE Objectif	2,00	1,11	1,01	0,99
Le Gardon à Ners DOE étape	2,00	0,75	0,75	0,75

Source : PGRE Cèze et PGRE Gardons

L'évolution du climat devrait conduire à une réduction des débits des principaux cours d'eau du Gard en période d'étiage. Ces conséquences ont été étudiées en détail dans la première phase de diagnostic de l'étude. La quantification précise de la baisse à anticiper des débits d'étiage reste malgré tout très incertaine. Ainsi, nous testerons 4 hypothèses de baisse des débits mensuels quinquennaux secs, à savoir -10%, -20%, -30% et -50%.

Pour chacune de ces hypothèses de baisse de débit, nous cherchons à calculer l'éventuel déficit additionnel du système (par rapport à la situation actuelle) dans l'hypothèse où on satisfait conjointement le débit objectif au point considéré et l'ensemble des prélèvements nets situés à l'amont de ce point.

- Dans un premier temps, on calcule les éventuels « déficits », en situation de référence, entre d'une part, la ressource naturelle considérée ici à travers les débits mensuels quinquennaux secs (\*1) et, d'autre part, la somme des besoins à satisfaire, c'est-à-dire la somme des prélèvements nets situés à l'amont du point considéré (\*2) et du débit à maintenir (débit objectif présenté dans le tableau ci-avant).

$$\text{Bilan Référence (A)} = \text{QM5sec} - \text{prélèvements situés à l'amont du point de référence} - \text{débit à maintenir au point de référence}$$

Si bilan est négatif, il y a un « déficit ».

Si bilan est positif, il y a de l'eau disponible en plus des stricts besoins.

Le déficit est placé ici entre guillemets car on ne prend pas en compte dans le calcul la régulation possible par les barrages situés en amont. Cette nuance est importante car les bilans qui ont été calculés dans les études volumes prélevables prennent en compte ces volumes de régulation. Le bilan de référence calculé ici - comme point de passage obligé pour l'approche différentielle qui est conduite - ne saurait être donc comparé avec le calcul de bilan des EVP en situation actuelle.

(\*1) Calculés sur la période 1987-2011 pour les Gardons. Nous avons utilisé les quantiles déjà calculés dans le fichier établi par l'EPTB Gardons pour le PGRE sur la base des travaux de BRLi conduits pour l'étude EVP du bassin. Calculés sur la période 1974-2005 pour la Cèze. Nous avons utilisé les quantiles déjà calculés dans le fichier de calcul établi par BRLi pour l'étude EVP du bassin.

(\*2) Nous avons considéré les prélèvements nets mentionnés dans les fichiers cités ci-avant au (\*1).



- Dans un second temps on calcule ces mêmes éventuels « déficits » en situation future possible. Le calcul est le même en faisant varier cette fois les débits mensuels quinquennaux secs selon les hypothèses de diminution vues avant et tout en conservant les autres hypothèses (prélèvements et DOE inchangés)

$$\text{Bilan Futur (B)} = \text{QM5sec} \times \text{baisse} - \text{prélèvements situés à l'amont du point de référence} \\ - \text{débit à maintenir au point de référence}$$

- Dans un troisième et dernier temps, on calcule la différence (B) – (A) entre Bilan Futur et Bilan Référence. De cette manière, on s'abstient de la question de l'influence actuelle des barrages et on calcule, toutes choses égales par ailleurs, le **déficit additionnel lié au changement de climat.**

Les tableaux détaillés ci-après présentent ces déficits additionnels obtenus pour les différentes hypothèses envisagées. Ils indiquent également pour information la simple différence QM naturel – DOE (en débit et en volume).

### CAS DU BASSIN DE LA CÈZE

**Sous l'effet du changement climatique sur la ressource en eau, le déficit en considérant les besoins et les DOE actuels augmentent de 0,5 à 5 millions de m<sup>3</sup> suivant les hypothèses de baisse de ressource considérées.**

Comme indiqué plus haut, il s'agit ici d'un déficit additionnel qui ne prend pas en compte la marge de manœuvre existant éventuellement sur le barrage de Sénéchas situé à l'amont.

Pour mémoire, au droit de la station considérée, le volume moyen écoulé est de 356 Mm<sup>3</sup> sur l'année et de 39 Mm<sup>3</sup> de juin à septembre (calcul sur 1974-2005).



Tableau 12 : Évolution possible du déficit quantitatif sur la Cèze à la station de Pont de Rivières dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource

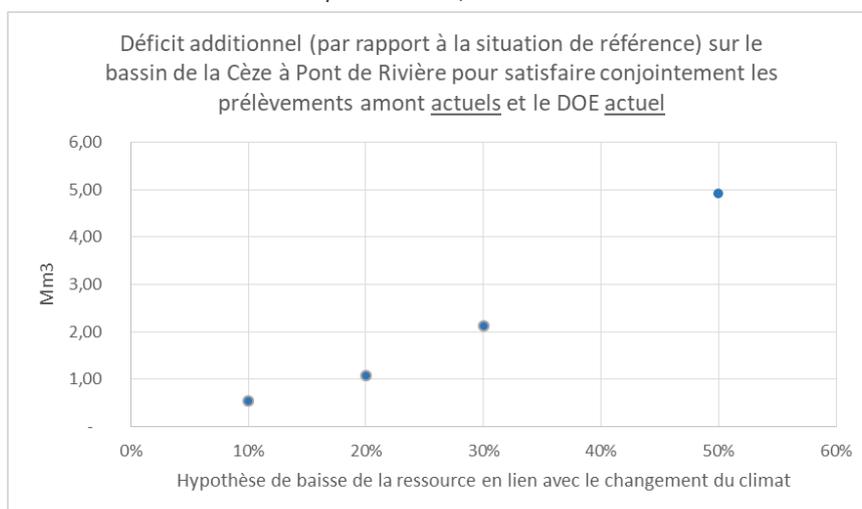
La Cèze à Pont-de-Rivières					
	juin	juillet	août	septembre	le déficit de juin à septembre est accru de ... (m3)
Débit Cible (m3/s)	1,00	0,64	0,55	0,55	
Prélèvements à l'amont (année moyenne) (m3)	1 560 000	1 880 000	1 370 000	910 000	
QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,12	1,16	0,86	1,18	
<b>Hypothèse de baisse des débits d'étiage</b>					
Situation actuelle	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,12	1,16	0,86	1,18
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	1,12	0,52	0,31	0,63
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	2 903 000	1 393 000	830 000	1 633 000
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) <b>(A)</b>	1 343 000	- 487 000	- 540 000	723 000
-10%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,91	1,04	0,77	1,06
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,91	0,40	0,22	0,51
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	2 354 000	1 082 000	600 000	1 327 000
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) <b>(B1)</b>	794 000	- 798 000	- 770 000	417 000
	<b>(B1) - (A) si positif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	549 000	-	-	306 000
<b>(B1) - (A) si négatif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	311 000	230 000	-	<b>541 000</b>
-20%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,70	0,93	0,69	0,94
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,70	0,29	0,14	0,39
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 804 000	771 000	370 000	1 021 000
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) <b>(B2)</b>	244 000	- 1 109 000	- 1 000 000	111 000
	<b>(B2) - (A) si positif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	1 099 000	-	-	612 000
<b>(B2) - (A) si négatif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	622 000	460 000	-	<b>1 082 000</b>
-30%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,48	0,81	0,60	0,83
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,48	0,17	0,05	0,28
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 255 000	461 000	139 000	715 000
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) <b>(B3)</b>	- 305 000	- 1 419 000	- 1 231 000	- 195 000
	<b>(B3) - (A) si positif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	-	-	-
<b>(B3) - (A) si négatif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	305 000	932 000	691 000	195 000	<b>2 123 000</b>
-50%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,06	0,58	0,43	0,59
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,06	-0,06	-0,12	0,04
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	156 000	- 161 000	- 321 000	104 000
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) <b>(B4)</b>	- 1 404 000	- 2 041 000	- 1 691 000	- 806 000
	<b>(B4) - (A) si positif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	-	-	-
<b>(B4) - (A) si négatif</b> : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	1 404 000	1 554 000	1 151 000	806 000	<b>4 915 000</b>

Source : EVP et PGRE Cèze et calculs BRLi



Les résultats sont synthétisés sur le graphe suivant :

Figure 40 : Évolution possible du déficit quantitatif sur la Cèze à la station de Pont de Rivières dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource



Source : BRLi (2020)

### CAS DU BASSIN DES GARDONS

Le déficit additionnel associé à l'effet du changement climatique sur la ressource en eau, en considérant les besoins et les DOE actuels, est de 0.5 à 6.4 millions de m<sup>3</sup> selon les hypothèses de baisse de la ressource et les hypothèses considérées sur les valeurs de DOE (« étape » ou « objectif »).

La situation est plus critique dans l'hypothèse de DOE « objectif » : le DOE est alors en effet, pour août et septembre, exactement égal au débit naturel quinquennal sec : toute baisse de la ressource ou tout prélèvement conduit à ne pas satisfaire le DOE.

Comme indiqué plus haut, il s'agit ici d'un déficit additionnel qui ne prend pas en compte la marge de manœuvre existant éventuellement sur les deux barrages situés à l'amont.

Pour mémoire, au droit de la station considérée, le volume moyen écoulé est de 514 Mm<sup>3</sup> sur l'année et de 42 Mm<sup>3</sup> de juin à septembre (calcul sur 1987-2011).



Tableau 13 : Évolution possible du déficit quantitatif sur les Gardons à la station de Ners dans une hypothèse de stabilité du DOE (Hypothèse Débits Etape) et des prélèvements, et de diminution de la ressource

Le Gardons à Ners - avec débits "ETAPE"							
	juin	juillet	août	septembre	octobre	le déficit de juin à septembre est accru de ... (m3)	
Débit Cible (m3/s)	2,00	0,75	0,75	0,75	1,00		
Prélèvements à l'amont (année moyenne) (m3)	770 000	940 000	830 000	660 000	410 000		
QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,99	1,66	1,01	0,99	2,19		
<b>Hypothèse de baisse des débits d'étiage</b>							
Situation actuelle	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,99	1,66	1,01	0,99	2,19	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,99	0,91	0,26	0,24	1,19	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	2 579 000	2 450 000	687 000	632 000	3 190 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) (A)	1 809 000	1 510 000	- 143 000	- 28 000	2 780 000	
-10%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,70	1,50	0,91	0,89	1,97	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,70	0,75	0,16	0,14	0,97	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 802 000	2 004 000	418 000	374 000	2 603 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) (B1)	1 032 000	1 064 000	- 412 000	- 286 000	2 193 000	
	(B1) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	777 000	446 000	-	-	587 000	
(B1) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	-	269 000	258 000	-	527 000	
-20%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,40	1,33	0,81	0,80	1,75	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,40	0,58	0,06	0,05	0,75	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 026 000	1 558 000	148 000	117 000	2 016 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	256 000	618 000	- 682 000	- 543 000	1 606 000	
	(B2) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	1 553 000	892 000	-	-	1 174 000	
(B2) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	-	539 000	515 000	-	1 054 000	
-30%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,10	1,17	0,70	0,70	1,53	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,10	0,42	-0,05	-0,05	0,53	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	250 000	1 112 000	- 122 000	- 141 000	1 430 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	- 520 000	172 000	- 952 000	- 801 000	1 020 000	
	(B3) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	1 338 000	-	-	1 760 000	
(B3) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	520 000	-	809 000	773 000	-	2 102 000	
-50%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,50	0,83	0,50	0,50	1,10	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	-0,50	0,08	-0,25	-0,25	0,10	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	- 1 303 000	221 000	- 661 000	- 656 000	256 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	- 2 073 000	- 719 000	- 1 491 000	- 1 316 000	- 154 000	
	(B4) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	-	-	-	-	
(B4) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	2 073 000	719 000	1 348 000	1 288 000	154 000	5 428 000	

Source : EPTB Gardons et calculs BRLi



#### 4. QUELLES INTERVENTIONS SONT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS ?

Tableau 14 : Évolution possible du déficit quantitatif sur les Gardons à la station de Ners dans une hypothèse de stabilité du DOE (Hypothèse Débits Objectif) et des prélèvements, et de diminution de la ressource

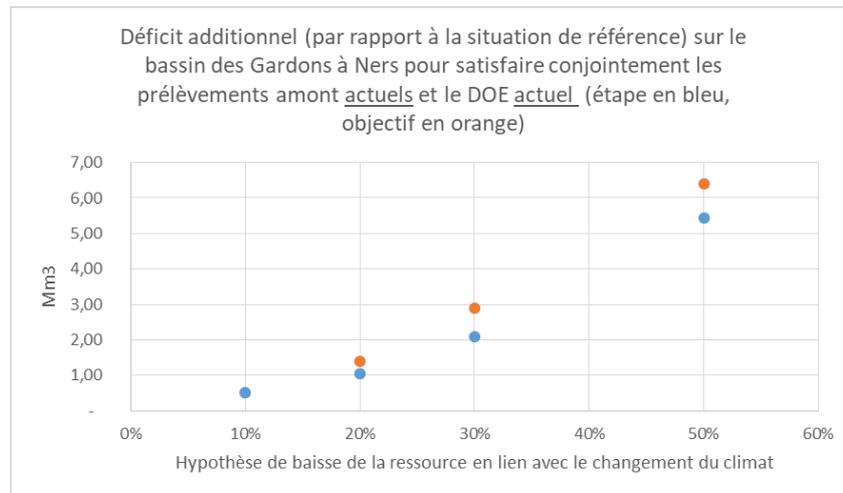
Le Gardons à Ners - avec débits "OBJECTIFS"							
	juin	juillet	août	septembre	octobre	le déficit de juin à septembre est accru de ... (m3)	
Débit Cible (m3/s)	2,00	1,11	1,01	0,99	1,11		
Prélèvements à l'amont (année moyenne) (m3)	770 000	940 000	830 000	660 000	410 000		
QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,99	1,66	1,01	0,99	2,19		
<b>Hypothèse de baisse des débits d'étiage</b>							
Situation actuelle	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,99	1,66	1,01	0,99	2,19	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,99	0,55	0,00	0,00	1,08	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	2 579 000	1 486 000	- 9 000	10 000	2 896 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) (A)	1 809 000	546 000	- 839 000	- 650 000	2 486 000	
-10%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,70	1,50	0,91	0,89	1,97	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,70	0,39	-0,10	-0,10	0,86	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 802 000	1 040 000	- 279 000	- 248 000	2 309 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3) (B1)	1 032 000	100 000	- 1 109 000	- 908 000	1 899 000	
	(B1) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	777 000	446 000	-	-	587 000	
(B1) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	-	270 000	258 000	-	528 000	
-20%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,40	1,33	0,81	0,80	1,75	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,40	0,22	-0,20	-0,19	0,64	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	1 026 000	594 000	- 548 000	- 505 000	1 722 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	256 000	- 346 000	- 1 378 000	- 1 165 000	1 312 000	
	(B2) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	1 553 000	-	-	-	1 174 000	
(B2) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	-	346 000	539 000	515 000	-	1 400 000	
-30%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	2,10	1,17	0,70	0,70	1,53	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	0,10	0,06	-0,31	-0,29	0,42	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	250 000	148 000	- 818 000	- 763 000	1 135 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	- 520 000	- 792 000	- 1 648 000	- 1 423 000	725 000	
	(B3) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	-	-	-	1 761 000	
(B3) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	520 000	792 000	809 000	773 000	-	2 894 000	
-50%	QM5 sec "naturel" (m3/s)	1,50	0,83	0,50	0,50	1,10	
	Delta entre Qnat et DOE (m3/s)	-0,50	-0,28	-0,51	-0,49	-0,01	
	Delta entre Qnat et DOE (m3)	- 1 303 000	- 744 000	- 1 357 000	- 1 278 000	- 39 000	
	Bilan intégrant satisfaction du DOE et des prélèvements (m3)	- 2 073 000	- 1 684 000	- 2 187 000	- 1 938 000	- 449 000	
	(B4) - (A) si positif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements reste positive mais elle est diminuée de ... (m3)	-	-	-	-	-	
(B4) - (A) si négatif : La différence entre ressource et satisfaction conjointe du DOE et des prélèvements était déjà ou devient négative et le déficit est augmenté de ... (m3)	2 073 000	1 684 000	1 348 000	1 288 000	449 000	6 393 000	

Source : EPTB Gardons et calculs BRLi



Les résultats sont synthétisés sur le graphe suivant :

Figure 41 : Évolution possible du déficit quantitatif sur le bassin des Gardons à la station de Ners dans une hypothèse de stabilité du DOE et des prélèvements, et de diminution de la ressource



Source : BRLi (2020)

En conclusion sur les besoins identifiés, on pourra souligner les points suivants :

- Ce chapitre visait à recenser les besoins associés aux différents usages à l'horizon 2050 et à poser ainsi des hypothèses d'études à partir desquelles identifier des solutions d'adaptation (dont des solutions techniques d'accès à l'eau). Ceci ne signifie pas que la stratégie « Eau et climat 3.0 » cherchera à répondre à tous ces besoins. Il s'agit de proposer des éléments d'aide à la décision, le choix final dépendra des volontés locales et des décisions politiques.
- Les besoins AEP supplémentaires pourront être problématiques localement et seront à traiter en priorité. Mais il est à noter qu'ils représentent, à l'échelle du département, un poids réduit par rapport à la demande potentielle agricole, en particulier de la vigne (ex : l'AEP représente 3 % des besoins additionnels juin-septembre de la vigne dans la zone Garrigues, en intégrant l'ensemble des besoins supplémentaires de l'agglomération d'Alès et les points rouges AEP identifiés dans la zone centrale, comparés aux besoins irrigation dans le scénario « irrigation de 80 % des surfaces non irriguées aujourd'hui pour la vigne »).
- Concernant la vigne, il s'agit d'une approche modélisée : la répartition réelle des surfaces en vignes irriguées selon les scénarios ne serait dans la réalité pas homogène, surtout dans le scénario opportuniste (taux d'irrigation des surfaces non irriguées plus important dans les zones proches de ressources – zone Ardèche par exemple – que dans les zones plus éloignées – zone Garrigues par exemple).
- L'approche des déficits additionnels liés à la baisse de la ressource en étiage a été conduite dans le cadre de la présente étude en seulement deux points du réseau hydrographique (Ners pour le Gardon et Pont de Rivière pour la Cèze). Il restera à généraliser l'approche d'autres points pour établir une vision prospective des bilans besoins – ressources à l'horizon 2050-2100. Soulignons que les déficits calculés à ce stade restent très théoriques : ils considèrent les débits objectifs étiages fixés dans le cadre des études volumes prélevables réalisées récemment, ainsi que les prélèvements actuels. Dans un contexte 2050-2100 où les conditions (températures, débits estivaux...) seront très différentes, les DOE seront sans doute amenés à évoluer en parallèle des évolutions climatique et hydrologique et les autorisations de prélèvements pourront être revues également.
- Enfin, la zone à enjeux qui apparaît la plus problématique est la zone Garrigues. Elle concentre en effet une SAU importante, un développement notable de l'urbanisation pour l'accueil de nouvelles populations, des secteurs AEP déjà sous tension et des ressources locales difficilement mobilisables. Elle est de plus éloignée du Rhône ce qui complexifie la mobilisation potentielle du RHR.



## 4.2 PRÉSENTATION DES FAMILLES DE SOLUTIONS MOBILISABLES

### PÉRIMÈTRE DE L'ANALYSE

En parallèle de la construction des scénarios de futurs possibles « Eau et climat » 2050, l'étude s'est penchée sur les types de solutions mobilisables pour adapter le territoire et ses usages aux évolutions caractérisées dans le diagnostic.

Deux grandes familles de solutions sont étudiées :

- Les **solutions de type « Comportement / Planification / Expérimentation »** : ces solutions visent à adapter l'aménagement et la gestion du territoire à toutes les échelles (du département à la parcelle, de la planification stratégique à la mise en œuvre des projets), en s'appuyant sur les fonctionnements naturels des écosystèmes, en valorisant des pratiques traditionnelles pertinentes, mais aussi en innovant pour identifier de nouvelles manières de vivre et produire dans un environnement plus chaud et plus sec. Un volet important vise notamment à améliorer la gestion des espaces naturels, agricoles et forestiers (forêts, prairies, haies, ripisylve, zones humides, renaturation des sols ...) favorisant la rétention et l'infiltration des eaux de pluie et leur restitution en période d'étiage.
- Les **solutions techniques d'accès à l'eau** : il s'agit de développer des infrastructures pour permettre à des territoires d'accéder à des ressources en eau, pour l'alimentation en eau potable et/ou pour l'irrigation.

Deux niveaux d'analyse sont également proposés :

- Un **niveau départemental**, auquel sont présentées et évaluées l'ensemble des solutions étudiées ;
- Un **niveau territorialisé**, qui vise à évaluer localement l'opportunité des solutions envisagées au regard des spécificités des zones à enjeux. Seules certaines solutions techniques ont pu être étudiées localement au regard de l'échelle du schéma et de l'état des connaissances actuelles.

### APERÇU GLOBAL DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES

Le tableau suivant présente l'ensemble des solutions étudiées dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 ». Les solutions sont présentées une par une dans les 2 chapitres suivants. Toutes les solutions sont présentées mais le niveau de détail n'est pas nécessairement le même en fonction de leur niveau de maturité et de leur niveau de pertinence pour le territoire.

Tableau 15 : Panorama des solutions étudiées dans le cadre de l'étude « Eau et climat 3.0 »

SOLUTIONS « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION »	SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU
<p><b>Amélioration et diffusion des connaissances</b></p> <p><b>Adaptation des comportements et des pratiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Économies d'eau</li> <li>- Pratiques agricoles</li> <li>- Conception et encadrement des projets</li> </ul> <p><b>Planification et aménagement du territoire :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanisme, préservation du foncier agricole et naturel</li> <li>- Désartificialisation et renaturation (dont gestion des espaces naturels et agricoles favorisant l'infiltration et le stockage des eaux de pluie)</li> <li>- Gestion forestière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimisation et développement de l'irrigation sur les zones déjà équipées</li> <li>- Valorisation des effluents de caves viticoles</li> <li>- Dessalement</li> <li>- Réutilisation des eaux usées traitées</li> <li>- Stockage souterrain et variante « petits seuils »</li> <li>- Barrages – Optimisation des barrages contribuant au soutien d'étiage /</li> <li>- Barrages - Mobilisation d'autres barrages existants</li> <li>- Barrages - Création de nouveaux barrages</li> <li>- Forages pour mobilisation des eaux souterraines</li> <li>- Retenues d'eau</li> <li>- Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional</li> </ul>



Il n'existe pas de solution unique qui résoudrait toutes les problématiques identifiées. La stratégie « Eau et climat 3.0 », en fonction des objectifs retenus, s'appuiera sur un mix de solutions alliant solutions « classiques » (réseaux, retenues, forages,...) et solutions de type « Comportement / Planification / Expérimentation ». Au regard des enjeux importants liés au changement climatique et au souhait d'une vision moyen-long terme, les solutions « sans regrets » et innovantes seront plébiscitées. La démarche n'exclura cependant pas la poursuite de projets en cours à un horizon « court terme ».

Si solutions « classiques » il y a, elles devront nécessairement s'accompagner d'une transition vers des comportements et des pratiques plus durables (optimisation de l'irrigation, changement de cultures, désartificialisation des sols...).

Le chapitre 7 propose une approche territorialisée de ces solutions afin d'identifier les plus importantes ou les mieux adaptées selon les territoires, en fonction du niveau de connaissance actuel.



# 5 PRÉSENTATION DES SOLUTIONS « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPERIMENTATION »

## 5.1 AMÉLIORATION ET DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Un enjeu transversal mis en évidence au cours de l'étude concerne le renforcement et la meilleure diffusion des connaissances à l'échelle départementale. Différents éléments avaient été présentés dans le rapport diagnostic proposé par BRL ingénierie au cours de la première phase de l'étude. Ceux-ci sont rappelés et complétés ci-dessous.

### AMÉLIORATION DU SUIVI ET DE LA CONNAISSANCE DES RESSOURCES EN EAU DU GARD

#### Améliorer les réseaux de mesure concernant les eaux superficielles et souterraines

D'une manière générale, la phase de diagnostic avait permis de mettre en évidence la nécessité de renforcer la métrologie des eaux superficielles et souterraines, tant en termes de quantité que de qualité des mesures, en particulier en période de basses eaux :

- **Renforcer le suivi piézométrique dans le département.** Le maillage actuel est insuffisant pour fournir les données nécessaires à la bonne définition d'une gestion quantitative de la ressource en eau. C'est particulièrement vrai pour les aquifères karstiques qui assurent un contrôle majeur sur les débits des cours d'eau à l'étiage dans le Gard.
- **Améliorer le dispositif actuel de suivi des débits d'étiage des cours d'eau du Gard :**
  - Renforcer le réseau de mesures des débits dans le Gard, en particulier en étiage. Ce renforcement doit porter sur la précision des stations mises en place (fiabilisation des mesures), sur la densification des stations, et sur l'organisation institutionnelle et les moyens alloués pour procéder à l'entretien et au fonctionnement du réseau sur le long terme ;
  - Repenser la position des stations de mesures existantes au regard du caractère fortement dépendant des débits aux restitutions d'eau souterraines (pour la quantification précise des échanges nappe-rivière).

Chacune des stations de mesures de débit positionnées sur les bassins versants du Gard avait été précisément caractérisée au cours de la phase de diagnostic. Un tableau synthétisant les principales informations concernant la fiabilité de ces stations est disponible en annexe du rapport de diagnostic de la présente étude. Les PGRE (Gardons, Vidourle, Hérault et Cèze) ont pris en compte et calibré, dans le cadre de leurs programmes d'actions, les besoins d'amélioration du suivi des débits des cours d'eau.

#### Améliorer la connaissance sur le fonctionnement de certains grands aquifères

Le diagnostic avait permis de mettre en évidence un besoin de connaissances consolidées sur un certain nombre de grands systèmes aquifères jouant un rôle important, tant au niveau du soutien d'étiage des cours d'eau, qu'au niveau des prélèvements :

- **Système urgonien drainé par la Cèze :** besoin d'un bilan quantitatif sur les flux alimentant le système karstique et sur les flux de restitution à la Cèze et à son appareil alluvial. Cet aquifère vient de faire l'objet d'une étude d'acquisition de connaissances ; la reprise et la synthèse de ces éléments techniques et scientifiques peut être estimée à 100 000 euros en budget prévisionnel.



- **Système liasique drainé par la Cèze et par les Gardons de Miallet et de Saint Jean.** Ces systèmes sont très peu décrits dans la littérature scientifique et technique et, pourtant, ils sont très sollicités pour l'alimentation en eau potable et contribuent fortement au soutien d'étiage des cours d'eau dans les parties amont de leur bassin versant. Sur la base des travaux réalisés par l'EPTB Gardon sur les karsts urgonien et hettangien (suivi hydrométrique et piézométrique sur au moins trois cycles hydrologiques avec traçages et synthèse argumentée), le budget prévisionnel peut-être estimé à 300 000 euros.
- **Séries du Crétacé supérieur du couloir rhodanien.** Situés dans une zone de développement potentiel de besoin d'irrigation, ces aquifères hétérogènes pourraient satisfaire une partie de ces besoins mais leur connaissance actuelle est très limitée. Il serait utile d'envisager une étude globale pour identifier les principales formations aquifères et les caractériser, tant du point de vue de leur productivité que de leur lien actuel avec les hydrosystèmes superficiels (budget prévisionnel estimé de la même manière que précédemment autour de 300 000 euros).
- **Molasses d'Uzès.** C'est une formation aquifère actuellement peu exploitée ; sa superficie et ses liens hydrauliques avec les calcaires urgoniens laissent supposer l'existence de réserves sollicitables par forage. Ceci étant, il sera nécessaire de déterminer son fonctionnement hydrogéologique global avant toute sollicitation supplémentaire, pour notamment déterminer l'impact d'éventuels nouveaux prélèvements sur le débit de l'Alzon. De la même manière, un budget prévisionnel d'environ 300 000 euros d'études est estimé, avec la nécessité de mettre en place un réseau de suivi piézométrique de façon pérenne (pas d'estimation possible à ce stade de connaissance).

Plusieurs études sont déjà prévues, lancées ou en préparation, à l'échelle des bassins versants :

- L'EPTB Gardons a ainsi lancé une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) pour étudier le karst urgonien et les mollasses miocène de l'Uzège (les 2 systèmes sont liés), le karst hettangien du secteur d'Anduze, le karst hettangien du secteur de Saint Julien des Rosiers et les alluvions (piémonts, Gardonnenque).
- L'EPTB AB Cèze est en consultation d'un marché pour l'étude stratégique des eaux souterraines du calcaire urgonien drainé par la Cèze. L'étude devrait débuter en juillet-août 2020 pour durer 3 ans.
- La disposition 1B-02 du SAGE VNVC approuvé vise à modéliser le fonctionnement hydrodynamique de la nappe de la Vistrenque et simuler l'impact des effets du changement climatique sur la ressource en eau (dans l'objectif d'améliorer la connaissance du fonctionnement des aquifères pour préserver l'équilibre quantitatif).
- L'EPTB Vidourle vient de sélectionner un assistant à maîtrise d'ouvrage pour l'accompagner dans le pilotage d'une étude de caractérisation des karsts du Haut Vidourle, qui sera réalisée probablement en 2021.

Dans tous les cas, il est évident, mais cela mérite d'être rappelé, que les usages pour l'AEP resteront prioritaires sur les usages d'irrigation et que la satisfaction de ces derniers ne pourra en aucun cas mettre en péril la satisfaction des usages AEP, actuels ou futurs.

### Poursuivre les études et suivi sur le biseau salé

Dans le département du Gard, plusieurs entités sont potentiellement en contact avec des eaux salées à saumâtres sur la façade maritime du département :

- Les alluvions quaternaires et villafranchiennes entre le Vidourle et le Lez ;
- Les alluvions récentes du Vidourle ;
- Les alluvions de la Vistrenque dans leur partie la plus aval ;
- Les formations hétérogènes du Pliocène et du Quaternaire dans la zone camarguaise.



La problématique du biseau salé concernant cette dernière entité a été bien étudiée (Fenart, 2013). Il est connu que les formations superficielles hétérogènes du Pliocène et du Quaternaire dans la zone camarguaise subissent des processus de salinisation de différentes natures et que les ressources en eau souterraine de ces aquifères sont généralement saumâtres (voir rapport de diagnostic de la présente étude Eau et climat 3.0).

Pour les trois autres entités hydrogéologiques, la question d'un biseau salé se pose : deux rapports de stage de licence (Gauthier, 2016 ; Delainé, 2017) font état de fortes concentrations en chlorure et en sodium dans un certain nombre de forages dans la partie sud de la commune de Saint-Laurent-d'Aigouze. Mais ces données ne permettent pas de conclure formellement à la présence d'un biseau salé et nous ne pouvons donc que recommander de continuer les études et suivis entrepris récemment.

### D'AUTRES ÉTUDES À ENVISAGER POUR PRÉCISER CERTAINES OPTIONS DU SCHÉMA

L'étude a mis en évidence le besoin de références précises et détaillées sur la faisabilité des différentes solutions techniques d'adaptation. Des acteurs du territoire ont souligné en comité de pilotage que les efforts consacrés aux différentes études préalables étaient la plupart du temps très bénéfiques et que les moyens financiers déployés pour mener de telles études étaient souvent très inférieurs à ceux déployés pour la réalisation des actions définitives menées à terme.

Deux exemples d'études de ce type sont proposés ci-après (liste non exhaustive à affiner au démarrage de la mise en œuvre de la stratégie Eau et climat 3.0) :

- Une première étude viendra rapidement compléter celle menée dans le cadre de la stratégie départementale, il s'agit de l'étude des potentialités de stockage d'eau sur le bassin versant des Gardons (hors secteur cévenol). Cette étude (en cours) vise à identifier des sites favorables de stockage (topographie, capacité hydrologique...) et à développer une analyse coût/bénéfice prenant en compte différents aspects environnementaux, sociaux et économiques. Faisant suite au schéma départemental, des analyses comparables pourront éventuellement être menées à l'échelle des bassins versants de la Cèze et du Vidourle.
- Un second enjeu a été identifié au cours de l'étude, il s'agit de préciser à l'échelle départementale les liens entre les différents couverts de végétation, et plus largement l'occupation des sols, et l'hydrologie. Certaines interrogations ont été exprimées concernant l'influence positive ou négative que pouvait avoir la forêt, les prairies, les différents types d'agriculture, les haies et ripisylves, etc. sur l'hydrologie des bassins versants (via les phénomènes de précipitation, d'évapotranspiration, de prélèvement, d'infiltration ou de restitution de l'eau). Il serait alors utile de préciser ces liens afin de prévenir les risques de maladaptation (choix de déforestation ou de reforestation, nature des essences sélectionnées, position géographique des boisements, pratiques agricoles favorables, ...). Des travaux existent sur ces sujets (cf. rapport de Diagnostic de la présente étude) mais nécessiteraient d'être approfondis pour une valorisation opérationnelle.

### EXPÉRIMENTATION ET INNOVATION - MISE EN PLACE DE PROJETS DÉMONSTRATEURS

L'objectif de cette mesure est de permettre l'émergence de références à l'échelle locale concernant les solutions d'adaptation au changement climatique. Les projets devront permettre une coopération large entre acteurs variés (organismes de recherche, entreprises, agriculteurs, forestiers, collectivités...) à des échelles locales, nationales et internationales.

Les principaux objectifs de cette démarche seront de :

- Identifier des solutions techniques fortes et largement transposables dans le contexte départemental ;
- Caractériser les limites d'application associées à ces solutions, les contextes dans lesquels leur efficacité sera la meilleure et d'anticiper les risques de maladaptation qui y seront associés ;



- Identifier différents facteurs permettant d'améliorer la résilience des systèmes aux conséquences du changement climatique (mode de production, dispositif d'appui technique, organisation individuelle ou collective...);
- Créer une dynamique autour des thématiques de l'adaptation, mais aussi de l'atténuation du changement climatique, en impliquant largement différents acteurs et en organisant des évènements de sensibilisation et de communication ;
- Permettre la diffusion de ces innovations auprès des différents acteurs concernés.

Il sera important de réfléchir à l'échelle à laquelle seront mis en œuvre ces projets d'expérimentation et en particulier à leur degré de centralisation, et à leur représentativité du territoire et des enjeux départementaux. Il pourra être intéressant de conjuguer des projets expérimentaux ponctuels dans l'espace (domaine expérimental, arboretum départemental, désimpermeabilisation, ...) avec un réseau d'expérimentateurs maillant plus finement le territoire en se basant sur des acteurs dynamiques et prêt à accompagner l'expérimentation à l'échelle locale.

Les deux échelles d'expérimentation pourraient alors se compléter et répondre à des objectifs différents :

- Expérimentation « centralisée » : visibilité de la démarche à une échelle nationale ou internationale, communication et sensibilisation auprès de différents acteurs (ouverture au public, journées de formation...).
- Expérimentation « décentralisée » : multiplication des retours de terrain potentiellement contradictoires, meilleure dissémination des connaissances et de la démarche, implication de nombreux acteurs sur l'ensemble du territoire, meilleure représentativité des enjeux et des contextes du territoire.

Des projets de recherche et/ou projet-pilotes en cours ou à venir ont été partagés ou envisagés lors des différentes réunions « Eau et climat 3.0 » :

- **En cours - Mise en place d'un observatoire départemental du changement climatique et de l'environnement, qui s'inscrit pleinement dans la démarche « Eau & Climat 3.0 ».**

Ce projet est d'ores et déjà en cours de réalisation : le site de l'observatoire météorologique du Mont Aigoual devrait accueillir le centre français d'interprétation des changements climatiques d'ici 2021. Le principal objectif poursuivi sera la sensibilisation et la communication sur les enjeux de l'évolution du climat et de ses conséquences sur les milieux naturels. Les expositions permanentes et temporaires du site pourront permettre d'aborder différents grands enjeux tels que la gestion durable de la ressource en eau, la protection de la biodiversité, l'atténuation des risques inondation ou encore la protection contre les risques incendie.

- **À envisager - Mise en place d'un projet-pilote visant à optimiser la gestion des couverts forestiers face aux menaces du changement climatique.**

Ce projet pourrait viser à mieux caractériser les impacts et la vulnérabilité de la forêt départementale, à piloter des expérimentations de reboisement et/ou de remplacement de couverts forestiers (dont ripisylves) dépérissant, et enfin à identifier les effets associés à la mise en œuvre de ces différentes solutions. Principalement, il s'agira de valider la faisabilité technique et économique de tels projets et de prévenir des potentiels risques d'effets négatifs à long terme. Le dépérissement important observé actuellement dans les Cévennes peut être un élément déterminant pour amorcer une dynamique forte de renouvellement des couverts.



Des initiatives locales sont d'ores et déjà menées dans certaines communes des Cévennes (par exemple Saint-Jean-du-Gard ou Saint-Roman-de-Codières). En particulier, un important projet piloté par CDC Biodiversité dans le cadre du programme Nature 2050 s'intéresse actuellement à la revitalisation de peuplement de châtaigniers dépérissant. Un descriptif du projet est disponible sur le site internet de Nature 2050<sup>22</sup> : « *Cinq sites appartenant à cinq propriétaires forestiers privés ont été sélectionnés suivant des critères géographiques (altitude, exposition...), afin de mettre en place de nouveaux protocoles de gestion et de servir de territoire d'étude pour la recherche sur le changement climatique (essais d'essences, gestion de l'eau...). Ces sites pilotes permettront d'améliorer la connaissance sur l'adaptation du massif forestier cévenol au changement climatique et de développer des méthodes reproductibles sur l'ensemble de ce territoire, dans un objectif d'adaptation et de résilience à plus grande échelle.* »

- **À envisager - Création en parallèle d'un réseau d'arboretum de suivi départemental** dans chacune des grandes régions forestières du Gard (Basses Cévennes à châtaigniers, Garrigues, Plaines et collines rhodaniennes et languedocienne...).

Ces différents lieux s'inscriraient dans la lignée des arboretums créés par Charles Flahaut et Georges Fabre à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup> siècle dans le massif de l'Aigoual. Ils pourraient à la fois être utiles pour l'expérimentation, via un partenariat nécessaire avec différents acteurs (INRAE, ONF, CRPF...), mais aussi à la sensibilisation des citoyens aux enjeux de préservation de la forêt et en particulier de son importance vis-à-vis des ressources en eau (limitation du ruissellement, stockage et amélioration de la qualité de l'eau...). Le département du Loiret a par exemple décidé de mettre en place en 2019 un arboretum à visées expérimental et pédagogique en collaboration avec l'INRAE et l'ONF. La parcelle sélectionnée se situe dans le parc départemental des Dolines de Limère<sup>23</sup>. Ce projet a été sélectionné et financé dans le cadre du budget participatif départemental.

- **À envisager - Mise en œuvre d'aménagements bénéfiques pour l'environnement sur les surfaces gérées par le Département du Gard.**

Il serait par exemple envisageable de prévoir une désimperméabilisation des cours des collèges (53 collèges publics et 18 collèges privés dans le Gard, ce qui pourrait représenter une surface désimperméabilisée de l'ordre de 5 à 10 ha<sup>24</sup>) et une végétalisation des bâtiments publics. Les délaissés routiers pourraient également être mobilisés en prévoyant la mise en place d'une couverture végétale adaptée et en remettant en état des secteurs fortement dégradés. Au-delà des retombées bénéfiques pour l'environnement, ces actions présenteront un intérêt pour la sensibilisation des citoyens aux enjeux de la gestion durable de la ressource en eau et plus largement de la préservation de l'environnement face aux menaces du changement climatique. L'aménagement des délaissés routiers pourrait également bénéficier au tourisme (jumelage avec des aires de repos).

- **En cours - Étude sur l'adaptation des filières agricoles, et en particulier sur la réduction de la vulnérabilité des exploitations gardoises**, face aux risques du changement climatique, menée actuellement par la Chambre d'Agriculture du Gard avec le soutien financier de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Après une première phase d'analyse climatique et de calculs d'indicateurs agronomiques par filière, l'objectif est de sélectionner des exploitations types par filière pour mener *in situ* des expérimentations visant l'adaptation au changement climatique. L'implication des agriculteurs est particulièrement recherchée au cours de cette démarche avec en supplément la mesure de l'efficacité, de l'acceptabilité et des coûts induits par la mise en œuvre des mesures d'adaptation.

<sup>22</sup> <http://www.nature2050.com/projet/recreation-dune-foret-deperissante-avec-un-groupe-de-forestiers-cevenols/>

<sup>23</sup> <http://www.magcentre.fr/187100-un-nouvel-arboretum-pour-anticiper-le-changement-climatique-au-parc-de-limere/>

<sup>24</sup> En considérant une surface de 1000 m<sup>2</sup> par établissement.



Une **expérimentation sur l'opportunité de mise en place de « nouvelles » cultures** (cultures non traditionnelles du Gard mais adaptées à son climat futur) **pourrait être envisagée en lien avec cette étude** : grenade par exemple (expérimentation déjà réalisée par un agriculteur à Sabran, Cèze) mais aussi pois chiche, sorgho...

- **À envisager - Mise en place en parallèle d'un réseau d'expérimentation agricole**, impliquant à une échelle locale ou départementale un collectif d'agriculteurs qui seraient alors accompagnés pour la conduite de ces expérimentations. Ces réseaux pourraient prendre la forme de Groupement d'Intérêt Économique et Environnemental (GIEE).

Un groupement de cette nature a par exemple été mis en place par l'organisme de défense et de gestion de l'appellation viticole La Clape située dans l'Aude<sup>25</sup>. Il prend la forme d'un GIEE et fédère une vingtaine de viticulteurs qui cherchent, ensemble, à optimiser la gestion de la ressource en eau dans un contexte de changement climatique. Cette préservation de la ressource en eau est abordée d'un point de vue quantitatif (expérimentation sur des cépages adaptés à la sécheresse, techniques alternatives à l'irrigation, systèmes d'irrigation plus économes...) et qualitative (optimisation de l'usage des intrants).

- **À envisager - Mise en place d'un domaine expérimental viticole** (et/ou agricole) qui permettrait de créer des références locales concernant les solutions d'adaptation au changement climatique.

Un tel projet pourrait être porté par la Chambre d'Agriculture et appuyé par le Département et la Région. En plus de l'objectif expérimental, ce site pourrait également permettre de communiquer autour de la typicité agricole gardoise en endossant un rôle de vitrine (visites, séminaires...). Il existe de tels domaines dans différents départements. Dans l'Aude, le Domaine de Cazes, géré par la Chambre d'Agriculture, mène actuellement des expérimentations concernant le comportement de différents cépages, l'efficacité de solutions de biocontrôle, l'amélioration des paramètres microbiologiques et structurels des sols. Dans le Vaucluse, la Chambre d'Agriculture possède et gère un domaine expérimental sur la commune de Piolenc et teste elle aussi des solutions techniques d'adaptation au changement climatique (ombrages, cépages, conduite des vignes...).

- **À poursuivre – Réhabilitation de quelques réseaux hydrauliques et petits ouvrages** liés à la ressource en eau pour une utilisation agricole : béals, impluvium, stockages individuels de substitution

La reconnaissance du site *Causses et Cévennes* au patrimoine mondiale de l'UNESCO en tant qu'exemple de « paysage culturel de l'agropastoralisme méditerranéen » permet au territoire d'accéder à des moyens d'actions et à une reconnaissance au-delà du territoire local. L'une des actions de l'Entente Causses Cévennes vise à « Réhabiliter les réseaux hydrauliques et petits ouvrages liés à la ressource en eau pour une utilisation agricole : béals, impluvium, stockages individuels de substitution » (plan d'actions 2015-2021).

Une résolution a été prise en mai 2018 par le Conseil Scientifique de l'Entente Causse et Cévennes concernant ces ouvrages hydrauliques patrimoniaux en Cévennes. Les actions ciblées portent notamment sur la mise en œuvre rapide d'une expérimentation visant à pérenniser les ouvrages et leurs usages agricoles et à capitaliser des connaissances. Ce projet doit se dérouler en lien avec les acteurs locaux et en synergie avec les politiques publiques en place sur les bassins versants pour lutter contre les déficits quantitatifs. Il s'agit également d'améliorer la conciliation de l'usage agricole traditionnel avec la réglementation sur l'eau actuelle.

Sur la partie connaissances, on peut noter l'étude sur le rôle des tancats réalisée sur le bassin versant des Gardons (EPTB Gardons/CNRS).

Cette liste a vocation à être affinée et complétée au fur et à mesure de la mise en œuvre du schéma.

<sup>25</sup> <http://www.giee.fr/trouver-un-giee/par-region/occitanie/adaptations-des-exploitations-viticoles-de-la-clape-face-au-changement-climatique-et-a-la-preservation-de-la-ressource-en-eau/>



## 5.2 ADAPTATION DES COMPORTEMENTS ET DES PRATIQUES

### 5.2.1 Économies d'eau

Ces actions ont pour objectif d'optimiser la gestion de l'eau dans le département. Elles sont pour la plupart « sans regrets » et doivent permettre de réduire les consommations en eau. Elles sont ainsi à encourager, en évaluant le caractère coût-efficace des actions envisagées.

Pour mémoire, les plans d'actions des PGRE élaborés pour les bassins versants des Gardons, de la Cèze, du Vidourle et de l'Hérault ont fixé les objectifs d'économies d'eau à réaliser et ont mis en place un programme d'actions pour l'atteinte de ces objectifs.

Les paragraphes suivants rappellent les différents types de solutions mobilisables. L'échelle et le périmètre de l'étude ne permettent pas de rentrer dans le détail de chacune.

#### SENSIBILISATION DE TOUS LES ACTEURS

Une marge importante d'économie existe par le biais de l'évolution des comportements des consommateurs. L'ensemble des acteurs du territoire doit être visé pour répondre à l'enjeu d'économie d'eau (particuliers, touristes, agriculteurs, industries...). Les actions pourront porter sur :

- La réalisation et la distribution de plaquettes d'information, une distribution aux touristes dans les différents centres d'hébergement est envisageable ;
- La communication sur les sites internet du département, des collectivités ou d'autres organismes bénéficiant d'une audience large (Chambre d'Agriculture, Syndicats de bassin versant...) ainsi que via d'autres vecteurs de communication (factures d'eau potable, programmes radio, presse locale...);
- L'organisation de journées thématiques (par exemple le dimanche 22 mars : journée mondiale de l'eau instituée par l'organisation des Nations Unies) et la sensibilisation des scolaires ;
- La distribution de « kit d'équipement » d'économies d'eau à destination des particuliers et des gestionnaires de bâtiments publics (mousseurs, régulateurs de débits...);
- L'organisation de journées de formation à destination des agriculteurs pour l'optimisation de l'irrigation (acquisition de références technique, utilisation d'outils de pilotage) en particulier appliqué à la viticulture pour laquelle l'usage de l'irrigation est une pratique relativement récente. De telles formations existent déjà mais il serait opportun qu'elles touchent un plus large public de professionnels.

#### AMÉLIORATION DES RENDEMENTS DES RÉSEAUX

Les enjeux importants en lien avec l'optimisation des réseaux d'eau potable ont été mis en évidence dans le cadre des PGRE des différents bassins versants du Gard.

#### Réseaux d'alimentation en eau potable

L'atteinte et le maintien de bons rendements des réseaux d'eau potable supposent d'établir ou de mettre à jour un Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP). Celui-ci constitue la première étape permettant la bonne caractérisation des équipements, le suivi de leur efficacité et l'établissement d'un programme d'action planifiant leur amélioration ou leur remplacement.

Des efforts doivent ensuite être consentis pour limiter les pertes sur les réseaux par un renouvellement ou une réparation des conduites d'adductions d'eau potable.



Des secteurs prioritaires ont été identifiés dans les PGRE au vu des ressources localement disponibles. Il est possible que depuis l'établissement de ce diagnostic, des actions aient été menées pour améliorer les rendements sur certains de ces secteurs prioritaires, et que d'autres gestionnaires nécessitent des travaux (baisse de rendement, SDAEP en cours, etc.). Pour certaines entités, la compétence a également été transférée depuis le début de l'étude ou bien va l'être prochainement.

Tableau 16 : Secteurs prioritaires pour l'amélioration des réseaux d'alimentation en eau potable

BASSIN VERSANT	COMMUNES OU SYNDICATS PRIORITAIRES
<b>Cèze</b>	Saint-Florent-sur-Auzonnet, Bouquet, Le Martinet, SIAEP du Luech, SIAEP Courry Gagnières, Gagnières, Bonnevaux, Aujac, Génolhac, Pontails-et-Bresis, Sénéchas, Bessèges, Bordezac, Meyrannes, St-Victor-de-Malcap, SIVOM Cèze-Auzonnet, Salindres, Cavillargues, Molières-sur-Cèze, les Mages et Saint-Jean-de-Valérisclé
<b>Gardons</b>	Anduze, Boucoiran-et-Nozières, Cardet, Générargues, Lédignan, Mialet, Moussac, Sanilhac-Sagriès, SI Pont-du-Gard, SIAEP Avène, SIAEP Cruviers Lascours, SIAEP des Gardies, SIAEP Domessargues Saint Théodorit, SIAEP Mayre, SIAEP Remoulins et Saint-Bonnet-du-Gard, SIDEA Grand Combe, Saint-Jean-du-Gard, Alès, SIAEP de la Droude, SIAEP Saumane-Estrechure, SIAEP de Tornac et Saint-André-de-Valborgne
<b>Vidourle</b>	Bourguet-Cros, Monoblet, Durfort et Saint-Martin-de-Sossenac, Saint-Hippolyte-du-Fort, Conqueyrac, Syndicat Corconne Liouc Brouzet les Quissac, La Cadière et Cambo
<b>Hérault</b>	Bréau-et-Salagosse, Valleraugue (Val d'Aigoual), Aumessas, Molières-Cavaillac, Saint-Laurent-le-Minier, Aulas, Bez-et-Esparon

Source : PGRE (Cèze, Gardons, Vidourle, Hérault)

### Réseaux d'irrigation (cas des béals)

Dans les secteurs amont des bassins versants, les efforts doivent se poursuivre sur l'optimisation de l'usage des ouvrages hydrauliques traditionnels. Ceux-ci sont caractérisés par une irrigation le plus souvent gravitaire avec une prise d'eau en rivière, un canal de dérivation (le béal), et une restitution à l'aval du périmètre irrigué. Les volumes nets prélevés sont en général assez faibles mais l'impact sur le débit des cours d'eau peut être important, en particulier sur le tronçon court-circuité.

Mais, en parallèle, ces ouvrages hydrauliques permettent souvent le maintien d'une irrigation généralement indispensable à la rentabilité des petites exploitations agricoles cévenoles. Le maintien de ces activités représente un enjeu économique, social et paysager important.

En fonction des usages et des ressources disponibles, il peut néanmoins être possible de fermer certains béals ou de substituer le réseau gravitaire par un système sous pression plus efficace ou par la réalisation de bassin de stockage. La poursuite des efforts menés en ce sens par les syndicats de bassin versant, mais aussi par les gestionnaires de béals et la Chambre d'Agriculture, notamment par le biais des plans locaux de gestion, est encouragée.

### Réseaux d'irrigation (cas du RHR)

Ce sujet est abordé au chapitre 6.2 « Optimisation et développement de l'irrigation sur les zones déjà équipées ».



## ÉTUDE DE L'OPPORTUNITÉ DE MISE EN PLACE DE TARIFICATIONS INCITATIVES

La mise en place d'une tarification incitative pourrait aussi bien concerner les particuliers pour l'alimentation en eau potable que les agriculteurs irrigants. La Directive Cadre sur l'Eau intègre notamment ce principe en imposant que les tarifications pratiquées soient rendues incitatives depuis 2010.

Différents systèmes tarifaires peuvent être envisagés :

- Mise en place, lorsque la tarification forfaitaire est encore utilisée, d'une tarification binôme composée d'une part fixe et d'une part variable proportionnelle à la consommation réelle ;
- Augmentation de la part variable du tarif binôme par rapport à la part fixe, de manière à augmenter le lien entre le montant de la facture et le volume consommé (tout en restant dans le maximum légal pour l'eau potable) ;
- Mise en place d'une tarification saisonnière avec une augmentation du prix de l'eau en période estivale ;
- Mise en place d'une tarification par paliers croissants impliquant la création de tranches tarifaires associées à une augmentation progressive du prix de l'eau.

Par exemple, le Syndicat mixte pour l'alimentation en eau de la région de Dunkerque a lancé en 2012 un dispositif de tarification incitative de l'eau. Le syndicat a défini trois tranches de tarification correspondant à des consommations inférieures à 75 m<sup>3</sup>, entre 75 et 200m<sup>3</sup> et supérieurs à 200m<sup>3</sup>.

En plus de l'impact environnemental attendu, les conséquences sociales et financières de telles mesures sont à considérer (capacité à payer pour les usagers, problèmes d'équité, équilibre budgétaire pour le gestionnaire).

Les redevances pour prélèvement sur la ressource en eau perçues par l'Agence de l'Eau et dues pour les usages domestiques, industriels et agricoles ont vocation à inciter à réaliser des économies d'eau. Une majoration du taux de redevance est mise en place pour les collectivités en non-conformité avec les prescriptions réglementaires (diagnostic des ouvrages, plan d'actions pour l'amélioration des rendements des réseaux...).

## IRRIGATION – AMÉLIORATION DE LA CONDUITE DE L'IRRIGATION

Les économies d'eau sont possibles par l'amélioration des pratiques d'irrigation réalisées par les agriculteurs. L'objectif est de favoriser une irrigation au plus près des besoins en eau des cultures, c'est-à-dire apporter suffisamment d'eau pour garantir la performance de la culture tout en évitant les excès qui peuvent avoir des effets négatifs (aussi bien sur les récoltes que sur l'environnement). Les économies réalisées sont profitables aussi bien pour l'environnement (préservation des ressources), que pour les cultures (intérêt nul du surdosage) et les exploitants (économies financières).

N.B. : En l'absence de connaissance fine de la pertinence des pratiques d'irrigation actuelles (cf. rapport de diagnostic de la présente étude « Eau et climat 3.0 »), il n'est pas possible de quantifier les volumes qui pourraient être économisés sur le territoire. Les pratiques apparaissent perfectibles, notamment en viticulture où la pratique de l'irrigation est plus récente qu'en maraîchage et arboriculture (vignes traditionnellement conduites en sec) et les besoins très variables (fonction de l'année, du type de sol, des objectifs de production...). Des marges de manœuvre existent donc et il apparaît bénéfique de mettre en place des actions pour optimiser la conduite de l'irrigation. Les volumes économisables restent à préciser, ainsi que l'évaluation du rapport coût-bénéfice de ces actions.



Les grands enjeux auxquels les agriculteurs doivent être capables de répondre dans un contexte de gestion raisonnée et maîtrisée de l'irrigation sont :

- La connaissance des besoins en irrigation d'une culture à un instant donné en fonction des caractéristiques de la culture et du contexte climatique (date à laquelle commencer l'irrigation, dose à appliquer et fréquence d'application...);
- La capacité à appliquer la dose d'irrigation souhaitée (connaissance des caractéristiques techniques du matériel d'irrigation).

L'ensemble des pratiques d'irrigation peut être validé par l'utilisation d'outils de pilotage plus ou moins sophistiqués (observations de l'état du végétal et du sol, compteur volumétrique, sondes capacitatives ou tensiométriques<sup>26</sup>, sonde à neutrons, dendrométrie, mesure du potentiel hydrique foliaire...).

Différentes actions sont déjà menées et peuvent être poursuivies voire renforcées :

- Permettre aux agriculteurs de se former à la pratique d'une irrigation raisonnée, par le biais de journées techniques de formation volontaires ou obligatoires (potentiellement associées à une conditionnalité pour accéder à l'eau d'irrigation). Différentes thématiques pourraient être abordées concernant le matériel d'irrigation, l'établissement d'un bilan hydrique à la parcelle, les outils de pilotage de l'irrigation... Comme indiqué plus haut, de telles formations existent déjà, mais il y aurait intérêt à ce qu'elles puissent toucher un nombre plus important de professionnels. La connaissance scientifique évoluant rapidement, il y a aussi nécessité d'une formation régulière tout au long du parcours professionnel.
- Renforcer et diffuser largement les références techniques en lien avec les pratiques d'irrigation (besoins en eau par culture en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques du sol...).
- Permettre aux agriculteurs d'investir dans des outils de pilotage de l'irrigation qui peuvent parfois nécessiter un investissement préalable (matériel et/ou logiciel). Par exemple, un kit basique de six sondes tensiométriques, d'un boîtier de lecture, d'une tarière et d'un thermomètre pour calibrer la sonde va coûter environ 500 euros.

*Remarque : Des précisions liées aux actions engagées ou à engager pour les économies d'eau sur le périmètre du RHR sont présentées au chapitre 6.2 « Optimisation et développement de l'irrigation sur les zones déjà équipées ».*

## 5.2.2 Adaptation des pratiques agricoles

### RAPPEL DES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SYSTÈMES DE CULTURE

Les principales conséquences de la modification du climat sur les systèmes agricoles, mises en évidence dans le rapport de Diagnostic de la présente étude Eau et climat 3.0, sont :

- Une modification des cycles phénologiques des cultures avec une anticipation des stades phénologiques et un raccourcissement des phases ;
- Une modification du bilan hydrique avec une augmentation de la demande climatique en évapotranspiration et un risque de diminution des précipitations estivales qui pourront provoquer une augmentation de la contrainte hydrique pour les cultures ;
- Une augmentation des risques d'accidents climatiques (gel tardif, grêles, échaudage...);
- Une évolution de la pression phytosanitaire (incertitudes sur l'effet positif ou négatif) ;
- L'ensemble de ces effets conjugués auront enfin des conséquences sur la qualité et la quantité des récoltes.

<sup>26</sup> Expérimentation en cours de la Chambre d'agriculture du Gard sur l'utilisation des sondes tensiométriques pour le pilotage de l'irrigation



## LES LEVIERS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La mise en place de l'irrigation est l'une des solutions d'adaptation à l'augmentation du stress hydrique. Elle ne pourra cependant pas être mise en place partout, et ne pourra pas permettre de faire face à l'augmentation des températures (hors usage de l'eau pour la brumisation des cultures) ni à l'augmentation des niveaux de rayonnement.

D'autres solutions d'adaptation à l'évolution du climat peuvent être pertinentes à mettre en place. Le travail d'identification et de caractérisation de ces solutions techniques s'est basé sur :

- Deux réunions techniques organisées par BRLi les 21 et 22 octobre 2019, l'une centrée sur la viticulture, la seconde sur l'ensemble des cultures hors vigne et rassemblant une vingtaine d'acteurs différents (techniciens et élus de la Chambre d'Agriculture du Gard, instituts techniques, coopératives, BRL, etc.) ;
- Un benchmark concernant la manière de cultiver la vigne dans des pays dont le climat actuel se rapproche du climat que connaît déjà le Gard ou que le département pourra connaître dans une ou deux générations, réalisé avec l'appui d'un expert (consultable en annexe) ;
- Une matinée technique organisée à l'Institut Coopératif du Vin (ICV) à Nîmes le 11 décembre 2019 et portant sur l'adaptation de la vigne au changement climatique ;
- Des travaux menés par BRLi dans le cadre d'autres projets<sup>27</sup> incluant notamment des entretiens avec des experts techniques et un travail important d'analyse bibliographique ;

Deux grandes familles de solutions d'adaptation au changement climatique ont pu être identifiées sur cette base :

- **Évolution des pratiques agricoles à l'échelle de la parcelle,**
- **Évolution de l'environnement dans lequel s'inscrit la production agricole,** à un niveau supérieur à celui de la parcelle.

### 5.2.2.1 Évolution des pratiques culturales à l'échelle de la parcelle

Les solutions d'adaptation analysées au cours de ce travail sont présentées dans le tableau suivant. Elles sont caractérisées en fonction de leur effet probable sur les trois principaux enjeux associés au changement climatique (augmentation des températures, augmentation de la contrainte hydrique et augmentation du rayonnement).

Tableau 17 : Caractérisation des solutions techniques d'adaptation au changement climatique

LEVIERS D'ADAPTATION	TEMPÉRATURE	CONTRAINTE HYDRIQUE	RAYONNEMENT
Matériel végétal (variétés et cépages)	+	=	=
Matériel végétal (porte-greffes)	=	+	=
Agroforesterie	+	+/-	+/-
Taille tardive	+	=	=
Hauteur de la végétation	+	+	=
Brumisation	+	=	=
Architecture de la végétation	=	+	+
Enherbement	+/-	+/-	=
Couverture du sol	+/-	+/-	=

<sup>27</sup> Notamment ProHydra 2028 ; Stratégie de gestion de la ressource en eau face au changement climatique (Région PACA, 2019)



LEVIERS D'ADAPTATION	TEMPÉRATURE	CONTRAINTE HYDRIQUE	RAYONNEMENT
Agriculture de conservation	=	+	=
Densité de plantation	=	+	=
Ombre	+	+	+
Anticipation des dates de semis	+	+	+
Réorientation des rangs	=	=	+

+ : effet probable positif, = : absence probable d'effet ; - : effet probable négatif ; +/- : effet probable incertain ou fonction des modalités de mise en œuvre

Source : BRLi (2019)

## MATÉRIEL VÉGÉTAL (VARIÉTÉS/CÉPAGES ET PORTE-GREFFES)

L'évolution du matériel végétal est sans doute le levier offrant le plus de marge de manœuvre. Il devrait être possible de valoriser l'importante diversité génétique existante pour de nombreuses cultures de manière à favoriser les variétés ou cépages ainsi que les porte-greffes les mieux adaptés au contexte local de production actuel et futur.

Différents projets de recherche s'intéressent d'ores et déjà à ce levier d'adaptation. Ceux concernant la vigne sont les plus nombreux, par exemple :

- Le projet VitAdapt, mené par l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV) qui étudie l'adaptation des cépages au changement climatique avec comme objectif d'identifier ceux qui seront plus résistants à la sécheresse, aux maladies et aux températures élevées, avec une maturité plus tardive, moins de sucre et plus d'acidité.
- Le projet GreffAdapt, mené par l'INRA de Bordeaux qui vise à analyser à long terme les interactions entre porte-greffe et cépage en particulier vis-à-vis de la sécheresse.

La marge de manœuvre semble également importante pour les cultures annuelles (légumes, céréales...) par le biais de :

- **La sélection et le choix de variétés précoces et/ou à cycles courts :**

Un cycle plus court permettra l'esquive d'un certain nombre de stress tardifs (échaudage et stress hydrique) au cours de la phase de remplissage des grains, qui peuvent avoir des effets négatifs sur le rendement.

- **La sélection et le choix de variétés tolérantes aux stress climatiques :**

Deux principaux stress climatiques sont identifiés : l'échaudage et la sécheresse. L'objectif n'est pas de sélectionner uniquement une variété mieux adaptée à un paramètre précis mais également des variétés capables de s'adapter et de faire face aux tendances de fond comme aux variations (période de sécheresse, de fortes pluies...). La variabilité climatique risquant de s'accroître, ce type de variétés serait mieux adapté à l'augmentation de la variabilité climatique intra et interannuelle.

Devant l'incertitude associée au climat et les risques sous-jacents (gelées, échaudages, sécheresses, maladies...), il est fortement recommandé de **choisir plusieurs variétés menées selon différentes stratégies dans l'assolement annuel, pour limiter la vulnérabilité globale des cultures**. C'est le concept de bouquet variétal.

Il pourra par exemple être possible de choisir quatre ou cinq variétés présentant des caractéristiques différentes (précocité, date de semis, résistance à la sécheresse, résistance à différentes maladies). Même si certaines parcelles n'atteignent pas le potentiel de rendement optimal, cette **diversification des variétés cultivées** pourrait permettre d'atténuer les effets des accidents climatiques ou sanitaires sur le système global de culture et ainsi d'assurer une stabilité interannuelle des rendements.



## AGROFORESTERIE

L'agroforesterie correspond à l'association, sur une même parcelle, d'une culture et/ou d'animaux avec des arbres. Cette association peut prendre des formes variées en fonction de la densité d'arbres plantés, du positionnement dans la parcelle (en bordure ou au sein de la parcelle) et du choix des espèces (champêtres ou fruitières).

La plantation de ces arbres peut répondre à différents objectifs, elle permet par exemple de jouer sur l'image du système agricole, d'augmenter la biodiversité, de protéger les sols, de produire du bois d'œuvre ou des fruits ou encore de modifier localement les conditions climatiques subies par la culture (rayonnement, température, vent).

En effet, les arbres contribuent à tempérer les extrêmes climatiques au niveau de la culture (rôle tampon sur les températures basses ou hautes). En particulier, lors des fortes chaleurs, en puisant l'eau en profondeur et en la transpirant, l'arbre va permettre d'augmenter la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et ainsi diminuer sa température.

Mais un système agroforestier peut aussi présenter des contraintes liées à la concurrence vis-à-vis des ressources (eau, nutriments, lumière) et des difficultés pour les opérations mécanisées.

Différentes expérimentations sont en cours depuis plus de 10 ans au domaine expérimental de Restinclières (Hérault) testant l'association vigne – cormier à pin, vigne – pin pignon mais aussi blé dur – noyer. Les associations oliviers et céréales à paille (blé dur, avoine, seigle...) sont également emblématiques des paysages agricoles méditerranéens, mais ces cultures intermédiaires ont progressivement disparu au profit de systèmes de production spécialisés. Des cas d'associations lavandin – chêne truffier ont également été rapportés, en particulier en attendant que les truffières deviennent productives.

## TAILLE TARDIVE

La taille tardive permettrait de retarder de quelques jours le débourrement de la vigne. Il est possible que ce même phénomène soit visible pour d'autres espèces pérennes (olivier, amandier, figuier...). L'intérêt de retarder le débourrement est de limiter l'effet d'anticipation des stades phénologiques lié à l'augmentation des températures. Cela pourrait par exemple permettre de réduire la sensibilité de la culture à des gelées tardives.

## HAUTEUR DE LA VÉGÉTATION

De nouveau, ce levier a d'ores et déjà été identifié pour la vigne, qui lorsque sa hauteur est moins importante subit plus l'effet réchauffant du sol. Au contraire une vigne dont la hauteur est plus importante y est moins exposée. Ce levier permet de jouer sur l'effet microclimat au niveau de la végétation et des grappes et présente un intérêt au moment de la maturation des grappes. Cette solution d'adaptation semble moins adaptée aux autres cultures.

## BRUMISATION

La brumisation ou irrigation sur frondaison peut permettre de diminuer sensiblement les températures dans l'atmosphère proche de la strate de végétation. C'est une solution technique qui a été citée à de nombreuses reprises, mais peu de références sont pour l'heure disponibles concernant cette pratique (efficacité et volumes d'eau nécessaires). Des travaux de recherche et des expérimentations *in situ* complémentaires sont nécessaires pour valider l'intérêt d'une telle pratique.



## ARCHITECTURE DE LA VÉGÉTATION

Ce levier a été particulièrement étudié pour la vigne pour laquelle il semble que la conduite de la vigne peut avoir une influence importante sur son besoin hydrique. Par exemple, la conduite (taille) en gobelet, traditionnellement réalisée dans les régions méditerranéennes, semble bien adaptée à la sécheresse, car les ceps présentent une surface foliaire relativement faible, limitant les interfaces de transpiration. Cependant, la conduite en gobelet est généralement associée à des rendements plus faibles et reste difficile à vendanger mécaniquement.

Pour limiter le niveau de rayonnement arrivant au niveau des grappes, il est possible de jouer sur l'architecture des ceps et le feuillage des vignes. Il pourra être possible de faire évoluer les techniques de taille pour favoriser un feuillage retombant sur les grappes (en « cordon déployé ») permettant de les protéger du rayonnement solaire. Il semble par ailleurs avoir été constaté que les vignes ayant subi un rognage important ont été plus touchées par la vague de chaleur de l'été 2019 que celles n'ayant pas subi de taille<sup>28</sup>.

## ENHERBEMENT

L'enherbement englobe une grande diversité de pratiques, ce qui lui confère une grande capacité d'adaptation en fonction des contraintes locales de production. Il peut se présenter sous différentes formes en fonction de si le couvert est semé ou spontané, sur toute la parcelle ou seulement sur l'inter-rang (ou un sur deux, un sur trois...) et s'il est conservé sur l'ensemble du cycle de culture (couvert permanent) ou s'il est détruit à un moment précis du cycle (au débourrement, à la floraison...).

L'enherbement présente des avantages indiscutables concernant :

- l'enrichissement de la biodiversité au niveau de la parcelle (faune et flore) ;
- la limitation des transferts de résidus de produits phytosanitaires en dehors de la parcelle ;
- la séquestration du carbone et l'augmentation du niveau de matière organique dans le sol ;
- l'amélioration de la structure du sol avec une limitation de l'érosion, du tassement et de la battance et une amélioration de la capacité d'infiltration ;
- dans certains cas, une production fourragère d'appoint.

C'est une pratique qui présente néanmoins des contraintes (préparation de la terre, semis, destruction...) et un coût (main d'œuvre, semences, carburant), et nécessite un suivi régulier de l'agriculteur. Une perte de vigueur de la culture peut apparaître en lien avec une compétition hydrominérale avec le couvert si ce dernier n'est pas détruit à temps. Cette pratique est ainsi à adapter en fonction du contexte de chaque parcelle (profondeur de sol, enracinement de la culture, disponibilité de l'eau, de l'azote...).

Pour l'olivier, l'amandier ou la vigne, il est en général conseillé de maintenir enherbés les inter-rangs de la fin août jusqu'au printemps (mars, avril), puis de détruire le couvert de manière à garder un sol nu au cours de l'été. Cette pratique permet d'améliorer la structure du sol avec une limitation de l'érosion, du tassement et de la battance et une amélioration de la capacité d'infiltration. Elle permet de remplir plus efficacement les réserves en eau du sol sur la période pluvieuse de septembre à fin avril. Ceci tout en limitant la concurrence hydrique pendant la période de croissance de la culture.

**D'une manière générale, la qualité agronomique des sols devra être remise au centre des attentions des agriculteurs de manière à optimiser la capacité de celui-ci à retenir l'eau et à la restituer à la culture (porosité, vie biologique du sol, capacité d'infiltration...).**

<sup>28</sup> <https://www.icv.fr/actualites/viticulture/03-juillet-2019/canicule-au-vignoble>



## COUVERTURE DU SOL

Plus un sol est profond et riche en matière organique, plus sa capacité de stockage de l'eau est importante. De manière à remplir cette réserve en eau du sol, celui-ci doit présenter une bonne capacité d'infiltration à sa surface (absence de croûte de battance notamment). L'utilisation de paillage de manière à couvrir les sols pourrait permettre d'augmenter l'infiltration de l'eau au dépend du ruissellement, elle pourrait également limiter l'évaporation de l'eau et le réchauffement du sol. Ce paillage peut provenir d'un enherbement inter-rang, fauché et enfoui peu profondément avant la période chaude.

La Chambre d'Agriculture du Gard a mené une expérimentation concernant l'augmentation de la capacité de rétention de l'eau dans le sol, en cultures légumières, par l'utilisation de Bois Raméal Fragmenté. Après trois années de suivi sur cinq sites pilotes, il n'a pas été possible de montrer une évolution significative de la quantité de matière organique dans le sol ni de la capacité de rétention en eau des sols.

En culture d'amandier, la mise en place de bâches tissées sur le rang est une pratique qui se développe. Celle-ci est poreuse à l'eau et aux fertilisants ; elle permet de limiter la pression des adventices et de réduire l'évaporation de l'eau depuis le sol jusqu'à 30% (dire d'experts).

De la même manière, il semblerait que la pratique du paillage soit favorable en trufficulture. Ces résultats ont pu être observés dans le cadre des expérimentations menées par l'INRAE (projet Cultur'Truffe) portant sur l'utilisation de différents types de paillage (branches de taille, sacs de jute ou herbes de fauche), même si ces résultats doivent encore être consolidés. Le déclenchement des irrigations pourrait être décalé d'une dizaine de jours (dire d'expert).

En conclusion, la marge de manœuvre semble néanmoins assez faible et la mise en place de telles solutions liées à la couverture du sol est à envisager avec précaution. En effet, l'efficacité réelle en lien avec la contrainte hydrique semble très dépendante du contexte de chaque parcelle. Le suivi des expérimentations doit être poursuivi pour une approche consolidée et intégrée du caractère coût-efficace de ces mesures (prise en compte des bénéfices agronomiques mais également environnementaux).

## AGRICULTURE DE CONSERVATION

Certaines techniques spécifiques aux grandes cultures peuvent permettre de favoriser l'infiltration et d'améliorer la capacité de stockage de l'eau dans le sol. L'agriculture de conservation est la combinaison de :

- La couverture du sol temporaire ou permanente, soit par des résidus de cultures (mulch), soit par des plantes de couverture implantées en interculture ;
- La réduction voire la suppression du travail du sol (labour occasionnel, pseudo-labour, travail superficiel, semis direct ou semis direct sous couvert végétal...) ;
- Un troisième élément est généralement associé aux deux premiers, il concerne la diversification et l'allongement des rotations culturales. Néanmoins, cet item semble surtout répondre à un enjeu de maîtrise des adventices et ne présente à première vue pas d'intérêt concernant la ressource en eau.

L'intérêt de ces pratiques est bien documenté et semble faire consensus au sein de la communauté scientifique. Concernant la ressource en eau, les avantages associés à ces systèmes de culture sont :

- La réduction du ruissellement et des risques d'érosion ;
- L'augmentation de la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol ;
- La diminution du risque de battance ;
- L'augmentation du taux de matière organique, favorable à une meilleure capacité de stockage de l'eau dans le sol ;
- La diminution de l'évaporation de l'eau du sol.



Sa mise en pratique effective doit néanmoins souvent faire face à des contraintes potentiellement importantes (adaptation des pratiques, du matériel, variations des rendements, pression d'adventices...).

### DENSITÉ DE PLANTATION

Une des solutions envisagées consiste à **réduire la densité de plantation des ceps de vigne pour diminuer la concurrence hydrique**. En moyenne, la densité de plantation en Côte de Provence est d'environ 4 000 plants/ha, à Bandol de 5 000 plants/ha alors qu'en Algérie on peut régulièrement retrouver des densités de plantation de l'ordre de 1 000 plants/ha (dires d'expert).

L'espacement entre les arbres pourra également être adapté dans d'autres systèmes de production. La plantation devra par exemple être plus espacée en verger sec et plus rapproché en verger irrigué ou présentant une réserve utile importante.

### OMBRAGE

Des **ombrières artificielles** pourraient être envisagées dans un objectif de réduction du niveau de rayonnement incident sur les cultures. Ces structures pourraient prendre différentes formes (voiles, filets, écrans).

Certains mettent d'ores et déjà en œuvre des projets « agrivoltaïques » sur des parcelles de vigne dont l'un des objectifs est de protéger la culture à des moments clés de son cycle. C'est par exemple le cas dans les Pyrénées-Orientales, où la Chambre d'Agriculture accompagne un projet d'installation d'ombrières munies de panneaux solaires sur le domaine de Nidolères, sur la commune de Tresserre, ou encore à Piolenc où la Chambre d'Agriculture de Vaucluse expérimente un même système « agrivoltaïque » sur vignes.

L'investissement nécessaire peut être conséquent (4 millions d'euros pour couvrir 4,5 hectares de vignes sur le domaine de Nidolères). De plus, ces projets posent une importante question d'acceptabilité sociale avec le risque d'une mutation des paysages et de l'activité agricole traditionnelle. Les conséquences agronomiques, en particulier concernant la qualité des raisins, sont également à prendre en compte de même que les potentiels impacts environnementaux.

### ANTICIPATION DES DATES DE SEMIS

De la même manière que par le choix des variétés précoces, l'**anticipation des dates de semis** (dès les premières périodes favorables) peut permettre à la culture de réaliser son cycle plus tôt et ainsi d'éviter les stress climatiques au cours de la phase de remplissage des grains.

D'une manière générale, l'adaptation du couple [date de semis ; précocité variétale] face aux nouvelles conditions climatiques est l'un des principaux enjeux d'adaptation identifié pour les cultures annuelles.

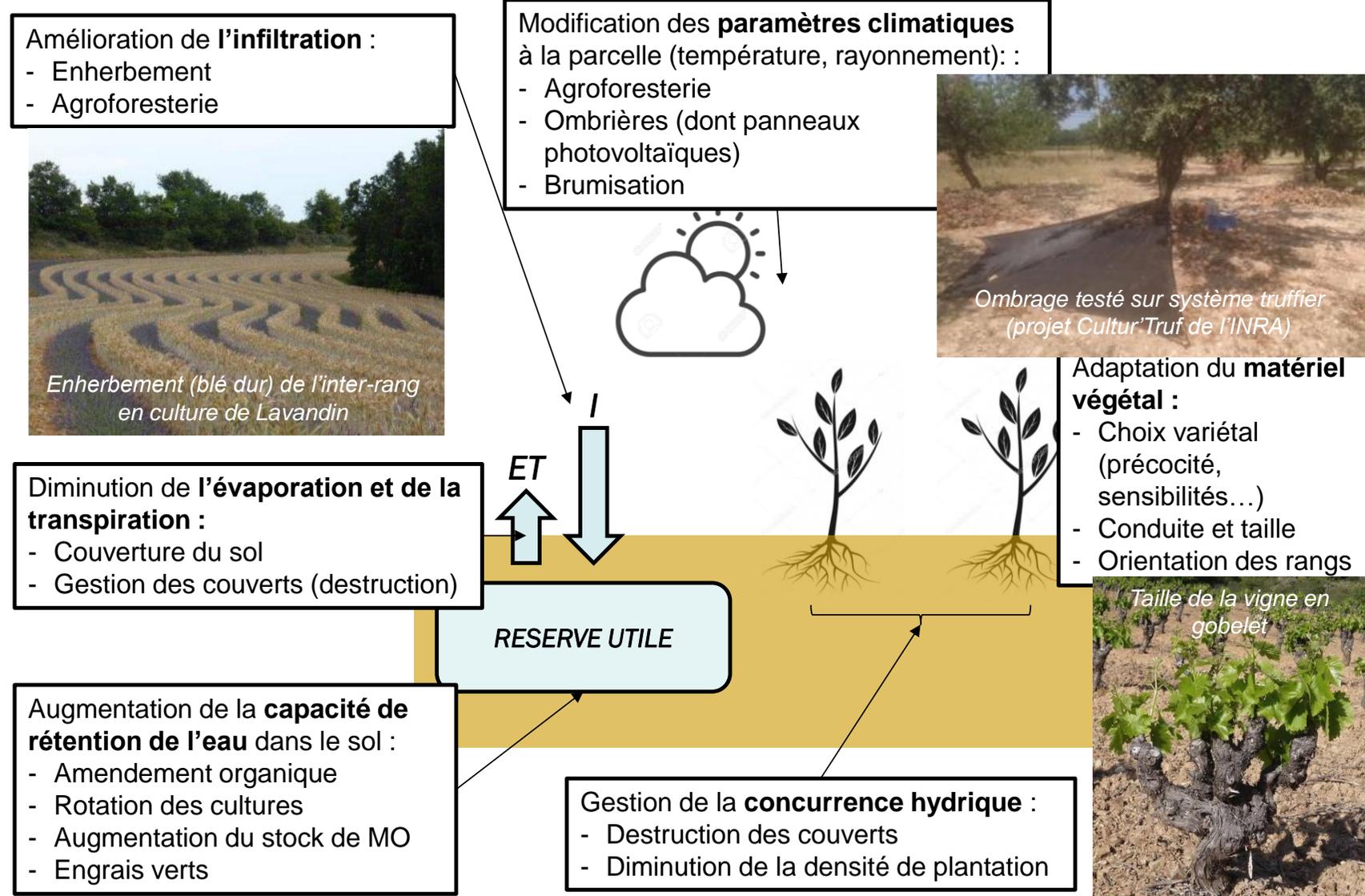
### RÉORIENTATION DES RANGS

L'agencement des vignes dans l'espace et notamment leur orientation au moment de la plantation pourrait être un levier intéressant sur lequel intervenir pour réduire la sensibilité au climat. Classiquement, les vignes sont plutôt plantées avec des rangs orientés nord-sud de manière à optimiser les niveaux de rayonnement interceptés. **Une réorientation est-ouest permettrait au contraire de limiter au maximum le rayonnement direct du soleil sur les grappes.**

La figure suivante propose une représentation schématique des liens, à l'échelle de la parcelle, entre les solutions d'adaptations proposées et les processus physiques en jeu.



Figure 42 : Représentation schématique des solutions d'adaptation à la parcelle



Source : BRLi (2020)



### 5.2.2.2 Autres leviers d'adaptation agricole – échelle supra-parcellaire

D'autres enjeux sont apparus au cours de notre analyse dépassant l'échelle parcellaire et concernant l'environnement global dans lequel se réalise la production agricole.

#### RÉORGANISATION SPATIALE DES CULTURES

Cette solution consiste à envisager une **relocalisation des cultures sur des territoires aux caractéristiques pédoclimatiques plus favorables**. En fonction des contextes, on pourrait par exemple imaginer une remontée en altitude de manière à éviter les vagues de chaleur trop intenses, une mise en culture sur des versants moins exposés<sup>29</sup> ou sur des sols présentant une réserve utile plus importante. Au contraire, lorsque l'accès à l'eau devient limitant, les cultures pourraient connaître une redescende dans les vallées ou une relocalisation sur des périmètres irrigables.

L'objectif est de tirer profit de l'hétérogénéité du territoire pour diminuer l'aléa climatique sur les cultures. C'est une adaptation qui pourrait être envisagée à différentes échelles spatiales (locale, régionale, voire même continentale) et généralisée, en fonction du retour d'expérience des premières expérimentations.

En pratique, de telles adaptations risquent d'être confrontées à différents blocages. La relocalisation pour les productions en AOP apparaît ainsi difficile à mettre en place du fait de l'aire délimitée qui correspond à une typicité du produit. La relocalisation implique une autre délimitation de l'aire avec une typicité de produit à créer. De plus, l'accès au foncier n'est pas toujours possible et peut engendrer des difficultés pour les agriculteurs.

#### ÉVOLUTION RÉGLEMENTAIRE

Ce levier correspond à une mesure d'adaptation transversale qui implique que les institutions et la réglementation accompagnent le changement, sans le freiner. L'objectif étant d'assurer la viabilité des activités agricoles en leur permettant de s'adapter à l'évolution du contexte climatique.

Concernant l'activité viticole, **l'évolution de la réglementation et des cahiers des charges pour les AOP et IGP est nécessaire pour permettre à certains viticulteurs de mettre en production des cépages différents, mettre en œuvre de nouvelles pratiques, ou encore relocaliser la production sur des zones différentes** sans pour autant perdre leur appellation.

#### Exemple de l'intégration de nouveaux cépages d'intérêt dans le cahier des charges de l'appellation Bordeaux :

L'AOC Bordeaux a adopté en juin 2019 une liste de sept nouveaux cépages à intégrer au cahier des charges (quatre cépages noirs : Arinarnoa, Castets, Marselan, Touriga Nacional et trois cépages blancs : Alvarinho, Lilliorila, Petit Manseng). Deux règles doivent néanmoins être respectées par les viticulteurs :

- Ces variétés « d'intérêt à fin d'adaptation » sont inscrites dans le cahier des charges au titre des cépages accessoires et sont limitées à 5% de l'encépagement des exploitations ;
- Ces variétés ne peuvent pas représenter plus de 10% de l'assemblage final pour la couleur considérée. Conformément à la législation sur l'étiquetage, l'indication de ces variétés sur l'étiquette du produit n'est pas autorisée.

Les premières plantations de parcelles avec des nouveaux cépages sont attendues pour la campagne 2020/2021.

<sup>29</sup> Expérimentation par exemple de replantation de vignes sur des versants nord pour une exposition plus faible lors des canicules (vulnérabilité plus forte au gel en contrepartie)



Aujourd'hui, la réticence des institutions, et notamment de l'INAO, est critiquée par certains vignerons. Mais, les appellations sont associées à des typicités de terroir, et l'évolution des cahiers des charges pourrait risquer de modifier l'identité singulière de l'appellation.

Une meilleure intégration de l'enjeu climatique dans les politiques agricoles (notamment par le biais d'incitations financières) est nécessaire de manière à appuyer les pratiques allant dans le sens de l'adaptation des systèmes de culture au changement climatique. Un accompagnement pourrait également être imaginé pour aider les agriculteurs souhaitant mettre en œuvre des pratiques d'atténuation du changement climatique (stockage de carbone, baisse des consommations...).

## GESTION DU RISQUE

Les sources d'aléas climatiques sont nombreuses (gel, grêle, sécheresse, coup de chaud...) et certains pourraient s'intensifier à l'avenir en lien avec l'évolution du climat. Une synthèse du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation publié en 2017 et portant sur « La gestion des risques en agriculture : un défi et une urgence » aborde d'une manière détaillée ces principaux enjeux.

Parmi les principales recommandations, on retrouve notamment :

- **Renforcer le conseil, la formation et la communication sur la gestion des risques**, afin de responsabiliser davantage les agriculteurs, les opérateurs du conseil et les filières ;
- **Encourager les démarches préventives pour améliorer la résilience des exploitations** : investissement de protection, adaptation des systèmes de production et des pratiques, diversification des productions et des activités, constitution de stock (de trésorerie ou de production) ;
- Pour les risques les plus importants, **compléter les outils individuels de gestion des risques par la mutualisation** (fonds de mutualisation) ou par **transfert vers un tiers** (assurance).

En particulier, la synthèse semble insister sur l'intérêt des contrats d'assurance multirisque climatique dont une partie des cotisations (jusqu'à 65%) est financée par l'État via la mobilisation des financements européens du FEADER. Ces contrats d'assurance permettent de couvrir de nombreux événements climatiques exceptionnels (coup de chaleur, coup de soleil, sécheresse, gel, grêle...) et peuvent s'appliquer aux grandes cultures, à la viticulture, à l'arboriculture et aux prairies.

## ÉVOLUTION DES PRATIQUES ŒNOLOGIQUES

La modification du climat fait évoluer de manière déjà remarquable la composition des vins. La teneur en alcool augmente tandis que l'acidité baisse, la composition en polyphénols du raisin et des vins est également modifiée. Si l'évolution se confirme et que l'activité œnologique ne s'adapte pas à la modification du matériel sur lequel il travaille, les vins risquent d'être plus alcoolisés, moins acides, avec des conséquences parfois négatives sur leur stabilité et la maîtrise de leur qualité.

**Des pratiques œnologiques peuvent permettre de corriger les effets du changement climatique de manière à conserver une qualité de vin satisfaisante et correspondant à la demande du marché.** Ces adaptations peuvent concerner le choix de levures produisant moins d'alcool (au profit du glycérol), le contrôle des températures, les techniques de désalcoolisation des vins (divers processus possibles avant, après ou au cours de la fermentation) ou encore les techniques d'acidification des vins (ajout d'acide tartrique ou procédés électro-membranaires).

La correction du degré d'alcool est un processus accepté par l'INAO. Pour les vins AOP, il limite la possibilité de diminution du degré d'alcool à 2%. Ces pratiques œnologiques ne font pas l'objet d'informations ni d'étiquetage particulier auprès des consommateurs.



## ÉVOLUTION DES ATTENTES ET CONSENTEMENT À PAYER DES CONSOMMATEURS

Les consommateurs pourront également jouer un rôle dans l'adaptation en étant prêt à déguster de nouveaux vins éventuellement issus de cépages différents et/ou présentant des caractéristiques différentes.

De plus, la mise en place des différentes solutions d'adaptation risque d'être associée à des coûts de production plus élevés qui pourraient ensuite se répercuter sur les prix d'achat des produits agricoles.

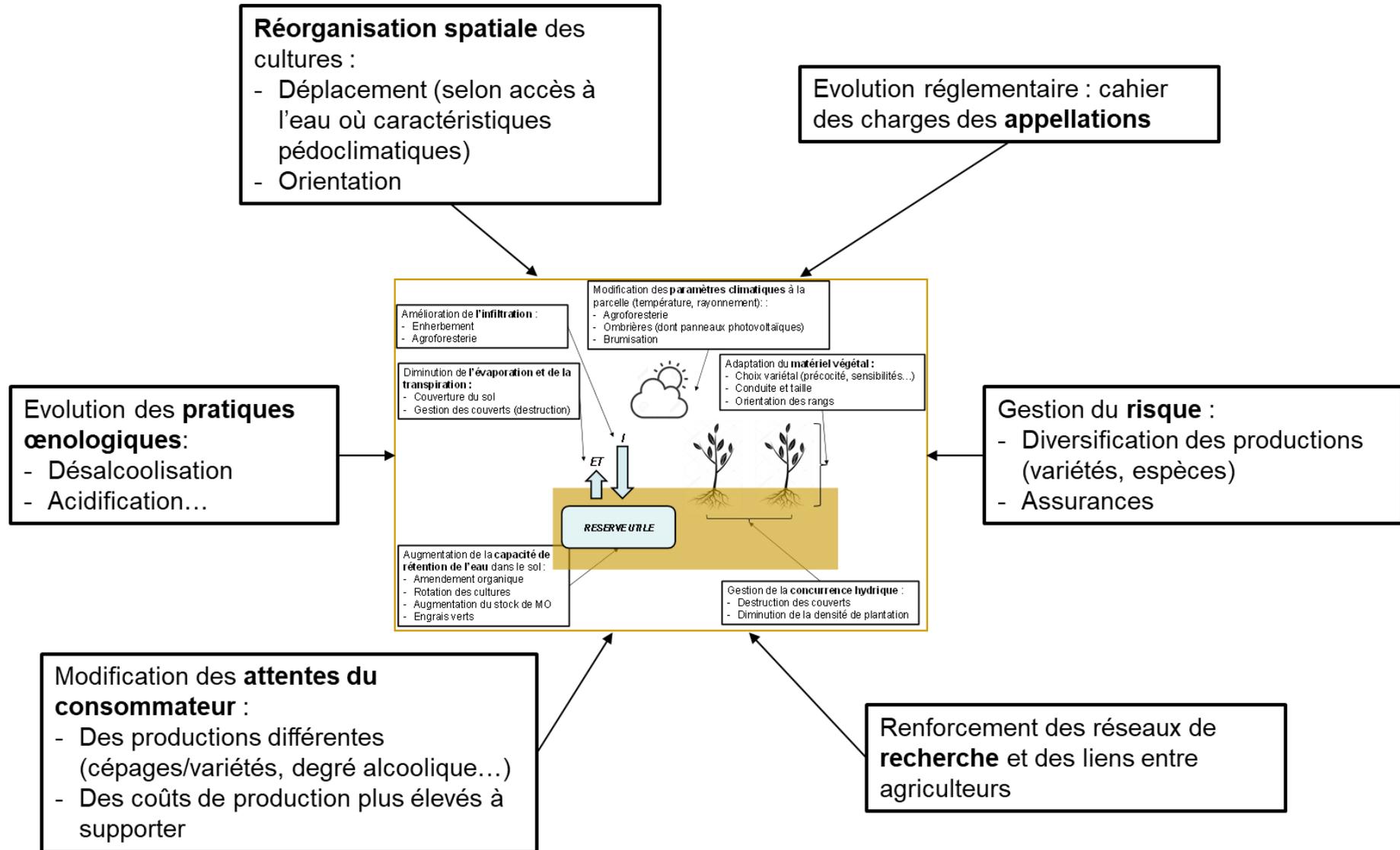
## RENFORCEMENT DES RÉSEAUX DE RECHERCHE ET DES LIENS ENTRE AGRICULTEURS

Enfin, le dernier levier identifié repose sur le **renforcement de la recherche appliquée et des liens entre agriculteurs**. L'objectif est de favoriser l'émergence de solutions d'adaptation efficaces ainsi que de favoriser la diffusion de ces savoirs entre acteurs (recherche, agriculteurs et autres).

La figure suivante fait la synthèse des leviers d'adaptation identifiés précédemment à l'échelle du contexte global de production.



Figure 43 : Autres leviers d'adaptation de l'activité agricole



Source : BRLi (2020)



En conclusion de cette analyse, quelques éléments clés peuvent être mis en évidence :

- De nombreuses pistes d'adaptation sont identifiées mais ne sont, pour la plupart, qu'au stade de l'expérimentation. Il s'agit d'un enjeu récent dans les programmes de recherche et il y a pour l'instant peu de références techniques consolidées. Les expérimentations pour les autres cultures que la vigne sont encore moins avancées.
- Les solutions techniques identifiées sont quasi-systématiquement associées à des contraintes supplémentaires pour les agriculteurs (charges de travail, complexité, baisse de rendement...) et posent la question de leur viabilité économique. Elles permettent cependant parfois certaines économies (intrants et irrigation) et valorisent l'image du produit vis-à-vis du consommateur.
- Ces différentes techniques présentent principalement un intérêt concernant le tamponnement des extrêmes climatiques (intérêt négatif ou neutre en année normale, intérêt positif en année extrême).
- Les solutions à la parcelle seront à considérer au cas par cas en fonction du contexte de production (qualité et profondeur des sols, microclimat, valorisation économique...).
- Des leviers d'adaptation dépassent le cadre de la production à la parcelle et sont à considérer à l'échelle de l'exploitation (diversification, gestion des risques, adaptation des procédés de transformation, réorganisation spatiale...) ou du système agricole (réglementation, attente des consommateurs...).
- Aucune solution ne permettra seule de faire face à l'évolution du climat (y compris l'irrigation), leurs différents effets seront cumulatifs et la conjugaison de plusieurs solutions d'adaptations sera probablement nécessaire pour assurer la soutenabilité de l'activité agricole.
- Sur le très long terme, si la tendance d'évolution du climat continue, de grandes incertitudes existent sur la capacité de l'activité agricole actuelle à se maintenir en place.

### 5.2.3 Conception et encadrement des projets

**Les enjeux climatiques et hydrologiques devront être de plus en plus intégrés à la conception et la réalisation des projets d'aménagement du territoire.** En particulier, il s'agira de prendre en compte :

- La sensibilité des projets dans un contexte incertain et changeant associé à l'évolution du climat (dimensionnement, viabilité économique, pérennité...);
- Les conséquences directes ou indirectes des projets sur ces évolutions climatiques (capacité d'atténuation des changements climatiques).

**L'objectif poursuivi est d'éviter les risques de maladaptation.** Ce terme désigne un « changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire »<sup>30</sup>. On pourrait par exemple citer :

- L'utilisation inefficace de ressources comparée à d'autres options d'utilisation ;
- Le transfert de vulnérabilité d'un système à un autre ou d'une période à une autre ou réduction de la marge d'adaptation future ;
- Les erreurs de dimensionnements : sous ou surdimensionnement.

<sup>30</sup> Ministère de la Transition écologique et solidaire : <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique>



Les risques de maladaptation sont d'autant plus importants que le contexte du changement climatique apporte de nombreuses incertitudes.

Plusieurs axes d'intervention sont à envisager pour mieux concevoir et mettre en œuvre les projets locaux dans une optique de « bien-adaptation » :

- **Mettre en œuvre des d'actions « sans regrets »** permettant d'augmenter la résilience des territoires au changement climatique, quels que soient les futurs possibles.
- **Identifier les projets les plus adaptés dans le cadre de réelles stratégies de territoire.**  
Pour faire face efficacement au changement climatique, les projets mis en œuvre devront à la fois être adaptés aux contextes locaux et être portés par les acteurs des territoires. L'ancrage des projets dans une stratégie plus globale traduisant la volonté des acteurs locaux apparaît ainsi comme un gage de réussite. Ces démarches sont de plus en plus encouragées (cf. encadré ci-après sur les PTGE par exemple).
- **Intégrer les enjeux du changement climatique dès les stades amont de conception** des projets, en envisageant dans les cas pertinents de **conditionner l'attribution de financements à cette prise en compte** (exemple de l'éco-conditionnalité de certaines aides publiques) par exemple :
  - Favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols en limitant l'imperméabilisation dans les projets d'aménagement ;
  - Prévoir de la végétalisation dans les projets d'urbanisation pour limiter l'effet local d'élévation des températures ;
  - Garantir la vocation foncière des terrains aménagés pour éviter la réalisation d'investissements qui ne seraient pas durables. En particulier, la préservation de l'usage agricole des terres pourrait être un prérequis à la mise en place d'un réseau d'irrigation ;
- **Encadrer la mise en œuvre des projets en conditionnant les financements au respect de bonnes pratiques sur la durée.**  
Par exemple, l'accès à l'irrigation pourrait être conditionné au respect de certaines bonnes pratiques par les agriculteurs irrigants (mise en place d'outils de pilotage, optimisation du matériel d'irrigation, suivi de formations, gestion de l'enherbement...).
- **Suivre et évaluer les projets pour valoriser le retour d'expérience** (identification des bonnes pratiques et maladaptations).



### **Exemple de la conception des Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE)**

Le 4 juin 2015, les projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE) sont définis pour la première fois par l'instruction du 4 juin 2015 relative au financement par les Agences de l'eau des retenues de substitution.

Le 7 mai 2019, une nouvelle instruction abroge la précédente, pour relancer une démarche qui peine à aboutir (Gouvernement français, 2019).

Le PTGE est une démarche qui repose sur :

- Une approche globale et co-construite de la ressource en eau sur un périmètre cohérent d'un point de vue hydrologique ou hydrogéologique ;
- L'engagement de l'ensemble des usagers d'un territoire pour atteindre un équilibre entre ressources et usages en respectant les besoins des milieux et en anticipant le changement climatique.

Concrètement, à travers la généralisation des PTGE il s'agit de :

- Réaliser un diagnostic des ressources disponibles et des besoins actuels des divers usages ;
- Mettre en œuvre des actions de sobriété pour tous les usages ;
- Accompagner les acteurs dans la mise en œuvre de la transition agroécologique ;
- Inciter les collectivités locales dans la mise en place de système d'infiltration des eaux pluviales dans les sols, à désartificialiser les sols et à considérer les solutions fondées sur la nature pour améliorer leur résilience face au risque de la sécheresse ;
- Mobiliser la ressource, notamment par des ouvrages de stockage ou de transfert<sup>31</sup>, quand c'est utile et durable ;
- Éclairer les décisions par des approches économiques.

L'inscription dans un PTGE pourra permettre à des infrastructures de stockage ou de transfert d'eau de bénéficier, sous certaines conditions, de financement de l'Agence de l'eau (cf. annexe 2 de l'instruction du 7 mai 2019).

Dans le département du Gard, les bassins versant de la Cèze, des Gardons et du Vidourle sont identifiés comme déficitaires par le SDAGE et ont fait l'objet d'élaboration de PGRE, en cours de mise en œuvre par les EPTB et/ou Syndicats. Ces PGRE constituent la première génération de PTGE. À ce titre, tout projet de retenue doit être mentionné dans le PGRE en cours de mise en œuvre, compatible avec les objectifs de résorption des déficits fixés dans les PGRE et soumis à l'avis de l'instance de gouvernance (CLE ou Comité de Rivière). Aucun PTGE ne peut se substituer aux PGRE en cours de mise en œuvre sur ces trois bassins versants.

La mise en œuvre de telles conditions nécessitera une volonté politique forte et un travail de pédagogie pour faire accepter ces actions. En particulier, il sera important de mettre en avant la nécessité d'avoir une vision à long terme. Il sera alors nécessaire de se fixer des objectifs atteignables, de définir une méthodologie précise pour prendre en compte l'enjeu climatique dans la conception des projets d'aménagement et de réaliser des études pour identifier les bonnes pratiques adaptées aux enjeux locaux.

<sup>31</sup> Transfert de substitution : ouvrage artificiel permettant de substituer les volumes prélevés à l'étiage dans une ressource en déséquilibre par des volumes prélevés dans une autre ressource non déficitaire (glossaire de l'instruction du gouvernement du 7 mai 2019)



## 5.3 PLANIFICATION ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

### 5.3.1 Urbanisme et préservation du foncier agricole et naturel

Dans la famille « Planification et aménagement du territoire », l'urbanisme et la préservation du foncier agricole et naturel apparaissent au premier plan.

Ils visent à répondre à plusieurs objectifs :

- Contrôler le développement de l'urbanisation dans un contexte de poursuite de la croissance démographique : répartition de la population, contrôle des extensions, densification... ;
- Sanctuariser les zones agricoles et naturelles, afin notamment de préserver les « bonnes » terres (potentiel agronomique, réserve utile favorable, équipement pour l'irrigation) et les espaces naturels à enjeux ;
- Repenser la manière de gérer les projets d'aménagement pour favoriser le stockage et l'infiltration des eaux pluviales (cf. sous-chapitre 5.2.3).

De nombreux types d'outils existent pour répondre concrètement à ces objectifs sur le terrain :

- Des outils contractuels ou réglementaires, des démarches partenariales, des aménagements fonciers, acquisitions foncières, des actions de communication...
- Des outils « classiques » comme les Plans locaux d'urbanisme (PLU) et les Schémas de cohérence territoriale (SCoT).
- Des outils moins courants voire plus innovants, comme les Plans locaux d'Urbanisme Intercommunaux (PLUi) qui commencent à se développer à l'échelon pertinent pour ce type d'approche, l'intercommunalité, mais aussi les Périmètres de Protection et de mise en valeur des Espaces Agricoles et Naturels Périurbains (PAEN), les zones de sauvegarde des ressources stratégiques pour la production d'eau potable ou encore les Zones Agricoles Protégées (ZAP) et les Plans d'Alimentation Territorialisés (PAT) (cf. cadres suivants pour plus de détails sur certains de ces outils).

Les modes d'interventions sont différents selon l'objectif visé qui doit être précisé de manière concertée avant de choisir le ou les outil(s) le(s) plus adapté(s) :

- Sécuriser la vocation foncière des terres ;
- Redistribuer le parcellaire (réaménagement foncier) ;
- Maitriser les usages (contractualisation volontaire ou obligatoire, zonage AEP).

Pour identifier les outils les mieux adaptés et garantir le succès des interventions, deux prérequis apparaissent nécessaires :

- Une définition partagée des objectifs visés ;
- La mise en place d'une animation territoriale.

En pratique, on utilisera conjointement plusieurs de ces outils dans le temps et l'espace pour concourir à l'objectif visé, mais aussi d'autres outils complémentaires (cf. autres familles de solutions) pour permettre d'atteindre plus facilement les objectifs fixés. On peut notamment citer les outils incitatifs d'accompagnement des pratiques agricoles (agriculture biologique par exemple) qui pourraient être mis en place dans le cadre d'une animation foncière, ainsi que le soutien à l'installation ou à l'investissement, la suppression de la taxe foncière sur les propriétés non bâties, la mise en place de baux ruraux à prix réduit, la mise à disposition de matériel agricole, l'achat de produits pour la restauration collective, l'appui à la création de coopératives... Ces différents outils peuvent être mobilisés dans le cadre d'une stratégie agricole et alimentaire globale. Certains sont mentionnés au chapitre 6.1 pour l'optimisation de l'irrigation dans les zones équipées.



Tableau 18 : Aperçu de quelques outils de planification territoriale mobilisables

PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ET DE MISE EN VALEUR DES ESPACES AGRICOLES ET NATURELS PÉRIURBAINS (PAEN)	
<b>Objectif</b>	<b>Confirmer sur le long terme la vocation naturelle et agricole d'espaces périurbains.</b> L'intérêt du périmètre est aussi de créer un droit de préemption qui pourra être utilisé si besoin.
<b>Moyen</b>	Le programme d'action est élaboré par le Département, avec l'accord des communes et avis de la chambre d'agriculture, de l'ONF (si concerné), du PNR ou de l'organe de gestion du parc national (le cas échéant). <b>Il précise les aménagements et les orientations de gestion permettant de favoriser l'exploitation agricole, la gestion forestière ainsi que la préservation et la valorisation des espaces naturels et des paysages.</b>
<b>Contrainte</b>	<b>La délimitation du périmètre doit être compatible avec le SCoT et ne peut inclure de parcelles situées en zone urbaine ou à urbaniser délimitée par le POS/PLU ou dans un périmètre de zone d'aménagement différé (ZAD)</b>
<b>Prérequis</b>	Besoin d'une réelle volonté politique locale aux différentes échelles

SERVITUDE D'UTILITÉ PUBLIQUE - CAS DES ZONES AGRICOLES PROTÉGÉES (ZAP)	
<b>Objectif</b>	<b>Protéger les zones agricoles dont la préservation présente un intérêt général</b> (qualité de la production ou situation géographique)
<b>Moyen</b>	<b>Arrêté préfectoral</b> à la demande des communes ou d'un établissement public compétent en matière de SCOT, après enquête publique. <b>Tout changement d'affectation ou de mode d'occupation du sol qui altère le potentiel agronomique biologique ou économique doit être soumis à l'avis de la chambre d'agriculture et à celui de la commission départementale d'orientation de l'agriculture.</b> Ces changements sont ensuite autorisés sur décision motivée du préfet.
<b>Prérequis</b>	Besoin d'une réelle volonté politique locale

PLANS D'ALIMENTATION TERRITORIALISÉS (PAT)	
<b>Objectif</b>	Rapprocher production locale et consommation locale (dimensions économiques, environnementales et sociales) Prévus dans la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014
<b>Moyen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un diagnostic partagé faisant un état des lieux de la production agricole locale et du besoin alimentaire exprimé au niveau d'un bassin de vie ou de consommation</li> <li>- <b>Une instance collégiale de suivi du projet (producteurs, collectivités, R&amp;D, acteur de l'ESS...)</b></li> <li>- Des actions qui s'inscrivent dans différents outils de politique publique (SCoT, PDR, stratégies touristiques...)</li> <li>- Financements publics et privés</li> <li>- Le département du Gard fait partie des territoires témoins du réseau national PAT (objectif : prendre du recul par rapport au dispositif PAT)</li> </ul>
<b>Intérêt</b>	Un outil pour structurer/encadrer la demande en eau ? Optimiser l'usage de l'eau dans le sud du Département ?

Dans un contexte de forte croissance démographique et dans des scénarios où l'on envisage d'investir des sommes importantes pour équiper des parcelles et y amener l'eau, la planification de l'urbanisation et la gestion du foncier agricole revêtent des enjeux fondamentaux.

Si la préservation des espaces agricoles et naturels est déjà largement affichée comme objectif des différents documents d'urbanisme locaux, l'accueil de nouvelles populations, le développement des infrastructures de déplacement et le développement des activités économiques se font souvent au détriment de ces espaces.

Des outils existent cependant pour préserver voire sanctuariser les espaces agricoles et naturels. Une réelle volonté politique locale aux différentes échelles est nécessaire pour les mettre en application sur le territoire gardois.



## 5.3.2 Désartificialisation et renaturation, des solutions « fondées sur la Nature »

### DÉSIMPÉRMÉABILISER ET REVÉGÉTALISER LES ZONES URBAINES

Un enjeu important identifié repose sur l'**amélioration des capacités d'infiltration des eaux pluviales en zone urbaine** (cf. schéma ci-après). De nouvelles conceptions doivent être imaginées concernant l'aménagement urbain de manière à limiter le ruissellement de l'eau et au contraire favoriser l'infiltration de celle-ci dans des zones prévues à cet effet. Cet objectif concerne aussi bien les zones nouvellement ouvertes à l'urbanisation que les surfaces déjà urbanisées.

#### Intérêt de ces solutions sur le plan quantitatif

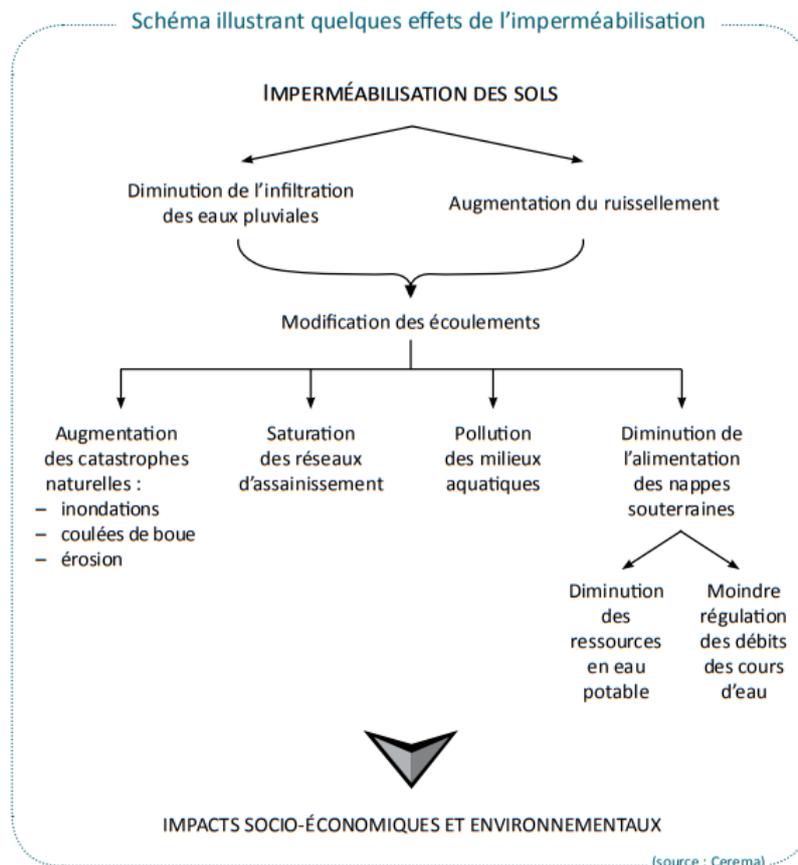
En s'infiltrant, les eaux de pluie vont contribuer à la **recharge des nappes phréatiques**, qui pourront ainsi plus facilement jouer un rôle de régulation des eaux, notamment en période d'étiage, en restituant progressivement l'eau stockée.

De plus, ces actions pourront avoir un **rôle positif dans la lutte contre les inondations** en jouant un rôle de tampon absorbant les épisodes de pluies intenses et retardant la restitution de cette eau au milieu naturel, limitant ainsi l'intensité des crues. Ces actions ne viennent pas en remplacement des autres mesures mises en place à l'échelle des bassins versants mais sont capables d'engendrer un bénéfice complémentaire à ne pas négliger.

#### Intérêt de ces solutions sur le plan qualitatif

En ruisselant sur les surfaces imperméables, les eaux de pluie se chargent en polluants. En réduisant l'imperméabilisation, on limite l'accumulation de contaminants dans les eaux de pluie et par la suite dans les milieux récepteurs (rivières, nappes, milieu marin).

Figure 44 : Schéma des effets de l'imperméabilisation des sols en zone urbaine



Source : Cerema



## Autres enjeux auxquels la désimperméabilisation et la renaturation peuvent permettre d'apporter une réponse

En parallèle, limiter l'imperméabilisation peut engendrer la création d'espaces potentiels pour le développement de la végétation en ville (création d'espaces verts). Ces espaces seront alors capables de fournir des services écosystémiques importants, d'améliorer le cadre de vie global des habitants et d'améliorer l'attractivité du territoire (par exemple par la création d'espaces verts collectifs, de noues végétalisées ou de bassins d'infiltration).

**La désimperméabilisation et la revégétalisation permettraient de répondre à l'enjeu de l'augmentation des températures en zone urbaine** liée à la prédominance de surfaces sombres et minérales (phénomène d'îlot de chaleur urbain). En effet, en produisant ombrage et évapotranspiration, la végétation contribue favorablement au rafraîchissement de ces espaces. Au contraire, béton et goudron emmagasinent la chaleur pendant la journée et la restituent en période nocturne.

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) instaurée en 2015, qui est la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique, fixe un objectif de zéro artificialisation nette à l'horizon 2050. Cet objectif est défini en réponse à l'enjeu de préservation des sols pour leur capacité à stocker du carbone et pas forcément vis-à-vis de leur capacité à réguler le cycle de l'eau. À l'échelle régionale, le SRADDET Occitanie affiche un objectif fixe de « zéro artificialisation nette à l'horizon 2040 ». Un objectif temporel encore plus ambitieux pourrait être fixé à l'échelle de certains territoires précis. **Leur déclinaison opérationnelle pour une concrétisation sur le terrain, nécessitera, comme pour les outils de planification présentés au sous-chapitre précédent, une réelle volonté locale (collectivités et leurs groupements, aménageurs, etc.).**

## FAVORISER LA RÉTENTION DE L'EAU DANS LES SOLS AGRICOLES

La préservation et l'amélioration de la qualité des sols agricoles est l'un des leviers identifiés dans le cadre de l'adaptation des pratiques agricoles au changement climatique (cf. sous-chapitre 5.2.2). Il a bien été identifié au cours de l'étude la **nécessité de remettre au centre des préoccupations la qualité des sols agricoles et en particulier la capacité de ceux-ci à stocker et à restituer l'eau aux cultures.**

Dans ce cadre-là, il peut être intéressant de permettre à certaines pratiques ou certains aménagements particuliers de se développer visant à **favoriser l'infiltration et la rétention de l'eau dans le sol** au dépend de son ruissellement.

Parmi les pratiques déjà identifiées précédemment, on retrouve :

- La **couverture du sol**, soit par la mise en place de cultures intermédiaires, soit par la couverture avec un paillage (résidus végétaux, pailles de blé broyées ...). La persistance de débris végétaux à la surface du sol permet de limiter l'impact des gouttes d'eau au sol (« effet splash ») et de ralentir nettement les écoulements superficiels ;
- La **rotation des cultures** qui permet d'agir sur la résistance des sols et sur sa porosité par l'action des différents systèmes racinaires ;
- Le **travail du sol**, qui en fonction des contextes, peut permettre de favoriser l'infiltration en maintenant un sol poreux et en créant des obstacles au ruissellement. Un travail du sol mené perpendiculairement à la pente peut permettre de ralentir le ruissellement et de favoriser l'infiltration dans le sol ;
- La **limitation du tassement du sol** par les engins agricoles, qui a un effet négatif sur la capacité d'infiltration et de drainage de l'eau ;
- **L'ensemble des pratiques visant à améliorer les qualités physiques, chimiques ou biologiques des sols** (ex : amendement organique plutôt que chimique et minéral).

## RALENTIR LES ÉCOULEMENTS ET STOCKER NATURELLEMENT L'EAU À L'ÉCHELLE DES VERSANTS

Certains aménagements peuvent être mis en œuvre à une échelle plus large et venir compléter les pratiques agricoles à l'échelle parcellaire. L'objectif est une nouvelle fois de ralentir les écoulements, de favoriser l'infiltration de l'eau et les zones de stockage naturel.

- **Installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies si possible en travers de la pente.** Ceux-ci vont permettre de ralentir les phénomènes de ruissellement et le système racinaire favorise l'infiltration de l'eau dans les sols.

En plus de ces effets, ces aménagements ont des conséquences positives sur la qualité des paysages, sur la biodiversité en créant des habitats naturels, mais aussi sur la qualité des eaux en filtrant un certain nombre de polluants. Exemple de réalisation locale : dans les aires d'alimentation des captages prioritaires sur les nappes Vistrenque et Costières, 4000 ml de haies composites ont ainsi été implantées avec pour objectif un effet pompe à nitrates mais aussi les autres bénéfices environnementaux.

Figure 45 : Aperçu du contraste entre cours d'eau avec/sans ripisylve et bandes enherbées



Ruisseau sinueux, à végétation spontanée avec arbres et prairies : écoulement ralenti, effet dépolluant



Fossé rectiligne, curé et désherbé, sans élément arboré ni bande enherbée : écoulement rapide, eau fortement polluée

Source : Photos et légendes issues d'une plaquette de l'association Prom'Haies

Certains points concernant la mise en œuvre de ces implantations restent encore à discuter. Une première interrogation concerne l'échelle à laquelle pourrait être mis en œuvre cette solution (exploitations agricoles ou territoire plus large). Une seconde interrogation concerne la mise en œuvre technique et en particulier le choix des espèces ou variétés à sélectionner.

### **Ordre de grandeur des coûts de mise en place d'une haie (source : Guide de l'érosion Agence de l'Eau Artois-Picardie)**

En général, on compte de 7 à 10 € H.T/ml (selon les plants, la largeur de la haie, le type de paillage, les protections, les quantités...). Ce prix comprend (pour 1 ml) :

- Plants en racines nues de 60 cm : 4,75 €
- Paillage biodégradable : 2,95 €
- Protection contre les rongeurs et le gibier : 1,50 €

La préparation à la plantation n'est pas prise en compte dans cette estimation.

Sur la base des coûts présentée ci-avant, la mise en œuvre de 100 km de haies correspond en ordre de grandeur à un coût de 1 million d'euros.



- **Préservation et restauration des ripisylves.** La présence de végétation en bordure de cours d'eau peut permettre un ralentissement des écoulements en période de hautes eaux et une restitution à la rivière en période de basses eaux. Néanmoins, l'effet bénéfique de la végétation en bordure de cours d'eau est à étudier au cas par cas.

Il a déjà été montré au cours de la première phase de l'étude que les forêts alluviales et ripisylves pouvaient avoir différents effets positifs ou négatifs sur la ressource en eau. Ces effets seront dépendants des liens existants entre le système racinaire et la nappe d'accompagnement de la rivière, de la taille du cours d'eau, de la nature du sous-sol et des espèces végétales présentes.

Il semble donc nécessaire sur ce point-là d'établir des références scientifiques plus larges avant de mettre en œuvre des aménagements à grande échelle. Certains projets à petites échelles pourront d'ores et déjà être mis en œuvre et servir de projet-pilote afin de valider l'intérêt réel vis-à-vis de la gestion quantitative de la ressource en eau.

- **Préservation et restauration des zones humides.** Le Conseil Départemental du Gard a mené ces dernières années un travail d'inventaire et de caractérisation des zones humides (cf. « Zones humides dans le Gard : Comment les protéger ? », Juin 2012). Au total, 147 zones humides d'une superficie supérieure à 1 hectare ont été recensées.

Ces zones humides remplissent de nombreuses fonctions économiques, culturelles et récréatives. Elles constituent un habitat préservé pour accueillir de nombreuses espèces animales et végétales, elles permettent une épuration de l'eau par la rétention et l'élimination des polluants, mais surtout elles remplissent un rôle de tampon lors des périodes de hautes et basses eaux. Ainsi en été, elles restituent l'eau, assurant un débit minimum aux rivières (pour ordre de grandeur, 1 m<sup>2</sup> de zone humide peut stocker jusqu'à 1 m<sup>3</sup> d'eau).

Trois principes d'intervention ont été identifiés :

- Protéger les zones humides en bon état et ayant conservé l'ensemble de leur fonctionnalité ;
- Restaurer la fonctionnalité des zones humides ayant été dégradées (par le biais de travaux, d'évolution des modes de gestion...) ;
- Compenser, en dernier recours, dans le cas où un aménagement est nécessaire mais dommageable pour une zone humide. Il faut alors réfléchir à toutes les mesures possibles de compensation des effets négatifs.

Ce levier d'action repose sur la notion de solution « fondée sur la nature » qui est définie comme les « actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative » (UICN, 2018).

L'objectif poursuivi est de favoriser les processus naturels de régulation du climat et du cycle de l'eau fournis par les sols, la végétation et les milieux aquatiques. Cela va nécessiter la conservation et la restauration d'écosystèmes sains, résilients, fonctionnels et diversifiés, qu'ils soient terrestres ou aquatiques.

La désartificialisation et la végétalisation des zones urbaines, la protection des qualités physiques, chimiques et biologiques des sols agricoles, l'aménagement des versants (haies, bosquets, bandes enherbées...) et la protection et la restauration des écosystèmes aquatiques (ripisylves et zones humides) sont les principaux leviers identifiés. Ils viseront à répondre à l'enjeu de gestion quantitative de l'eau, mais offriront également de nombreux autres bénéfices (lutte contre les inondations, l'érosion, la pollution et le phénomène « d'îlot de chaleur urbain », préservation de la biodiversité...).

La recherche doit encore être poursuivie sur ces thématiques, mais il est déjà acquis qu'elles ne pourront donner de résultats visibles que si elles sont appliquées à grande échelle.



### 5.3.3 Gestion forestière

La forêt est concernée par le changement climatique à deux titres :

- **Les forêts gardoises sont menacées par le changement climatique** (augmentation des températures, aggravation des contraintes hydriques et évolution de la pression des bioagresseurs).

Ces évolutions font craindre une intensification des phénomènes de dépérissements de certains couverts forestiers, comme déjà observable dans le Gard sur certaines châtaigneraies notamment. L'évolution des conditions climatiques devrait à terme se traduire par une modification des aires de répartition des essences forestières, qui selon les cas seront susceptibles de régresser (cas du hêtre) ou de progresser (par exemple le chêne vert). Concernant le chêne vert, mentionnons toutefois que même cette espèce a été touchée localement par les très fortes sécheresses et/ou canicules des dernières années (observation de zones de dépérissement).

Extrait de « La Liste Rouge des écosystèmes en France - Les forêts méditerranéennes de France métropolitaine », UICN, 2018.

« (...) A long terme, le Châtaignier deviendrait en France une essence secondaire au sein de nombreuses forêts méditerranéennes, sur substrats non calcaires. Seule une gestion active des châtaigneraies, ainsi qu'une réflexion sur le maintien du Châtaignier en station non favorable et en particulier dans un contexte de changement climatique, éviterait la disparition de cet écosystème d'origine anthropique. Sans action humaine, ces forêts ne se maintiendraient en effet que dans quelques secteurs, au bénéfice de conditions fraîches et humides et à l'état de peuplements mélangés. (...) »

- **Les forêts ont un rôle à jouer dans la lutte contre le changement climatique et ses effets** (stockage du carbone, lutte contre les phénomènes érosifs, lutte contre les inondations, soutien d'étiage...) et leur préservation est un enjeu majeur pour le territoire.

Plusieurs types d'actions sont d'ores et déjà à envisager, à mettre en œuvre, voire à intensifier :

- **Améliorer les connaissances :**

Il a été identifié un besoin de développer les réseaux de surveillance et d'observation des couverts forestiers dans le Gard. En particulier, il s'agira de préciser le rôle que pourra jouer la forêt sur l'enjeu de gestion quantitative de la ressource en eau. L'objectif sera alors de favoriser une gestion forestière qui minimise les effets négatifs sur la ressource en eau (évapotranspiration et consommation supplémentaire) et maximise la restitution en période estivale. Un second sujet majeur concerne l'adaptation des couples essences – stations forestières dans un contexte actuel et dans un contexte d'évolution des conditions climatiques. Pour répondre à ces enjeux, des expérimentations sont nécessaires pour acquérir des références précises et pouvoir formuler des recommandations de gestion limitant les risques de maladaptation à long terme (position des couverts forestiers sur le bassin versant, nature des essences...).

- **Favoriser la biodiversité :**

Les peuplements mélangés sont *a priori* supposés plus résilients face aux diverses atteintes extérieures avec une meilleure résistance aux stress climatiques et aux bioagresseurs. À partir de ce constat, il serait utile de favoriser le mélange d'essences dans les peuplements lors des reboisements/plantations mais aussi l'enrichissement des peuplements et la conservation des essences secondaires naturellement présentes sur les stations.



■ **Tester l'efficacité de la régénération naturelle :**

Lors d'un dépérissement, il peut être intéressant d'étudier les possibilités d'une régénération naturelle des couverts qui permet à la variabilité intraspécifique et à la sélection naturelle de s'exprimer par une adaptation progressive des peuplements aux nouvelles conditions climatiques.

■ **Élaborer des plans de gestion et intégrer de manière renforcée l'enjeu du changement climatique** (sécheresses, maladies, incendies...) :

En 2017, les élus du Syndicat Mixte du Pays Cévennes (95 communes du Gard et de la Lozère) ont souhaité élaborer une Charte Forestière. En 2018, après un diagnostic mesurant les atouts et les faiblesses et ciblant les enjeux du territoire, une stratégie de développement forestier a été mise en place. L'enjeu du changement climatique est la première des trois « idées directrices » de la charte avec, comme sous-objectifs :

- L'adaptation de la forêt (par le choix des essences, types de gestion forestière menées, etc.) ;
- L'idée de faire de la forêt un outil de lutte contre le changement climatique (utilisation du bois comme matériau et énergie).

■ **Considérer le pastoralisme pour l'entretien des espaces boisés et la lutte contre le risque incendie :**

Depuis 2018, cette solution est mise en œuvre à grande échelle au Portugal où le gouvernement mène un projet pilote impliquant plus de 18 000 chèvres et une quarantaine de bergers pâturant certaines zones de maquis vulnérables aux incendies<sup>32</sup>. Le pays avait notamment été victime d'un incendie meurtrier en 2017 au cours duquel près de 65 personnes avaient péri.

Des actions existent déjà dans le Gard mais le pastoralisme pourrait certainement être encore d'avantage mobilisé dans le cadre de l'entretien des surfaces boisées et des friches pour la prévention des risques incendie.

Les phénomènes de dépérissement constatés ces dernières années peuvent être une opportunité pour mener des expérimentations de remplacement des essences forestières autochtones. Néanmoins, il ne semble pas encore justifiable de mener une transformation systématique des peuplements au nom du changement climatique si ceux-ci ne présentent pas encore de signes d'inadaptation au nouveau contexte climatique. La mobilisation des Espaces Naturels Sensibles gérés par le Conseil Départemental peut représenter une solution intéressante pour expérimenter du renouvellement positif de l'occupation des sols. La durée de régénération d'une forêt ainsi que les questions d'entretien des peuplements dans les premières années après la plantation sont des enjeux à considérer en particulier.

<sup>32</sup> <https://www.courrierinternational.com/article/le-chiffre-du-jour-au-portugal-des-milliers-de-chevres-pour-lutter-contre-les-incendies>



# 6 PRÉSENTATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU

*Avons-nous la ressource en eau suffisante pour satisfaire notre ambition et, si oui, les moyens pour la mobiliser de manière durable ?* Telle est la question qui se pose suite à l'exposé des potentielles demandes en eau supplémentaires à envisager sur le territoire à l'horizon 2050. Afin de fournir des éléments d'aide à la décision sur ce sujet, 11 solutions techniques d'accès à l'eau ont été étudiées. Une vision globale de ces solutions est proposée en introduction. Elles sont ensuite présentées successivement.

En première approche, à l'échelle départementale, les développements présentés ci-après s'appuient sur le recensement des besoins en eau effectué dans le cadre du diagnostic. Ce diagnostic fait ressortir une demande très majoritairement liée à la viticulture. Certaines solutions sont ainsi étudiées à travers le prisme de la demande viticole. Il est bien sûr possible que la situation évolue dans les prochaines années ou décennies. La démarche permet cependant de situer ces solutions en matière d'opportunité et de coût.

## 6.1 VISION GLOBALE DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU

Les solutions techniques d'accès à l'eau étudiées peuvent être regroupées en 5 grandes catégories :

Tableau 19 : Vision globale des solutions techniques d'accès à l'eau étudiées

CATÉGORIES SUITE À L'ANALYSE « MACRO »	SOLUTIONS ÉTUDIÉES
Une solution « sans regret » à mobiliser dans un premier temps : optimiser l'utilisation de l'eau dans les zones qui ont déjà accès à l'eau et où la ressource le permet	Optimisation et développement de l'irrigation sur les zones déjà équipées
Des solutions complexes qui ne sont pas adaptées et/ou à l'échelle des enjeux	Valorisation des effluents de caves viticoles
	Dessalement
Des solutions dont l'opportunité sera à étudier localement	Réutilisation des eaux usées traitées (« REUT » ou « REUSE »)
	Stockage souterrain et variante « petits seuils »
Des solutions « Barrages » à 3 niveaux	Barrages – Optimisation des barrages contribuant au soutien d'étiage
	Barrages - Mobilisation d'autres barrages existants
	Barrages - Création de nouveaux barrages
Trois « grandes » options techniques d'accès à l'eau, à comparer localement	Forages pour mobilisation des eaux souterraines
	Retenues d'eau
	Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional

Le tableau suivant propose de manière visuelle une synthèse de l'analyse multicritère des solutions techniques d'accès à l'eau (les justifications ont été apportées au chapitre précédent).



Tableau 20 : Vision globale de l'analyse des solutions techniques d'accès à l'eau

PARAMÈTRES	OPTIMISATION IRRIGATION SUR LES ZONES DÉJÀ ÉQUIPÉES	VALORISATION DES EFFLUENTS DE CAVES VITICOLES	DESSALEMENT	RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES	STOCKAGE SOUTERRAIN	OPTIMISATION DES BARRAGES CONTRIBUANT AU SOUTIEN ÉTIAGE	MOBILISATION DES BARRAGES ÉCRÉTEURS DE CRUES	CRÉATION DE NOUVEAUX BARRAGES	FORAGES	RETENUES	TRANSFERT D'EAU DU RHÔNE
Opportunité technique	●	●	●	●	●	●	●	●	● - ●	● - ●	●
Coût	● - ●	●	●	●	●	● - ●	?	●	●	●	● - ●
Impact environnemental	●	●	●	● - ●	● - ●	● - ●	● - ●	●	● - ●	●	●
Impact paysager	●	●	● - ●	● - ●	●	● - ●	● - ●	●	●	● - ●	●
Acceptabilité sociale	●	●	● - ●	●	●	● - ●	● - ●	●	●	● - ●	● - ●

● Absence de contrainte

● Contrainte faible à moyenne

● Contrainte forte

● Contrainte très forte

Source : BRLi (2019)

## 6.2 OPTIMISATION ET DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION SUR LES ZONES DÉJÀ ÉQUIPÉES

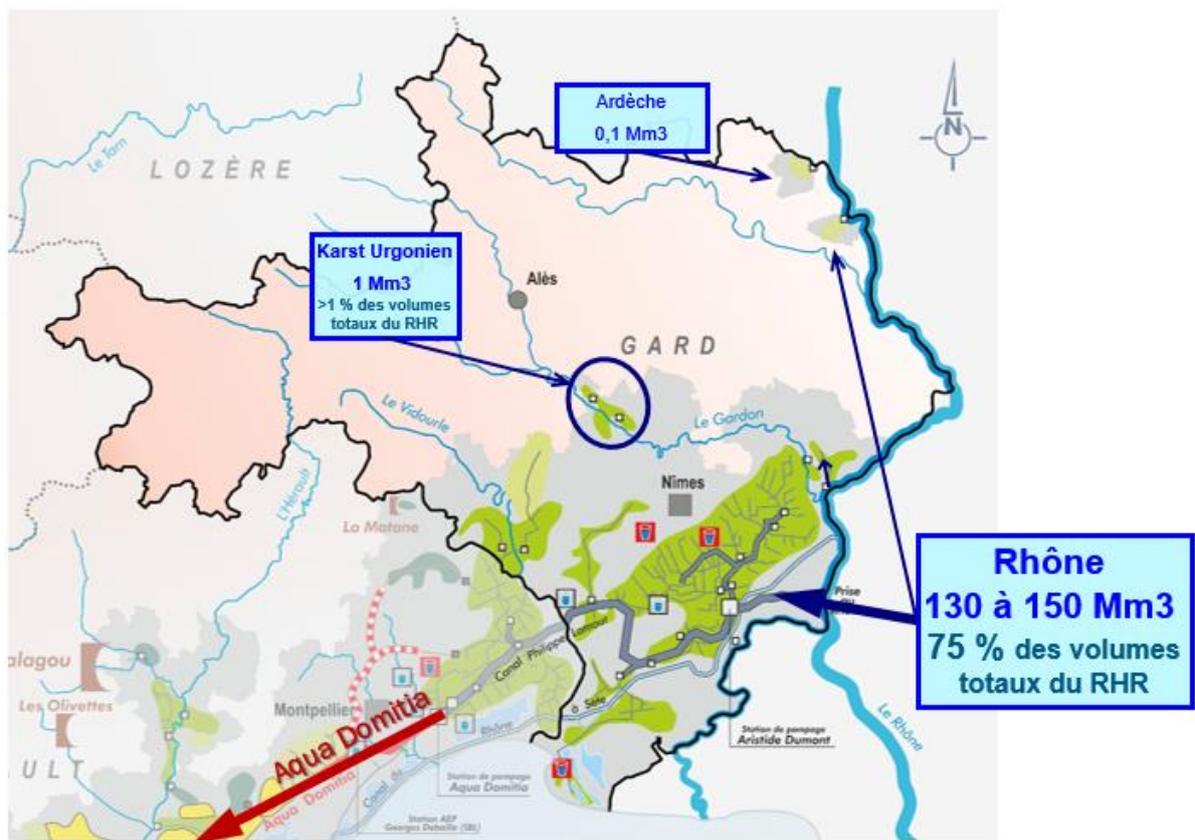
Les projets d'optimisation de l'irrigation sur le territoire ont été évoqués dans le rapport de diagnostic. Hormis dans le cas des grands réseaux collectifs mobilisant l'eau du Rhône (Réseau Hydraulique Régional et grandes ASA camarguaises pour la culture du riz), les marges de manœuvre apparaissent relativement réduites.

### PEUT-ON IRRIGUER DAVANTAGE DANS LES ZONES DÉJÀ ÉQUIPÉES PAR LE RHR ?

#### Constats

La carte suivante présente la partie gardoise du Réseau Hydraulique Régional (RHR) avec l'indication des ressources en eau mobilisées (par an).

Figure 46 : Le RHR dans le Gard



Source : BRL (2018)

Quelques chiffres et informations clés sont rappelés ci-après (pour plus de détails sur l'historique du réseau, se référer au rapport de diagnostic de l'étude Eau et climat 3.0) :

- Le RHR constitue un élément structurant de l'agriculture gardoise en permettant l'accès à l'irrigation :
  - Près de 80 % des surfaces en fruits et légumes (cultures intégralement irriguées) sont situées dans la zone du RHR historique, au sud du département.
  - Plus de 40 % des surfaces en vignes situées dans la zone du RHR historique sont irriguées en 2019.

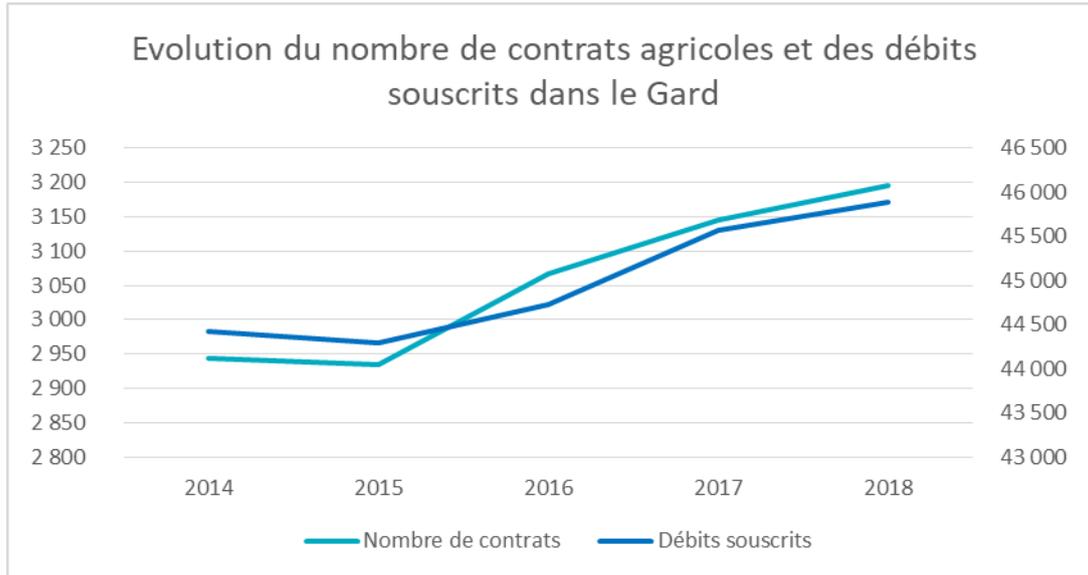


- Toutes cultures confondues, 18 à 19 000 ha seraient irrigués<sup>33</sup> dans le Gard sur le périmètre du RHR et près de 45 000 ha seraient accessibles à l'irrigation<sup>34</sup> via le RHR actuel selon BRL.
- Comme évoqué plus haut, les besoins des cultures vont augmenter sur les surfaces déjà irriguées, en lien avec le changement climatique et de nouvelles surfaces de vignes sont en demande d'accès à l'eau (sur cette zone et plus largement à l'échelle du département).
- Le taux d'utilisation des réseaux du RHR est variable selon les secteurs. Certains sont saturés (Nord-Sommiérois et Gardonnenque par exemple) tandis que des potentialités de développement existent encore sur un grand nombre (nord du secteur Costières, secteur Ardèche, etc.).  
Une hausse des souscriptions est cependant observée par BRL Exploitation dans les dernières années (après des décennies de baisse régulière). Cette reprise s'observe à la fois au niveau du nombre de contrats souscrits et au niveau des débits souscrits (cf. graphique suivant).
- Une marge de manœuvre importante existe sur la zone RHR « historique » pour répondre à de nouveaux besoins. Près de 20 000 ha de terres ne valorisent ainsi pas actuellement leur caractère « irrigable par le RHR » (c'est-à-dire le fait de pouvoir être irriguées par le RHR car situées près d'une de ses bornes de desserte) :
  - Environ 20 000 ha sont soit en jachère, soit en vigne ou en blé dur / grandes cultures (dont une partie en rotation avec des cultures légumières ou du melon) dans le sud du département et en rive gauche du Vidourle.
  - Une partie des surfaces équipées est irriguée par des pompages en nappe (Vistrenque principalement).
- Un manque d'effet levier est identifié pour la mobilisation foncière de ces terres (« faire du blé, ça ne me rapporte rien, mais ça ne me coûte rien, et ça occupe les terres en attendant ... »). La spéculation foncière, dans une zone fortement concernée par le développement de l'urbanisation, est également un frein à leur valorisation.
- Le prélèvement total du RHR dans le Rhône représente :
  - En volume, 130 à 150 Mm<sup>3</sup> soit 5 % des prélèvements totaux sur le bassin du Rhône (partie française) et 0,25 % de l'écoulement annuel moyen du fleuve.
  - En débit, 12 m<sup>3</sup>/s en pointe en juillet actuellement (environ 1 Mm<sup>3</sup>/jour au maximum). Le débit de pointe de juillet devrait atteindre 15 m<sup>3</sup>/s à l'horizon 2025 quand Aqua Domitia et les autres projets d'extension en cours seront finalisés (soit, à l'horizon 2025, 7 % des débits nets prélevés dans tout le bassin du Rhône en juillet et 1,2 % de l'écoulement moyen du mois de juillet à Beaucaire (1,6 % en quinquennal sec).
  - La part de ce prélèvement distribué au territoire gardois est de l'ordre de 45 Mm<sup>3</sup>, dont environ 75% à destination de l'agriculture, 10 % pour l'AEP et 15 % pour d'autres usages. Le volume distribué dans le Gard varie, dans les dernières années, entre 42 Mm<sup>3</sup> (année humide comme 2018) et 47 Mm<sup>3</sup> (année sèche comme 2017).

<sup>33</sup> Ces surfaces sont estimées sur la base des contrats en vigueur, BRL n'ayant pas les moyens de suivre la surface effectivement irriguée.

<sup>34</sup> Dans cette approche, sont considérées comme « accessibles à l'irrigation » les surfaces agricoles situées dans un fuseau de 150 m autour des canalisations existantes. La potentialité de cette desserte doit toutefois être vérifiée au cas par cas au regard d'éventuelles conditions locales de saturation des réseaux.

Figure 47 : Évolution du nombre de contrats agricoles et des débits souscrits (RHR-Gard)



Source : BRL (2019) – Nombre de contrats sur l'échelle de gauche, débit souscrit sur l'échelle de droite en m³/h

En conclusion, il est globalement possible d'irriguer davantage dans les zones déjà équipées par le RHR : des marges de manœuvre existent au niveau réseau, hormis dans quelques zones déjà saturées (Nord-Sommiérois et Gardonnenque en particulier). Pour permettre une mobilisation renforcée de l'irrigation sur les zones équipées, des freins sont cependant à lever, principalement d'ordre foncier. Concernant la ressource en eau, les développements présentés au sous-chapitre 6.6.4 montrent qu'il existe encore de la marge pour prélever plus d'eau dans le Rhône, avec toutefois une attention à conserver au regard de la baisse probable de ses débits en étiage dans les décennies à venir (-10 à -30 % du débit du Rhône aval selon les mois dans le scénario « pessimiste raisonnable » de changement climatique, cf. étude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage de 2014).

### Quelles solutions sont mobilisables pour optimiser l'irrigation sur les zones équipées ?

Trois axes d'intervention sont identifiés :

#### ■ Renforcer les dispositions visant à favoriser les économies d'eau sur le RHR :

La ressource Rhône n'apparaît globalement pas limitante pour le développement de l'irrigation sur les secteurs équipés. Les économies d'eau pourraient cependant permettre de mieux partager la capacité hydraulique du réseau, et notamment d'irriguer davantage dans les zones saturées (ex : Nord-Sommiérois). Plus largement et dans un objectif de développement durable, les économies d'eau constituent des mesures « sans regrets » à encourager, en évaluant le caractère coût / efficacité des actions envisagées.

Comme indiqué plus haut dans le rapport, il faut cependant rappeler qu'en l'absence de connaissance fine de la pertinence des pratiques d'irrigation actuelles (doses apportées, date de démarrage des irrigations, etc.), il n'est pas possible de quantifier les volumes qui pourraient être économisés. Les pratiques apparaissent perfectibles et des marges de manœuvre existent et justifient la mise en œuvre d'actions d'optimisation de l'irrigation mais l'évaluation du rapport coût / bénéfice de ces actions apparaît essentielle.

Concrètement, les options suivantes pourront être développées sur ce sujet :

#### ● Poursuivre la sensibilisation aux économies d'eau.

Ceci passe par exemple par la diffusion des bulletins d'informations sur l'état de sécheresse pour les agriculteurs des nouveaux périmètres irrigués afin de les inciter à adapter leur consommation en eau et ne pas irriguer à outrance par précaution.



- **Poursuivre les expérimentations sur « l'irrigation de précision »**, en particulier sur le vignoble, pour acquérir des références.
- **Diffuser les résultats de l'expérimentation**, par exemple sur des sites de démonstration (il s'agit de montrer que l'on peut avoir d'aussi bons résultats en mettant moins d'eau, avec des techniques à la portée de tous).
- **Poursuivre les formations au pilotage de l'irrigation.**

La formation doit apporter aux agriculteurs les fondamentaux sur les besoins en eau des cultures, le raisonnement des apports (date de démarrage, dose, fréquence), la prise en compte du sol, la connaissance des outils de pilotage.

Un volet très important de la formation doit porter sur « savoir maîtriser ses apports » (passer d'une consigne d'arrosage exprimée en mm, à un temps d'arrosage, entretenir son matériel). La formation doit également souligner la nécessité de généraliser l'utilisation de compteurs par ilot d'irrigation. On ne peut, en effet, pas prétendre irriguer avec précision, si on ne sait pas ce qu'on apporte.

- **Poursuivre le développement d'outils d'aides à la décision** (dont le pilotage de l'irrigation).

On trouve aujourd'hui différents outils sur le marché, mais qui sont finalement peu utilisés par les agriculteurs. Parmi eux :

- des outils de mesure de l'eau dans le sol, dont le positionnement n'est pas évident, qui vieillissent mal et demandent donc de la maintenance, dont la relève manuelle est fastidieuse et la télérelève encore coûteuse.
- des modèles de bilan hydrique, avec des abonnements à des sites web relativement coûteux.

Il reste donc un travail de développement à faire pour mettre au point des outils avec le bon rapport fiabilité / facilité de mise en œuvre / coût. BRLE a développé dans ce sens une application de conseil à l'irrigation de la vigne, qui vise à donner des éléments de cadrage des irrigations, sur la base d'un modèle de bilan hydrique paramétré de façon très simple, à partir de données météo spatialisées. L'objectif est de mettre à disposition des viticulteurs un conseil à faible coût, pour qu'ils aient un premier niveau d'information. Ceux qui voudront aller plus loin pourront s'équiper d'autres outils plus complexes. Une version v0 de l'application de BRLE sera mise à disposition dans le courant de l'année 2020 aux clients viticulteurs de BRLE. L'application est prévue pour être évolutive et tendre à terme vers un conseil plus précis et à la parcelle, selon le succès de la v0.

- **Mise en place de compteurs télégrés à chaque ilot d'irrigation** pour permettre une conduite de précision et des économies d'eau à la parcelle (installation privée de l'irrigant).
- **Envisager un renforcement du caractère incitatif de la tarification agricole de BRL**<sup>35</sup>.

Ce sujet est complexe et mérite une réflexion à part entière. Des pistes sont évoquées au sous-chapitre 3.2.1 « Économies d'eau ». Elles pourront être approfondies en considérant l'impact environnemental attendu et les conséquences sociales et financières.

- **Envisager d'intégrer des clauses contractuelles « économies d'eau »** dans les contrats agricoles.

Malgré leur tarification binôme, les contrats actuels ne limitent pas la consommation en eau (souscription d'un certain débit et paiement des volumes consommés). Une réflexion à l'échelle régionale sur les économies d'eau pourrait conduire à revoir les contrats dans un cadre d'économie d'eau globale. Comme la précédente, cette option est complexe et nécessite une réflexion spécifique.

- **Agir pour une pratique optimale et solidaire des irrigations (« la juste dose »).**  
En évitant les irrigations de confort, les volumes économisés (ou non mobilisés) pourraient être réalloués à plus d'utilisateurs sur les secteurs saturés.
- **Envisager la mise en place d'une gestion par quota** dans la zone desservie depuis une ressource souterraine (Gardonnenque – ressource karstique), voire sur les secteurs saturés desservis à partir du Rhône.

<sup>35</sup> La tarification agricole actuelle est de type binôme : elle comporte une redevance d'abonnement et une redevance de volume (sans franchise). (RHR - Rapport d'activité du concessionnaire – Année 2018)

En Gardonnenque, l'exploitant pourrait par exemple définir, en concertation avec la profession, des quotas à l'hectare par culture en fonction du niveau de la nappe.

La mise en place de telles mesures est complexe (volets technique, contractuel, tarifaire, juridique...) et nécessiterait successivement de :

- Connaître avec précision les surfaces irriguées par agriculteur et par culture ;
  - Définir de façon objective et concertée le quota par culture ;
  - Mettre en place les outils de contrôle et les règles en cas de dépassement.
- **Améliorer les rendements de réseau** (RHR et réseaux de desserte) : les volumes économisés par la réduction des pertes pourront en particulier être proposés aux irrigants dans les secteurs saturés.

- **Poursuivre le développement d'un réseau intelligent** (télérelève des compteurs, mise en place de bornes intelligentes...) pour mieux suivre et gérer les consommations d'eau.

Les bornes BRL connectées donnent une information en temps réel sur la consommation totale au point de livraison qui peut irriguer différentes parcelles et différentes cultures. Elles fournissent des éléments d'aide à la décision au gestionnaire du réseau : elles permettent par exemple d'identifier des pointes d'utilisation et de saturation du réseau et de travailler à l'écrêtement de ces pointes pour aller vers une utilisation maximum. Il est ainsi possible d'irriguer plus de surfaces avec les équipements hydrauliques existants.

En pratique, un tel projet est déjà initié :

- Les compteurs des bornes agricoles sont en cours de remplacement avec des tubulures communicantes à comptage ultrason (suppression des pièces mécaniques qui sont plus ou moins précises dans le temps pour de l'eau brute). L'investissement est élevé et la transformation est donc progressive. Tous les nouveaux périmètres sont équipés de tubulures communicantes.
- Pour aller plus vite dans la télérelève, des compteurs existants vont être équipés de tête impulsion communicante, en complément.
- BRL continue également d'équiper tous les compteurs à bride qui ont de grosses consommations (DN 100 et +) sur ce même principe.
- Pour l'instant en agricole, environ 15 % de compteurs sont télégérés sur l'ensemble des contrats dont une grande part de nouvelles tubulures / compteur ultrason (95% du parc télérelevé). Les 20 % de compteurs avec télérelève devraient être atteints dans l'année 2020.
- Pour les autres usages, pour les Eaux Brute en Gros et Eau Potable en Gros, les compteurs sont quasiment tous équipés de télérelève.
- Pour les Eaux à Usage Divers, la télérelève reste marginale sauf cas particuliers ou grosse consommation.

- **Valoriser l'irrigation sur les zones « irrigables » :**

Le troisième axe d'intervention vise à favoriser la mobilisation de l'eau sur les zones équipées pour l'irrigation, ce qui pourrait permettre le déplacement de productions vers les secteurs « facilement » irrigables.

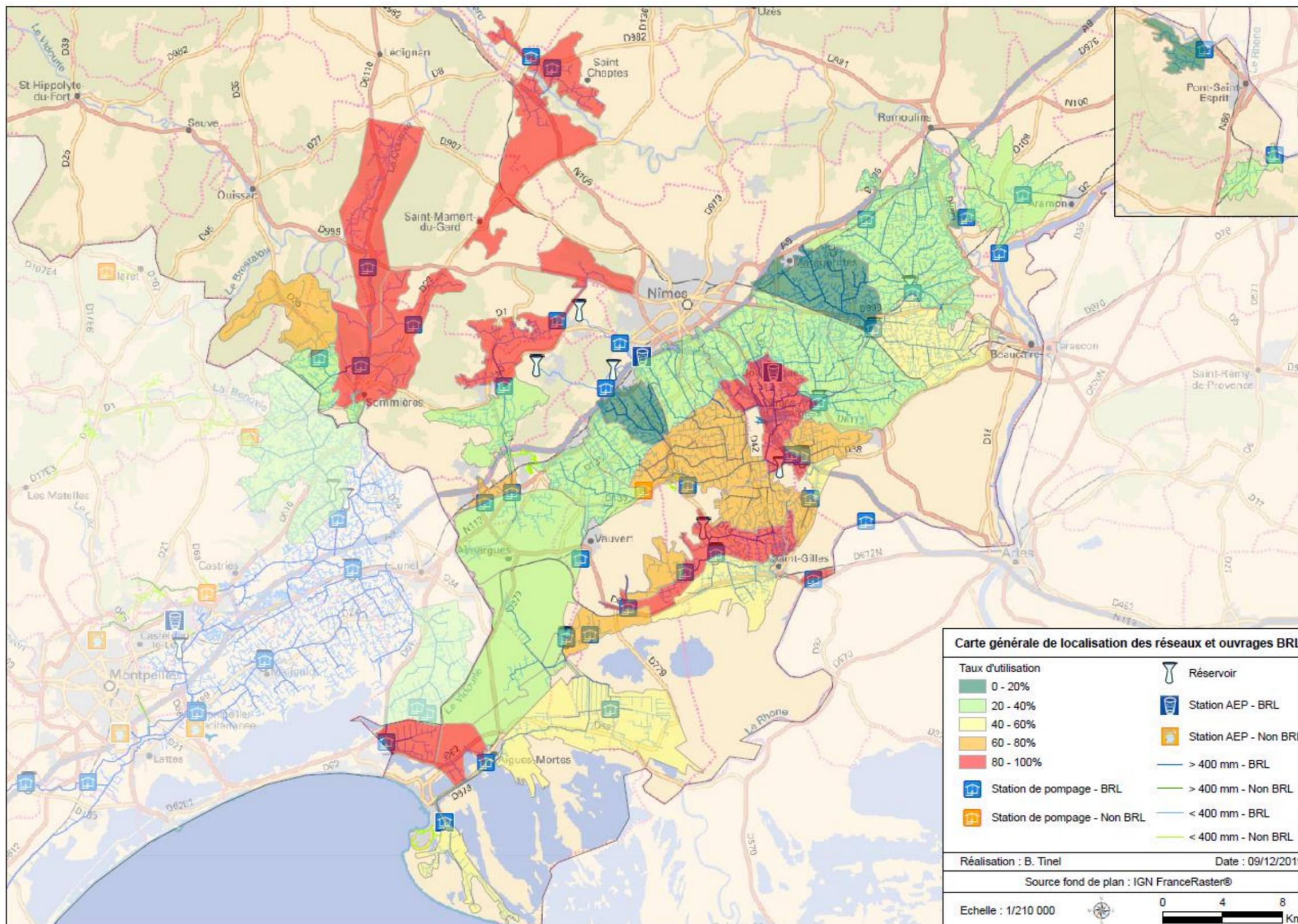
Les options suivantes sont envisagées pour cela :

- **Mettre en place une animation foncière** (en transversal et sur des zones prioritaires à définir).  
Cette action constitue un prérequis indispensable à des interventions efficaces (connaissance du territoire, mise en relation de l'offre et de la demande, médiation et réassurance des propriétaires fonciers sur les questions légales liées aux baux et face à la crainte de « dépossession »).
- Inciter à la location des parcelles « irrigables » (via des baux précaires par exemple).
- **Développer des initiatives innovantes comme la mise en place d'une plateforme d'échanges des terres** : projet à l'étude entre la Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER) Occitanie et BRL.
- **Envisager la préemption des terres agricoles irriguées / accessibles à l'irrigation** pour les préserver de l'urbanisation et garantir leur valorisation.
- **Sanctuariser les zones agricoles équipées dans les documents d'urbanisme** (PLU, PLUi, SCoT...).

Ce dernier point est détaillé au chapitre 5.3.1.



Figure 48 : Taux d'utilisation des réseaux du RHR dans le Gard (tous usages confondus)





## 6.3 DES SOLUTIONS COMPLEXES QUI NE SONT PAS ADAPTÉES ET/OU À L'ÉCHELLE DES ENJEUX

### 6.3.1 Valorisation des effluents de caves viticoles

L'objectif de cette solution est de valoriser l'eau utilisée par les caves pour la vinification afin d'irriguer les vignes situées à proximité de la cave vignes. Cette solution est étudiée de manière transversale afin de mettre en évidence les ordres de grandeur et contraintes associées.

#### DE QUELS VOLUMES PARLE-T-ON ET QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DE CES EFFLUENTS ?

Le ratio de consommation en eau par les caves est très variable, du fait de la diversité des pratiques : techniques de vinification, types de vin produit, types de cuverie, présence ou non d'une ligne d'embouteillage, matériels utilisés pour le nettoyage, habitudes du personnel... Il se situe dans une fourchette large, pouvant aller de 20 à 200 litres d'eau par hl de vin.

Pour une cave coopérative moyenne du Gard (1 700 ha de vignes avec un rendement moyen de 60 hl/ha) le volume vinifié est de l'ordre de 100 000 hL (10 000 m<sup>3</sup>) et le volume d'effluents produits par cette cave est d'environ 10 000 m<sup>3</sup>/an.

Pour les besoins de l'analyse, **un ratio de 1L d'effluents de caves viticoles pour 1L de vin en moyenne a ainsi été considéré.**

La principale caractéristique de ces effluents à prendre en compte pour évaluer la faisabilité de l'irrigation de la vigne est leur teneur en oxyde de potassium (K<sub>2</sub>O). En effet, les besoins de la vigne en oxyde de potassium sont réduits par rapport à la teneur des effluents et il n'existe pas à l'heure actuelle de techniques de traitement permettant d'éliminer le potassium pour s'affranchir de cette contrainte.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des effluents de caves viticoles.

PARAMÈTRES	VALEURS
Ratio de consommation en eau sur les caves	~ 1L d'eau pour 1L de vin (forte variabilité)
Teneur moyenne en K <sub>2</sub> O des effluents	0,4 g/L
Besoins annuels de la vigne en K <sub>2</sub> O	60 kg K <sub>2</sub> O/ha (apports supérieurs non souhaités)
Dose d'apport possible à partir des effluents pour respecter cette contrainte	150 m <sup>3</sup> /ha

#### QUEL EST LE POTENTIEL D'IRRIGATION ASSOCIÉ ?

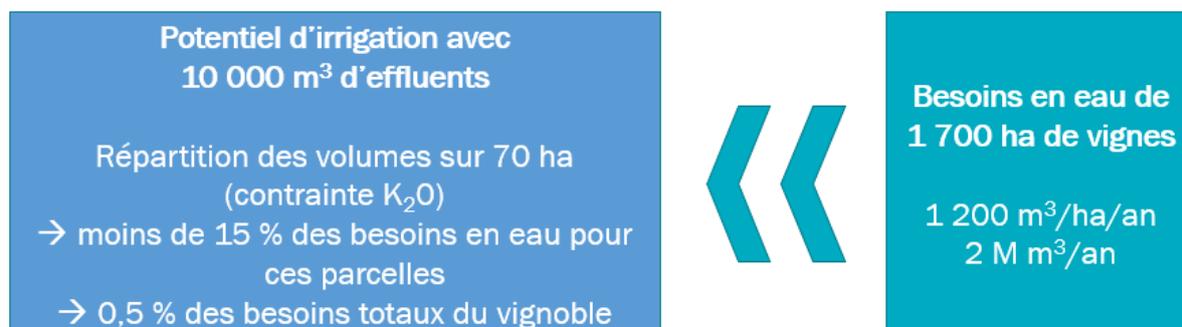
Si l'on reprend l'exemple de la cave coopérative moyenne évoquée au paragraphe précédent, le potentiel d'irrigation avec 10 000 m<sup>3</sup> d'effluents est de :

- Moins de 15 % des besoins en eau pour 70 ha (nécessité de répartition liée à la contrainte K<sub>2</sub>O : maximum 150 m<sup>3</sup> d'effluents par hectare) ;
- 0,5 % des besoins totaux du vignoble de 1 700 ha associé à la cave.



Les effluents de caves viticoles représentent ainsi une **ressource marginale par rapport au besoin total du vignoble fournissant une cave** (0,5 %) et un complément très significatif serait nécessaire à partir d'une autre ressource pour les parcelles irriguées par ce moyen (85 %).

Figure 49 : Aperçu du potentiel d'irrigation associé aux effluents de caves



Source : BRLi (2019)

## CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

De **nombreuses contraintes techniques, réglementaires et financières** sont associées à la valorisation des effluents de caves pour l'irrigation des vignes :

- Les besoins de la vigne en potassium sont réduits par rapport à la teneur des effluents et il n'existe pas à l'heure actuelle de techniques de traitement permettant d'éliminer le potassium pour s'affranchir de cette contrainte.
- Par ailleurs, il est important de prendre en considération la charge organique des effluents qui est incompatible avec du goutte-à-goutte (colmatage rapide). Les caves qui ont tenté l'expérience ont dû mettre en place des dispositifs de filtration très importants, avec des contre-lavages très fréquents et une problématique de traitement des eaux de contre-lavage.
- Les caves étant des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), l'irrigation avec les effluents est encadrée par la réglementation relative aux ICPE. Les caves de moins de 20 000 hl relèvent du régime de la déclaration et, au-delà, de celui de l'enregistrement. Dans ce cadre, une étude de plan d'épandage doit être réalisée préalablement, avec, par exemple, des distances d'éloignement à respecter par rapport aux habitations, cours d'eau, périmètres de protection de cours d'eau.
- L'épandage des effluents est considéré comme une technique de traitement et est pris en compte par l'Agence de l'Eau dans le cadre du calcul de la redevance pollution. À ce titre, un suivi annuel est demandé (analyses d'effluents et de sols, bilan hydrique, bilan agronomique), sur la base duquel le montant de la redevance annuel est calculé.
- Enfin, une difficulté supplémentaire réside dans le coût associé à la mise en place de réseaux pour transporter l'eau entre la cave et les parcelles sur lesquelles se justifierait le plus l'irrigation, au regard des faibles volumes concernés.

Les effluents de caves viticoles représentent un potentiel très réduit et leur utilisation s'avèrerait particulièrement contraignante : cette solution paraît complexe et n'est pas à l'échelle des enjeux.



## 6.3.2 Dessalement

### PRINCIPE GÉNÉRAL

Développé au stade industriel à la fin des années 1960, ce type de solution connaît désormais un important développement dans le monde et particulièrement dans le bassin méditerranéen (Espagne, Algérie, Maroc...). En France, le dessalement reste marginal. Les quelques usines sont de petite taille et concernent des îles (îles de Houat dans le Morbihan par exemple).

Il existe deux grands procédés de dessalement : le dessalement thermique et l'osmose inverse. C'est aujourd'hui principalement l'osmose inverse qui est mise en œuvre. Ce procédé est devenu le plus économique, tant en termes d'investissement que de fonctionnement.

Le principe est le suivant : sous l'effet d'un gradient de pression, l'eau passe à travers une membrane qui retient les sels dissous.

### CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

On note dans le Gard un fort éloignement entre la ressource (mer Méditerranée) et les principales zones de demande (centre et bordure rhodanienne à l'est du département). Ceci à une conséquence majeure : les adductions seraient 2 à 10 fois plus longues qu'en mobilisant le Rhône, autre ressource externe envisagée.

À cette option seraient par ailleurs associés des coûts énergétiques importants :

POSTE	HYPOTHÈSES	ORDRE DE GRANDEUR DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE
Mobilisation – Dessalement	Technique d'osmose inverse	2,5 à 4 kWh/m <sup>3</sup>
Adduction et desserte – Transport de l'eau jusqu'aux zones de demande (ex zone Garrigues)	Hauteur Manométrique Totale de 350mCE (différence d'altitude de 100m plus les pertes de charge liées à une distance aux zones de besoins de l'ordre de: 50 km)	1,5 kWh/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<i>Cf. sous-chapitre 6.6.1 (hypothèses « énergétiques » identiques pour toutes les solutions techniques étudiées)</i>	<b>4 à 5,5 kWh/m<sup>3</sup> (soit un coût énergétique de 0,3 à 0,4 €/m<sup>3</sup>)</b>

Au total, les coûts énergétiques seraient 2 à 3 fois supérieurs à ceux associés à la mobilisation de l'eau du Rhône, autre ressource externe au territoire qu'il est envisagé de mobiliser (cf. sous-chapitre 6.6).

D'autres contraintes fortes sont à anticiper :

- Nécessité d'obtenir une autorisation de prélèvement et de rejet en mer ainsi qu'un agrément préalable des membranes d'osmose inverse ;
- Impacts environnementaux : impacts communs aux stations de traitement d'eau potable (en particulier visuels) et impacts propres, avec notamment le rejet de concentrât en mer.

La disponibilité d'autres ressources plus simples et moins coûteuses à mobiliser ne justifie pas de recourir à une telle solution.



## 6.4 DES SOLUTIONS DONT L'OPPORTUNITÉ SERA À ÉTUDIER LOCALEMENT

### 6.4.1 Réutilisation des eaux usées traitées

#### QUEL CONTEXTE À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE ?

En Europe, les pratiques de Réutilisation des Eaux Usées Traitées (REUT) ou Réutilisation des Eaux Usées de Stations d'Épuration (REUSE), sont plus répandues dans les pays du Sud, en lien avec des besoins en eau plus importants et, globalement, des ressources plus en tension (même si un tel constat sur les besoins et les ressources doit être nuancé localement). En Espagne, pays européen le plus actif dans ce domaine, plus de 150 projets de REUT ont été implantés ces dernières années.

À l'échelle européenne, il n'existe pas actuellement de réglementation spécifique à la REUT. Même si la législation vise à envisager le recyclage, elle reste assez floue sur la pratique des EUT : « *les eaux usées traitées sont réutilisées lorsque cela se révèle approprié* » (Article 12 de la directive ERU 91/271/CEE) ». Cependant, des avancées récentes sont à noter : en juin 2019, le Conseil des ministres européens de l'environnement a adopté un projet de règlement relatif aux exigences minimales requises pour la réutilisation de l'eau, avec pour objectif de faciliter l'utilisation d'eaux urbaines résiduelles à des fins d'irrigation agricole. Le texte fixe comme principe premier celui du volontariat. Seuls les États membres ayant l'intention de réutiliser leurs eaux usées devront adapter leur législation.

#### QUEL PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE POUR CETTE SOLUTION DANS LE GARD ?

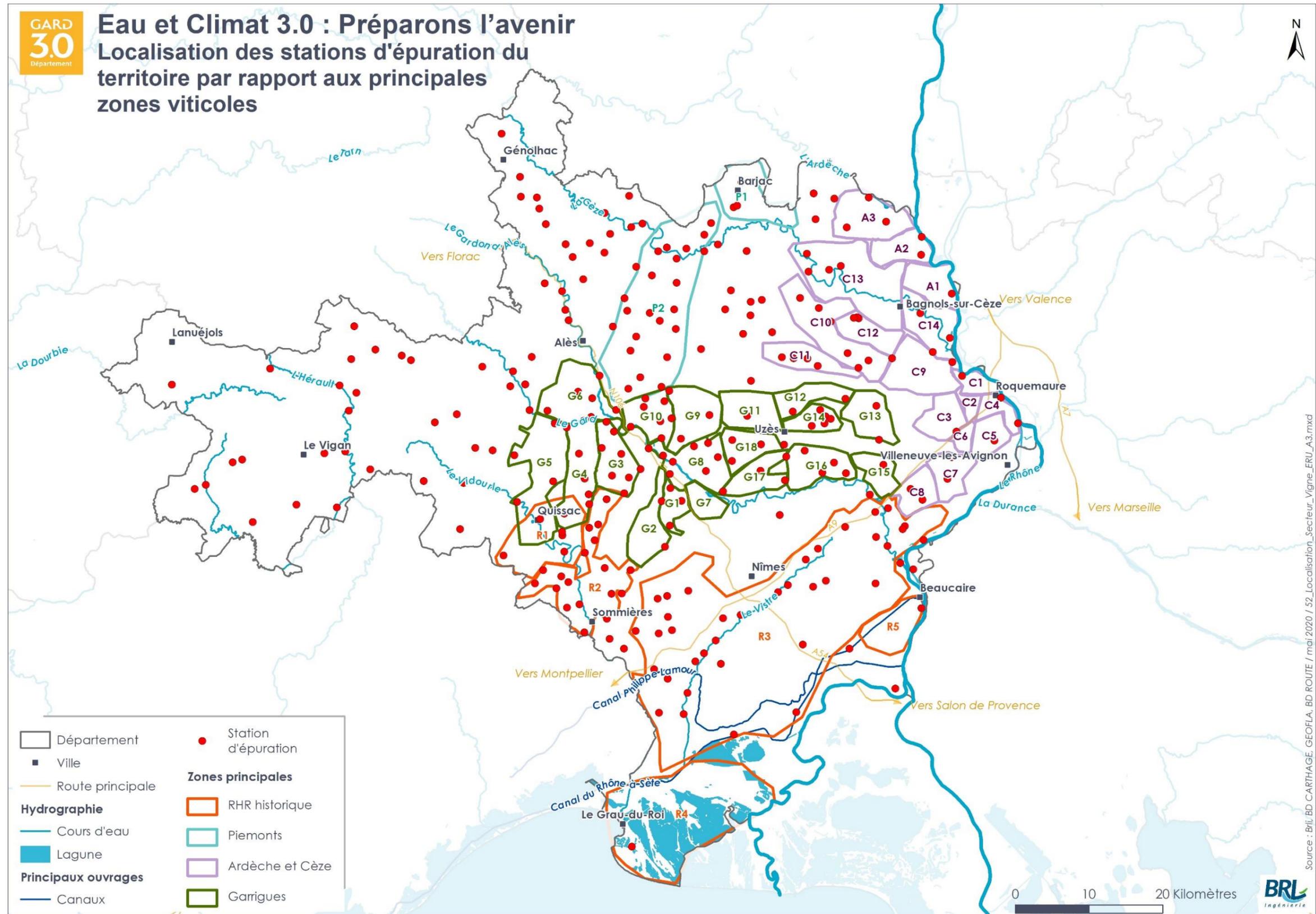
La REUT vise à valoriser, après traitement complémentaire, les eaux usées issues des stations d'épuration pour des usages socio-économiques. Cette technique exige de respecter des règles précises pour l'usage irrigation, qui est le plus répandu.

Le territoire du Gard compte près de 290 stations d'épuration (STEP). Toutes ne sont cependant pas à considérer dans une optique de réutilisation des eaux usées traitées.

L'analyse des potentialités de mobilisation de la REUT pour l'usage irrigation s'est concentrée sur les zones éloignées du RHR actuel et/ou présentant une faible densité de parcelles en vigne. Ces caractéristiques ne favorisent en effet pas le recours à d'autres options plus « simples » à mettre en œuvre.

Parmi les 42 poches en vignes considérées pour l'analyse des besoins, 37 ont ainsi été analysées pour l'option « REUT ». Il s'agit de l'ensemble des poches des zones Ardèche et Cèze, Garrigues et Piémonts. Seules les STEP situées dans ces poches, ou à proximité directe (moins de 2 km), ont été considérées. Elles sont au nombre de 147, soit près de la moitié des STEP du département.

Figure 50 : Localisation des stations d'épuration du Gard par rapport aux principales zones viticoles





## QUEL EST LE POTENTIEL D'IRRIGATION ASSOCIÉ AUX STEP ÉTUDIÉES ?

### Hypothèses et cas théorique

Afin d'estimer la surface en vigne théoriquement irrigable à partir d'un flux de STEP, deux cas de figure ont été étudiés :

- Cas 1 : exploitation simple du flux.
- Cas 2 : exploitation du flux, associé à un stockage intersaisonnier (remplissage d'une retenue pendant la période hivernale).

La figure page suivante présente les hypothèses de besoin et d'efficience posées ainsi que les résultats de ces estimations théoriques.

### Estimation des potentialités locales à l'échelle départementale - mise en parallèle du potentiel des STEP avec les surfaces en vigne

À ce stade les potentialités ont été analysées de manière très globale, en considérant les flux d'effluents traités disponibles pour calculer des surfaces potentiellement irrigables et en rapprochant ces surfaces de celles en vigne (données RPG 2017).

Tableau 21 : Estimation des potentialités de mobilisation de la REUT pour l'irrigation de surfaces en vignes

	Surfaces en vigne	Débit des STEP de la zone (m3/j)	Surface en vigne irrigable par la REUT (ha)		Pourcentage de la surface en vigne irrigable grâce à la REUT (%)	
			Sans stockage	Stockage 2 mois	Sans stockage	Stockage 2 mois
Ardèche	2 400	1 800	100	200	2%	9%
Cèze	10 500	6 900	200	800	2%	8%
Garrigues	12 800	24 100	700	2 900	5%	22%
Piémont	1 200	4 500	100	500	10%	44%
<b>TOTAL</b>	<b>28 200</b>	<b>40 900</b>	<b>1 200</b>	<b>4 900</b>	<b>4%</b>	<b>17%</b>

Source : BRLi (2019)



Figure 51 : Calcul théorique de la surface en vigne irrigable à partir d'une STEP selon 2 cas de figure

### Calcul théorique de la surface en vigne irrigable à partir d'une STEP

#### Hypothèses :

Besoin de la vigne en pointe	30 m <sup>3</sup> /ha/jour
Besoin annuel de la vigne à la parcelle	1200 m <sup>3</sup> /an en année quinquennale sèche
Efficienc e STEP	95%
Efficienc e irrigation	90%
Efficienc e globale	86%

#### Cas 1 : Utilisation du flux moyen - Pas de stockage intersaisonnier

	Flux moyen de la STEP (m <sup>3</sup> /j)	Surface théoriquement irrigable (ha)
1	100	3
2	200	6
3	500	14
4	1 000	29
5	2 000	57
6	5 000	143
7	10 000	285

#### Cas 2 : Utilisation du flux moyen + Stockage intersaisonnier représentant 2 mois de flux moyen

	Flux moyen de la STEP (m <sup>3</sup> /j)	Volume du stock (m <sup>3</sup> )	Surface (m <sup>2</sup> ) du réservoir avec une hypothèse d'une profondeur de 4 m	Surface théoriquement irrigable (ha)
1	100	6 000	1 500	11
2	200	12 000	3 000	23
3	500	30 000	7 500	59
4	1 000	60 000	15 000	118
5	2 000	120 000	30 000	237
6	5 000	300 000	75 000	593
7	10 000	600 000	150 000	1 187

Source : BRLi (2019)

## CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

**Le principal élément à prendre en compte est l'impact environnemental potentiel de la REUT.** Le contexte réglementaire associé à la REUT impose en effet la prise en compte du rejet des stations d'épurations actuelles dans le débit des cours d'eau : la réutilisation de ces eaux est ainsi considérée comme un prélèvement sur le milieu. L'impact de ce prélèvement est particulièrement important lorsqu'on se situe loin du littoral (ce qui est le cas de la majorité des zones de demande en eau étudiée). **Le débit qui échapperait aux cours d'eau en cas de mobilisation des rejets des STEP étudiées serait de l'ordre de 300 à 400 l/s.**

Tableau 22 : Part représentée par le débit de sortie des STEP (potentiellement utilisables pour l'irrigation) dans le débit moyen /quinquennal sec à l'échelle des principaux bassins versants du département

Bassin versant	Débit total contributeurs des STEP du BV (m3/j)	Part du débit des STEP dans le débit moyen du BV		Part du débit des STEP dans le débit 5 ans sec du BV	
		Débit moyen au point nodal (juillet) -m3/j	% du débit représenté par les STEP	Débit 5 ans sec au point nodal (juillet) - m3/j	% du débit représenté par les STEP
Ceze amont	1 900	186 800	1%	100 700	2%
Ceze aval	6 100	262 000	2%	129 200	5%
Gardon aval	22 700	525 300	4%	275 700	8%
Gardon d'Anduze	3 000	157 100	2%	102 600	3%
Vidourle	1 200	45 800	3%	25 100	5%
<b>TOTAL</b>	<b>34 900</b>				

Ce tableau ignore une partie des stations situées en dehors de ces bassins versants (Ardèche, Rhône), d'où le fait qu'on ne retrouve pas le total indiqué plus haut pour le débit des STEP. Par ailleurs, une telle approche globale peut masquer des réalités hydrologiques locales où la part du débit des STEP dans le débit des cours d'eau est bien plus importante.

Une étude locale au cas par cas est ainsi nécessaire :

- Lorsque le rejet s'effectue directement dans un cours d'eau permanent ou intermittent, la REUT est probablement impactante et inenvisageable d'un point de vue environnemental.
- Au contraire, lorsque ce rejet se fait dans un thalweg ou un fossé sec la plupart de l'année, l'opération peut a priori être envisagée du point de vue environnemental.

La REUT est par ailleurs fortement encadrée par la réglementation française qui suit globalement les dispositions proposées par l'OMS :

- Arrêtés du 26 avril 2016 et du 25 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 août 2010 relatifs à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.

Ces arrêtés précisent les conditions d'utilisation des eaux usées traitées et fixent :

- Des **limites de qualité** sur certains paramètres en fonction de quatre classes de qualité d'eau, elles-mêmes définies par l'usage final souhaité ;
- Des **distances minimales pour l'irrigation par aspersion** afin de se prémunir contre le phénomène de dispersion (déplacement de gouttes d'eau par le vent) en fonction de la portée des asperseurs et du type de zone sensible ;
- Des distances minimales à respecter entre les parcelles irriguées par des eaux usées traitées et des activités à protéger comme les plans d'eau, les activités nautiques et de baignade, etc. ;
- **La procédure de dépôt de dossier** pour toute personne souhaitant réaliser une installation ou procéder à une activité de REUT (demande au Préfet du département) ;
- Des fréquences et modalités de contrôle obligatoire.



- Instruction Ministérielle N° DGS/EA4/DEB/DGPE/2016/135 en date du 26 avril 2016.  
Elle constitue une « *interprétation à retenir, sous réserve de l'appréciation souveraine du juge, lorsque l'analyse de la portée juridique des textes législatifs ou réglementaires soulève une difficulté particulière* ».
- Il n'existe **à ce jour pas de réglementation concernant la réutilisation des eaux usées traitées pour les usages industriels ou pour d'autres usages** (tels que lavage des voiries, recharge de nappe, etc.).

Le niveau de qualité d'eau et les contraintes relatives à la REUT doivent être définis avec l'utilisateur lui-même et en conformité avec le Code du Travail. Une convention doit alors être mise en place avec l'utilisateur afin de définir les modalités de fourniture des eaux usées traitées.

Plusieurs points semblent intéressants à souligner dans le cas du cadre réglementaire français :

- La fixation d'objectifs sur la base d'une analyse des risques en fonction des usages ;
- L'autorisation de l'utilisation d'eaux usées traitées délivrée à l'échelle du département (approche décentralisée) ;
- La transmission systématique de l'information : (i) pour information, régulièrement entre les exploitants des STEP, les autorités locales et les usagers et (ii) en cas de dépassement de valeurs limites, pour un arrêt de la REUT si nécessaire.

### Exemple de projet pilote récent dans la région STEP de Roquefort des Corbières (Aude) – Stockage 2 500 m<sup>3</sup> pour 5 ha de vignes

Un projet de REUT pour l'irrigation de la vigne a été initié en 2015 sur la commune de Roquefort-des-Corbières dans l'Aude.

Les objectifs de ce projet étaient multiples :

- Réduire l'impact environnemental des effluents de la STEP sur le milieu récepteur<sup>36</sup> dans un contexte de croissance de population ;
- Sécurisation de la viticulture face au changement climatique à travers l'irrigation alors que la zone n'a pas accès à de l'eau de surface ;
- Éviter la création d'un forage et créer une installation la plus simple possible pour la rendre supportable par une ASA d'irrigants agricoles.

Le pilote permet d'irriguer 5 ha de vignes en goutte à goutte, moyennant la **création d'un réservoir étanche de 2500 m<sup>3</sup>**, permettant de stocker le besoin annuel en irrigation, et d'une petite station de pompage. Le traitement des effluents de STEP comprend une filtration et une désinfection (injection de chlore / acide).

**Le coût global du projet** (investissement matériels et études pour les autorisations, analyses et suivi pour différents traitements tertiaires, 3 années de suivi des impacts, optimisation des apports d'eau et exploitation des installations) **atteint 365 000 € HT**.

N.B. : Pour dupliquer ce genre d'installation, un budget de l'ordre de **10 000 €/ha serait suffisant** (études des autorisations et investissements matériels), **sans compter l'achat du foncier** pour la réserve et le local technique, de l'ordre de 5 000 à 15 000 € selon le PLU.

Figure 52 : Aperçu du projet de REUT de la STEP de Roquefort des Corbières (Aude) pour l'irrigation de la vigne



Source : BRLi (2019), Google Earth (2019)

Source : BRLi à partir d'informations BRLe (2019)

<sup>36</sup> L'effluent traité de la STEP se rejetait à l'origine dans le Rieu, cours d'eau intermittent qui débouche à l'aval dans l'étang de Bage.



La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) est généralement envisagée principalement sur le littoral (pour avoir un impact limité sur les milieux à travers l'eau « prélevée »), pour des rejets de STEP dans des fossés ou thalwegs secs la plupart du temps, ou en substitution de ressources locales (notamment car cela peut diminuer la charge polluante dans les rivières).

Dans le Gard, les principales zones de demandes supplémentaires ne sont pas situées sur le littoral et les besoins identifiés sont davantage des besoins supplémentaires que des besoins de substitution. Le potentiel des STEP est, dans tous les cas, limité par rapport au besoin potentiel total (avec ou sans stockage, la REUT pourrait permettre d'irriguer entre 5 et 15 % des surfaces en vignes non irriguées actuellement).

Il ressort ainsi que **la REUT pourrait constituer une ressource complémentaire pour les zones éloignées du RHR ou peu denses ou une intéressante ressource de substitution dans les secteurs avec des enjeux qualitatifs**. Le potentiel reste cependant faible par rapport aux besoins potentiels : cette seule ressource ne sera pas susceptible de répondre à toutes les demandes. Il s'agit d'une solution qui devra être étudiée au cas par cas, notamment en termes d'impact de la non-restitution au milieu des effluents traités sur le débit des cours d'eau à l'aval des STEP concernées.

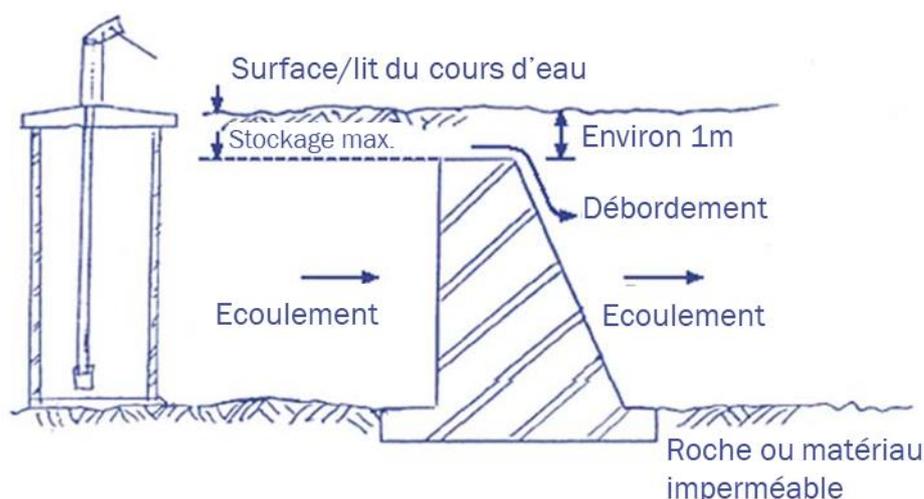
## 6.4.2 Stockage souterrain

### EN QUOI CONSISTE LE STOCKAGE SOUTERRAIN ?

Un barrage souterrain est réalisé dans une nappe alluviale (milieu poreux) où l'on vient bloquer le flux souterrain d'eau en injectant un matériau imperméable perpendiculairement au flux.

C'est une solution qui permet de rehausser le niveau de la nappe et de faire un stockage d'eau en s'affranchissant du problème d'évaporation.

Figure 53 : Schéma de principe d'un barrage souterrain



Source : Water Aid (adaptation BRLi)

Il est impératif que les barrages souterrains soient positionnés dans des secteurs pour lesquels le corps alluvial repose sur un substratum imperméable (au droit de l'ouvrage mais aussi sur plusieurs kilomètres vers l'amont). Dans le cas contraire, il y a un risque de « fuites latérales » avec un risque de non mise en charge de l'ouvrage. Précisons que le barrage souterrain, pour être efficace, doit être fondé jusque dans ces formations imperméables. Le profil en long de la rivière doit également présenter une faible pente.



## DE QUELS VOLUMES PARLE-T-ON ET QUELLES SONT LES OPPORTUNITÉS DANS LE GARD ?

Sur la base des hypothèses suivantes :

- porosité efficace de 10%,
- possibilité d'une mise en charge sur 5 m d'alluvions,

**1 km<sup>2</sup> de « retenue souterraine » peut produire un stockage de l'ordre de 500 000 m<sup>3</sup>.**

Dans le Gard, et si on veut rester à proximité des zones de besoin, on peut identifier plusieurs secteurs *a priori* intéressants d'un point de vue technique :

- Sur la Cèze, au droit du remplissage oligocène du bassin d'Alès (communes de Sainte Denis et Potelières), corps alluvial de 800 m de large.
- Sur le Gardon d'Alès, au droit du remplissage oligocène du bassin d'Alès (communes de Saint-Christol-les-Alès et de Saint-Hilaire-de-Brethmas), corps alluvial de 1 300 m de large.
- Sur le Gardon d'Anduze, au droit du remplissage oligocène du bassin d'Alès (communes de Lézan et Boisset-et-Gaujac), corps alluvial de 2 000 m de large.
- Sur le Gardon, au droit du remplissage oligocène du bassin de Saint Chaptès (communes de Saint Chaptès et de La Calmette), corps alluvial de 2 000 à 4 000 m de large.

Pour statuer sur la faisabilité de tels projets, il faudrait d'abord réaliser une étude hydrogéologique approfondie qui viserait à déterminer la géométrie précise des corps alluviaux et la porosité efficace des sédiments. Il sera aussi nécessaire d'envisager les impacts écologiques de ce type d'ouvrage et d'anticiper d'éventuels conflits d'usage.

## CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

Cette solution, relativement méconnue, présentent les contraintes et points d'attention suivants :

- Il s'agit d'une solution complexe à imaginer qui présente des risques si le barrage est mal positionné ;
- Cette solution est rarement mise en œuvre en gestion quantitative. Elle est principalement mise en œuvre en milieu urbain (contrainte d'espace) ;
- Elle peut présenter un coût élevé ;
- Les dossiers réglementaires associés sont potentiellement très lourds ;
- Toute surexploitation de ce type de retenue aurait pour effet de faire baisser de façon significative les niveaux de nappe et donc d'inverser les relations nappe-rivière. Il y a donc un risque de création d'assecs sur des sections très localisées des cours d'eau.

## LA CRÉATION DE PETITS SEUILS DESTINÉS À AMÉLIORER LE PROFIL EN LONG DES COURS D'EAU, UNE VARIANTE À ENVISAGER ?

Une idée évoquée par plusieurs acteurs locaux dans le cadre de la concertation conduite pour l'étude Eau et climat 3.0, qui pourrait être vue comme une alternative aux barrages souterrains, vise à réhabiliter les profils en long des cours d'eau, en créant des petits seuils pour redonner de plus grandes capacités de stockage dans les nappes alluviales. Selon le Département, une telle action viserait également à fixer le transport solide et recréer des lits mineurs dans les zones où des gravières ont surexploité les alluvions jusqu'à les faire disparaître (Gardonnenque,...).

Si la création de seuils, associés à un plan d'eau, entraîne effectivement une remontée de nappe, l'effet est très localisé et s'estompe rapidement, du fait de la relation nappe/rivière toujours liée à la ligne d'eau. Un nombre important de seuils serait ainsi nécessaire pour avoir un réel effet de stockage. Cette piste serait donc également destinée à des tronçons de cours d'eau présentant une faible pente.



Cependant, de nombreuses contraintes et points d'attention sont à anticiper en lien avec la mise en place de tels seuils :

- Rupture de la continuité piscicole dès que la chute dépasse 20 cm ;
- Hauteur de chute pouvant s'aggraver par érosion de l'aval ;
- Rupture du libre transit des sédiments de l'amont vers l'aval avec stockage au niveau de la retenue (ce phénomène peut être réduit si on remplit, dès la construction de l'obstacle, sa retenue de sédiments<sup>37</sup>) ;
- Mise en place d'une retenue, fonction de la hauteur de chute, en amont qui entraîne localement une homogénéisation des faciès d'écoulement et limite les possibilités pour les espèces piscicoles d'accomplir l'ensemble de leur cycle de vie ;
- Limitation par la retenue des fonctions auto-épuratrice du milieu (stagnation, baisse de la qualité de l'eau, baisse d'oxygénation) ;
- Impossibilité de revenir en arrière au niveau sédimentaire sur les secteurs directement sur le rocher (suite aux extractions de graviers, par exemple dans la Gardonnenque) : les ouvrages permettraient bien de restocker des sédiments sur les secteurs lessivés en amont mais l'effet serait très localisé ;
- Solution polémique dans un contexte de restauration de la continuité écologique.

Les barrages souterrains représentent une solution méconnue et complexe, mais qui a déjà pu être utilisée à différentes échelles et selon différentes modalités dans le Gard (cf. infrastructures cévenoles, réalimentation de nappes, lac d'Attuech). L'opportunité de réaliser des barrages souterrains pourra être approfondie localement.

L'intérêt de la solution de petits seuils destinés à améliorer le profil en long des cours d'eau n'apparaît pas tranché et nécessiterait des études préalables (alternative dans certains tronçons où les lits mineurs ont disparu ?).

<sup>37</sup> Selon le Département, un tel remplissage pourrait être l'objectif sur certains secteurs comme la Gardonnenque (seuils finalement recouverts par les sédiments).

## 6.5 TROIS TYPES DE SOLUTIONS « BARRAGES »

### 6.5.1 Barrages — Optimisation des barrages contribuant au soutien d'étiage

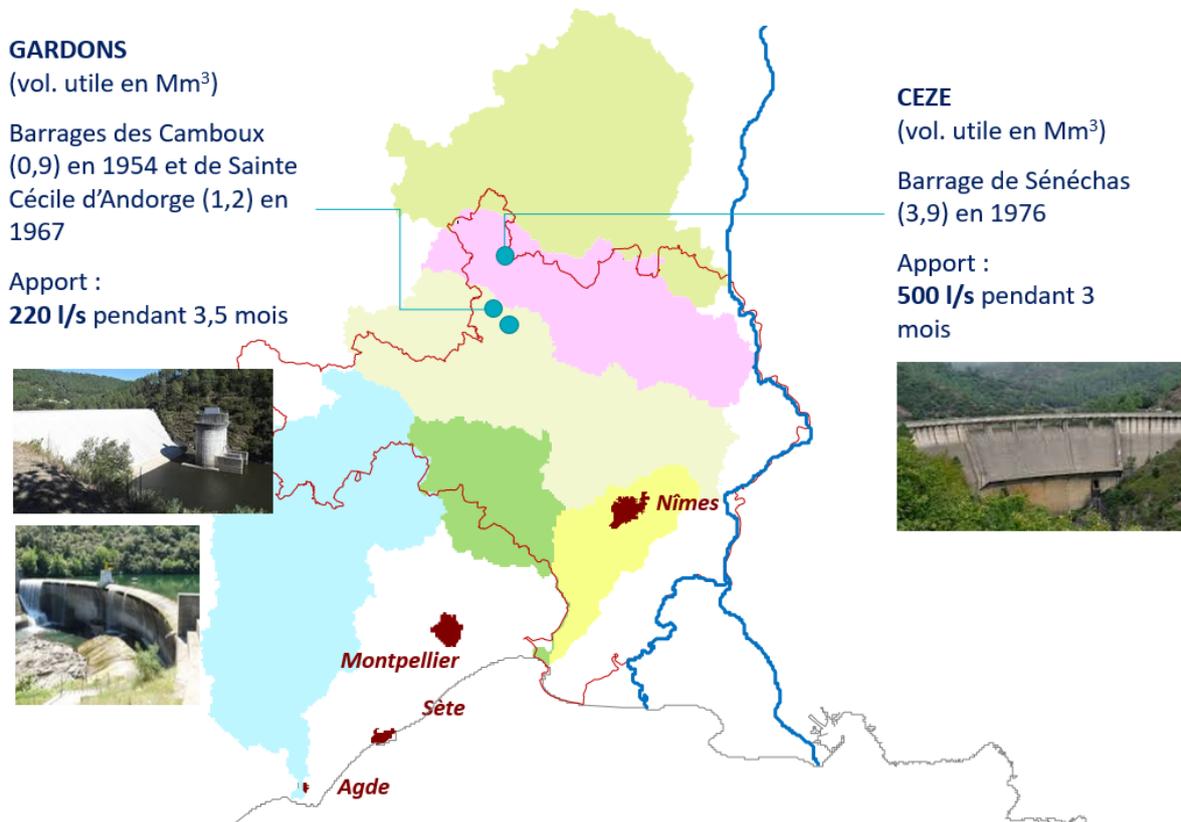
#### RAPPEL DE LA SITUATION ACTUELLE

Les trois barrages départementaux contribuant au soutien d'étiage ont été présentés dans le diagnostic de l'étude « Eau et climat 3.0 » (chapitre 3.2.3). Il s'agit :

- du barrage de Sénéchas, situé sur la Cèze sur les communes du Chambon (Gard) et de Malbosc (Ardèche) ;
- et de deux barrages situés en cascade sur le Gardon d'Alès, dans les communes de Sainte-Cécile-d'Andorge (barrage éponyme) et de Branoux-les-Taillades (Barrage des Camboux).

À eux trois, ils représentent 6 Mm<sup>3</sup> à disposition pour le soutien d'étiage.

Figure 54 : Localisation des 3 barrages du Gard contribuant au soutien d'étiage et volume utile disponible potentiellement pour ce soutien



#### QUEL POTENTIEL SUPPLÉMENTAIRE DE CES BARRAGES ?

Les informations synthétisées ci-après s'appuient sur :

- Des études réalisées dans les dernières années sur ces barrages (BRLi, Etude d'optimisation de la gestion du soutien d'étiage du barrage de Sénéchas, 2013) (BRLi, Plan de gestion concertée des ressources en eau du bassin versant des Gardons, 2011).
- Des échanges dédiés avec le Département du Gard.



## Sénéchas

Une étude d'optimisation de la gestion du soutien d'étiage du barrage de Sénéchas a été réalisée en 2013 par BRLingénierie pour le Conseil Départemental du Gard. L'objectif était d'optimiser et de réglementer clairement la gestion du soutien d'étiage du barrage au regard des dernières connaissances acquises en matière d'hydrologie et d'hydraulique du secteur et en fonction des contraintes liées à la situation géographique de l'ouvrage et à la climatologie de la région.

À l'issue de cette étude, menée en cohérence avec l'étude des Volumes Prélevables du bassin versant de la Cèze, il ressort <sup>38</sup> :

- Un premier constat de base : La situation actuelle permet d'atteindre les objectifs du SDAGE vis-à-vis de la satisfaction des Débits Cibles au point nodal du Pont de Rivières (point « C2 ») au moins 4 années sur 5, ce qui n'est pas le cas dans la situation de référence sans barrage ; ceci augmente néanmoins le risque d'étiage précoce au mois de mai ;
- Une certitude concernant une première option d'optimisation de la gestion avec une restitution estivale plus importante : un lâcher de 600 l/s durant la période de soutien d'étiage de juillet à septembre au lieu de 500 l/s (plus exactement le maximum entre 500 l/s et les apports au barrage) en situation actuelle permettrait d'améliorer significativement la situation actuelle. D'un point de vue réglementaire, la modification du règlement d'eau devrait être simple et rapide étant donné que les impacts sont positifs par rapport à la situation actuelle (compter environ 1 à 2 ans pour l'instruction du dossier par les Services de l'État).
- Une discussion à avoir concernant une seconde option d'optimisation de la gestion avec un remplissage anticipé : La fermeture des pertuis avancée au 1<sup>er</sup> avril permet d'améliorer de manière sensible le soutien d'étiage mais augmente le risque d'étiage précoce en avril. Il est possible de compenser cela en augmentant les lâchers durant la phase de remplissage mais les performances en termes de remplissage du barrage et de soutien d'étiage sont amoindries (légèrement meilleures que dans la situation optimisée avec un lâcher de 600 l/s). D'un point de vue réglementaire, la modification devrait être plus complexe et longue à mettre en œuvre compte tenu qu'il y a un compromis à trouver entre un impact positif avec l'amélioration du soutien d'étiage en été et un impact négatif avec l'augmentation du risque d'étiage précoce au printemps (compter jusqu'à 3 à 5 ans environ pour la concertation avec les acteurs concernés et l'instruction du dossier par les Services de l'État).
- Dans les deux cas, la mise en place d'une courbe de gestion minimale reliant la cote de 243.8mNGF au début du remplissage (1<sup>er</sup> mai ou 1<sup>er</sup> avril selon l'option retenue) et la cote de 235mNGF à la fin du soutien d'étiage (30 septembre) est une proposition intéressante pour éviter l'atteinte de la cote minimale de 235mNGF trop tôt durant la période de soutien d'étiage en cas d'année de grande sécheresse (maintien d'un lâcher minimum par le barrage).

L'adaptation du règlement d'eau afin de pouvoir relâcher plus (**100 l/s supplémentaires sur 3 mois soit 0,8 Mm<sup>3</sup>**) apparaît envisageable. Les études préalables seront à prévoir à l'horizon 2021 pour identifier notamment les impacts sécurité des zones urbanisées situées à l'aval, et les impacts environnementaux). Des réponses devront également être apportées à la question du remplissage tout en maintenant la fonction initiale d'écrêtement des crues.

Les derniers étiages, sévères, ayant nécessité d'allonger le soutien d'étiage jusqu'à début octobre, les opportunités d'augmentation des débits tout comme d'augmentation de la durée du soutien d'étiage apparaissent importantes à approfondir selon l'EPTB AB Cèze.

<sup>38</sup> BRLi. (2013). Etude d'optimisation de la gestion du soutien d'étiage du barrage de Senéchas.



### **Sainte-Cécile d'Andorge**

Une rehausse de la cote du plan d'eau permanent à 252 mNGF (cote de la retenue permanente actuelle : 242 mNGF), entre mars et août où le risque de crue est faible à nul, permettrait de maintenir une fonction d'écrêtement et pourrait porter la capacité de retenue à 5,2 Mm<sup>3</sup> (soit 4,8 Mm<sup>3</sup> exploitables pour le soutien d'étiage). Cela correspondrait à un soutien de 900 l/s pendant 2 mois (ou 600 l/s pendant 3 mois). Le gain par rapport à aujourd'hui serait de **+500 l/s sur 3,5 mois**.

L'intérêt de cette solution a été démontré mais une étude détaillée est nécessaire pour déterminer des règles de gestion qui permettent d'améliorer le soutien d'étiage sans augmenter le risque hydraulique en cas de crues automnales précoces ou printanières tardives. Le coût du projet de rehausse avait été évalué à 7 M€ HT. Il avait été estimé à l'époque que le projet ne serait pas reçu favorablement par les riverains (installations touristiques sur les berges...) (BRLi, Plan de gestion concertée des ressources en eau du bassin versant des Gardons, 2011).

La priorité à l'heure actuelle est la sécurité du barrage qui ne supporterait pas une crue de période de retour 10 000 ans, considérée comme la nouvelle crue de projet. Un projet de sécurisation de l'ouvrage est en cours (15 M€ de travaux d'ici le 31 décembre 2025).

La rehausse du niveau d'eau est ainsi à réfléchir à l'horizon 5-8 ans, après la sécurisation. Le gain par rapport à aujourd'hui pourrait atteindre **+500 l/s sur 3,5 mois (4,5 Mm<sup>3</sup>)**. L'impact sur les activités amont devra être évalué précisément car il sera potentiellement important, en fonction de la rehausse du niveau d'eau. La vallée n'est en effet pas encaissée comme dans le cas du barrage de Sénéchas, et l'extension de la zone inondée pourrait être importante. Un premier niveau d'intervention pourrait être la mise en place d'une vanne secteur au niveau des pertuis (ordre de grandeur du coût associé : 1 à 2 M€, gain en termes de volume à préciser via une étude dédiée).

### **Les Camboux**

Le barrage des Camboux est un barrage-voûte déversant. Il est rempli et aucune capacité de mobilisation supplémentaire n'est identifiée actuellement au regard de la typologie de l'ouvrage et du nécessaire maintien de son rôle d'écrêteur de crue.

Ces évolutions envisageables sur la période 2020-2030 pourraient permettre de fournir plus de **5 Mm<sup>3</sup> additionnels** chaque année **soit environ 600 l/s pendant 3 mois** :

- +500 l/s sur 3,5 mois (4,5 Mm<sup>3</sup>) sur le bassin des Gardons ;
- +100 l/s sur 3 mois (0,8 Mm<sup>3</sup>) sur le bassin de la Cèze.

Les impacts sécurité (sécurité égale) et milieux devront bien sûr être approfondis via des études dédiées avant toute modification.

Une baisse du débit des cours d'eau à l'étiage étant attendue bien que non quantifiée, ces volumes additionnels pourront permettre d'amplifier le soutien apporté par les barrages.

Le volume stocké dans les barrages ne peut cependant permettre de compenser un déficit que sur l'axe réalimenté (remarque particulièrement importante dans le cas de Sénéchas).



## 6.5.2 Barrages – Mobilisation d’autres barrages existants

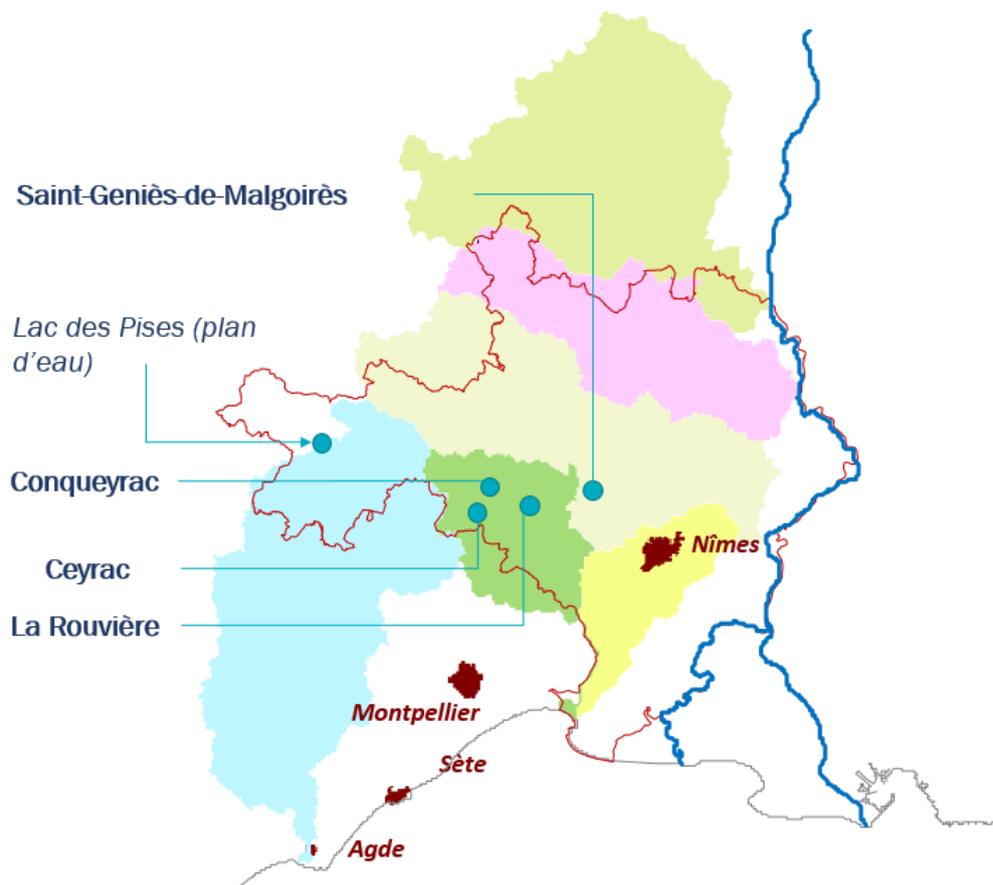
### DE QUELS BARRAGES PARLE-T-ON ?

Au-delà des trois barrages contribuant au soutien d’étiage mentionnés au chapitre précédent, le Gard comporte :

- Quatre barrages écrêteurs de crues :
  - Les barrages de Conqueyrac, Ceyrac et La Rouvière, situés sur le bassin versant du Vidourle ;
  - Le barrage de Saint-Geniès-de-Malgoirès, situé sur le bassin versant des Gardons.
- Un petit barrage de classe C qui forme un plan d’eau : le lac des Pises.

Il existe d’autres barrages dans le département du Gard (par exemple le barrage de Théziers) qui n’ont pas été considérés ici du fait de leur taille réduite.

Figure 55 : Localisation de 4 barrages écrêteurs de crues du Gard et du lac des Pises (plan d’eau)



Source : BRLi (2019)

## QUELLES SONT LES POTENTIALITÉS ASSOCIÉS À CES BARRAGES POUR DU SOUTIEN D'ÉTIAGE ?

Les barrages sur le Vidourle ne présentent pas actuellement de fonction « soutien d'étiage », il s'agit de barrages écrêteurs de crues :

- Deux de ces barrages sont à sec tout le temps au regard de cette fonction, les barrages de **Conqueyrac** (12 Mm<sup>3</sup>) et de **Ceyrac** (7 Mm<sup>3</sup>). Ils disposent de pertuis non vannés<sup>39</sup> en fond de barrage et sont situés en zone karstique perméable. Ils n'apparaissent pas mobilisables pour du stockage.
- Le barrage de **La Rouvière**, pour lequel l'opportunité et la faisabilité du stockage seraient à étudier en plusieurs temps :
  - Évaluer la possibilité de stockage et les volumes mobilisables. Un vannage à partir de la structure existante est envisageable (vannes présentes lors de la mise en eau), avec un ordre de grandeur de 1M€.
  - Statuer sur les pertes karstiques, en évaluant l'efficacité du stockage en fonction du niveau de sollicitation. Des pertes sont d'ores et déjà mises en évidence via un réseau karstique au niveau du barrage, avec une augmentation des flux infiltrés à partir d'une certaine cote.
  - En fonction des résultats, étudier la faisabilité d'une étanchéification (injections dans les réseaux karstiques). Cette évaluation nécessite l'expertise d'un géologue et les coûts, importants, peuvent varier très fortement en fonction des résultats. Les impacts milieu par rapport au fonctionnement des karsts et aux zones humides seraient à préciser à travers une étude dédiée.

Le barrage de **Saint-Geniès-de-Malgoirès** est la propriété de l'EPTB Gardons. C'est un petit barrage écrêteur de crue qui ne dispose pas de plan d'eau permanent (le cours d'eau coule librement, il est parfois à sec). Il ne dispose pas de vannes ni de pertuis. Il ne présente ainsi pas d'opportunité pour du stockage (d'autant plus que la zone est très karstique et que les capacités éventuelles de stockage pourraient être limitées par des pertes).



Le **barrage des Pises**, propriété du Département du Gard, est un petit barrage de classe C situé sur la commune de Dourbies dans le cœur du Parc national des Cévennes, à 1 250 m d'altitude. Il forme un plan d'eau d'un volume de stockage d'environ 314 000 m<sup>3</sup>.

Sur le plan technique ce volume d'eau est mobilisable mais des contraintes environnementales sont identifiées (intérêt écologique, situation en cœur de Parc national). La sécurisation du barrage ainsi que l'élaboration d'un plan de gestion du site sont en cours.

Un projet de réhausse mobile au droit du déversoir pourrait être envisagé. Il nécessiterait une étude de faisabilité dédiée.

À première vue, le potentiel de mobilisation des barrages étudiés ne présentant actuellement pas de fonction « soutien d'étiage » apparaît faible voire nul. Des études complémentaires seraient nécessaires pour affiner l'analyse concernant le barrage de la Rouvière.

<sup>39</sup> Les pertuis étaient vannés lors de la mise en eau. La structure existe donc et un rééquipement est envisageable.



### 6.5.3 Barrages – Création de nouveaux barrages

La construction de nouveaux barrages pourrait être envisagée pour contribuer à renforcer le soutien d'étiage, dans un contexte de baisse des débits des cours d'eau, voire répondre à de nouveaux besoins.

Il apparaît, en effet, techniquement intéressant de stocker « l'eau qui passe » pour le soutien d'étiage et répondre à de nouveaux besoins. Cette solution est notamment plébiscitée par une partie de la profession agricole dans la Gardonnenque et plusieurs élus l'ont évoquée lors des ateliers de concertation tenus en fin de diagnostic.

#### EXISTE-T-IL DES SITES POTENTIELS IDENTIFIÉS ?

Le Schéma directeur d'aménagements pour la prévention des inondations dans le département du Gard (SDAPI) de 2006 a été étudié<sup>40</sup>. Il identifie des sites potentiels pour de nouveaux barrages. L'optique est cependant différente : il s'agit de prévenir les crues et non de stocker de l'eau. Les sites envisagés sont ainsi nombreux mais concernent majoritairement de « petits » volumes et ne sont, dans l'ensemble, pas adaptés pour du stockage.

Des projets de barrage ont par ailleurs existé sur les principaux bassins versants du territoire. Il s'agit de projets auxquels les territoires ont répondu par la négative ou ne sont pas favorables.

On peut citer notamment :

- Sur le bassin versant des Gardons, le projet du barrage de la Borie, à proximité du hameau de Falguières.

Suite aux inondations catastrophiques de septembre 1958 (38 morts), le Conseil Général du Gard élabora un schéma global d'aménagement hydraulique destiné à mieux protéger les basses vallées du Vidourle, de la Cèze et des Gardons contre les crues. L'édification de trois nouveaux barrages écrêteurs de crues dans les hautes vallées des Gardons est également prévue pour compléter le dispositif existant. C'est ainsi que le projet de la Borie, qui devait assurer également une régulation inter saisonnière pour accroître - en période d'étiage - le débit du Gardon et donc la ressource disponible dans la plaine, vit progressivement le jour dans les années 1960-70 (caractéristiques techniques : 25 Mm<sup>3</sup>, 46 m de haut et 210 m de large, retenue de 8,5 km de long ; coût prévisionnel : 228 millions de francs HT). À partir de 1980, le projet de barrage fit l'objet d'une très forte opposition, avec un retentissement national, opposition qui aboutit à l'abandon du projet en 1992<sup>41</sup>.

Au-delà de la Borie il a également existé des projets sur le Gardon de Saint-Jean et sur le Galeizon.

- Sur le bassin de la Cèze également, des sites avaient été identifiés en 1999 :
  - Sur la Ganière, au niveau du Pont du Martinet sur les communes de Malbosc et de Banne en Ardèche) : le volume utile du projet était de 1Mm<sup>3</sup>, avec un débit restitué potentiel estimé à 145 l/s. L'intérêt était jugé incertain du fait d'échange avec le milieu karstique dans la partie aval).
  - Et sur l'Auzonnet (aménagement de la D59 qui serait submergée sur 100 mètres) : le soutien d'étiage potentiel était estimé à 40 l/s.

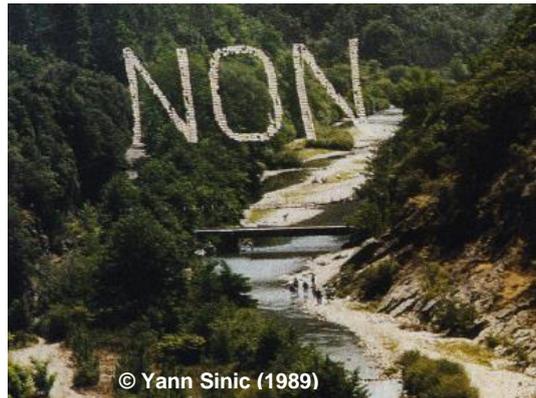
Dans les deux cas, le rendement économique était jugé très inférieur à celui de retenues collinaires et le rapport conclut que « la création de nouvelles retenues ne semble pas constituer une solution appropriée au soutien des étiages »<sup>42</sup> (SAFEGE, 1999).

<sup>40</sup> ISL. (2005-2006). *Schéma directeur d'aménagements pour la prévention des inondations dans le département du Gard*

<sup>41</sup> Clavairolle, F. (2011). *La Borie sauvée des eaux - Ethnologie d'une émotion patrimoniale*

<sup>42</sup> SAFEGE. (1999). *Etude préalable à la gestion et au soutien des étiages de la Cèze*

Figure 56 : Opposition au projet de la Borie (1980-1992)



Source : carte postale éditée par le Collectif de protection des vallées cévenoles

## CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

Plusieurs contraintes et points d'attention ont été soulevés sur ce sujet lors des différentes réunions de l'étude « Eau et climat 3.0 » :

- Une forte opposition sociale historique aux barrages (cf. projet de la Borie) ;
- Des impacts environnementaux importants associés à la création de tels ouvrages et des liens avec les karsts à prendre en compte ;
- Une question d'équité territoriale posée en matière d'acceptabilité sociale car le projet serait réalisé dans les Cévennes pour fournir de l'eau à la plaine ;
- Un relatif éloignement des sites à la demande qui impliquerait potentiellement des infrastructures d'adduction de plusieurs dizaines de kilomètres ;
- Une gestion complexe de ces ouvrages;
- Un coût important, très variable en fonction de la topographie (qui a des conséquences sur les dimensions géométriques du barrage par rapport à l'objectif de volume stocké) et de la géologie du site (qui conditionne la typologie du barrage et les matériaux mobilisés pour sa construction). Un ordre de grandeur raisonnable pour la création d'un nouveau barrage peut être estimé entre 20 et 50 M€ (les coûts d'exploitations annuels représentent environ 3% du montant de l'investissement).

L'édification de nouveaux barrages pour soutenir les étiages ou répondre à de nouveaux besoins divise, hier comme aujourd'hui. La demande existe et des sites potentiels sont identifiés. Les enjeux environnementaux et l'acceptabilité sociale apparaissent cependant majeurs et ne permettent pas de considérer la création de nouveaux barrages comme une réelle solution à court / moyen terme. Les perspectives d'un changement radical du climat et de l'hydrologie en étiage conduisent toutefois à laisser ouverte la possibilité de reconsidérer de telles solutions à plus long terme.



## 6.6 TROIS « GRANDES » OPTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU À COMPARER LOCALEMENT

### 6.6.1 Vision globale des trois « grandes » options techniques d'accès à l'eau

L'analyse met en évidence trois « grandes » options pour mobiliser de nouvelles ressources :

- Retenir l'eau qui descend des montagnes et la pluie : **stockage**
- Faire venir l'eau qui tangente le territoire : **adduction depuis le Rhône ou un canal du RHR**
- Panser l'eau qui est « sous nos pieds » : **forage (eaux souterraines)**

Le tableau suivant propose une comparaison synthétique de ces trois options.

Tableau 23 : Comparaison globale des « grandes » options techniques d'accès à l'eau

OPTION	FAISABILITÉ TECHNIQUE	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX	ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS À L'HECTARE (INVESTISSEMENT)	ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS ÉNERGÉTIQUES ANNUELS	CONCLUSION
<b>Forages (eaux souterraines)</b>	En moyenne 20 0m de profondeur. Pas de garantie de trouver de l'eau quand on fait un forage	Impacts potentiellement forts des prélèvements sur les débits des cours d'eau : à préciser selon les zones (pourcentage de réduction des débits et pas de temps)  Priorité AEP pour la mobilisation des eaux souterraines	Entre 7 000 et 14 000 €/ha (10 000 €/ha en moyenne)	1300 kWh/ha (100 €/ha) en moyenne	Un schéma de mobilisation des eaux souterraines qui combinerait les solutions aujourd'hui jugées comme incertaines et celles proposées comme envisageables permettrait de satisfaire un besoin cumulé au mieux de l'ordre de 20 Mm <sup>3</sup> /an (100 à 120 ouvrages pour un investissement compris entre 10 et 16 M€ pour les seuls forages).  Un tel schéma peut être jugé comme ambitieux ou optimiste. Il est plus raisonnable d'envisager une mobilisation de seulement 20% des besoins exprimés pour les solutions incertaines et de 80 % pour celles que l'on juge aujourd'hui envisageables. Soit une satisfaction des besoins estimés à environ 8 Mm <sup>3</sup> /an.
<b>Extensions RHR (Rhône)</b>	Distance et hauteur manométrique totale importantes selon l'éloignement au Rhône	Impacts à anticiper selon le tracé des conduites structurantes  Capacité du Rhône à fournir les nouvelles demandes (impact cumulatif à l'échelle du bassin à considérer et à croiser avec les perspectives d'évolution des débits du Rhône sous l'impact du changement climatique)  Coût énergétique croissant avec l'éloignement au Rhône	Entre 20 000 et 40 000 €/ha selon la proximité au Rhône (30 000 €/ha en moyenne)	1 600 kWh/ha (130 €/ha) en moyenne	Le coût de cette solution externe est plus élevé que celui des solutions internes mais la ressource n'apparaît pas limitante à ce jour, dans la gamme des débits de prélèvements, envisagés et dans la connaissance actuelle des autres projets à l'échelle du bassin du Rhône, ceci même en intégrant une baisse possible de 30% des débits du Rhône. Elle ne peut cependant pas répondre raisonnablement aux besoins trop éloignés (Cévennes et Piémonts).  Les analyses montrent que le coût varie davantage en fonction de l'éloignement des parcelles desservies (longueur des tuyaux) qu'en fonction du nombre de parcelles desservies (dimensionnement par rapport au besoin) : ainsi, si le choix est fait d'une extension structurante du réseau, il apparaît financièrement plus intéressant de raccorder le maximum de surfaces afin de répartir le coût d'investissement.
<b>Retenues (ressources locales)</b>	2 capacités types étudiées : 50 000 m <sup>3</sup> et 500 000 m <sup>3</sup> Capacité de remplissage à préciser localement (risque de maladaptation à anticiper) Étude en cours sur le bassin versant des Gardons (portée par l'EPTB Gardons)	Surfaces de retenues importantes au regard des volumes (consommation d'espace, paysage...)  Acceptabilité sociale variable : besoin de sens et de concertation	Entre 20 000 et 40 000 €/ha selon la taille de la retenue	360 kWh/ha (30 €/ha) en moyenne	Les connaissances disponibles à ce jour ne permettent pas de proposer des solutions d'ensemble impliquant des retenues. De grands ordres de grandeurs peuvent cependant être proposés.  Pour le territoire des Cévennes où les besoins sont réduits et les autres solutions peu adaptées, les retenues de petits volumes constituent une solution tout à fait pertinente à condition de vérifier la compatibilité des projets avec l'hydraulicité des cours d'eau à mobiliser pendant les périodes de remplissage.



## QUELS COÛTS ÉNERGÉTIQUES DE CES SOLUTIONS À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE ?

La définition des coûts énergétiques de ces trois solutions s'appuie sur deux paramètres :

- Le coût pour relever 1m<sup>3</sup> d'eau de 1m en intégrant le rendement global du système de pompage ;
- La hauteur manométrique totale (HMT) associée à la solution étudiée.

Le calcul du coût pour relever 1m<sup>3</sup> d'eau de 1m en intégrant le rendement s'appuie sur les données et hypothèses suivantes :

PARAMÈTRE	VALEUR
Énergie nécessaire pour relever 1 m <sup>3</sup> de 1 m sans prise en compte du rendement (en kWh)	0,0027
Rendement global du relevage	0,63
Énergie nécessaire pour relever 1m <sup>3</sup> de 1m en intégrant le rendement (en kWh)	0,0043
Coût moyen du kWh (€/kWh) <sup>43</sup>	0,080
Coût pour relever 1m <sup>3</sup> d'eau de 1m avec rendement (€)	0,00035

En ce qui concerne la HMT, les hypothèses suivantes ont été prises :

SOLUTION	HMT
Forages pour mobilisation des eaux souterraines	Profondeur du forage + 50m (pertes de charge)
Retenues d'eau	50m
Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du RHR	Différence d'altitude entre la ressource/le canal et la demande (altitude moyenne de la poche de vignes considérée par exemple) + 5m/km (pertes de charge)

La figure suivante permet de visualiser cette notion de HMT (comparaison entre la solution forage et la solution « RHR »). Dans cet exemple, la HMT est de 250 m dans les deux cas.

Figure 57 : Visualisation de la notion de hauteur manométrique totale – Exemple sur la zone Garrigues



Source : BRLi (2019), profil altimétrique réalisé sous Google Earth

<sup>43</sup> <https://e-rse.net/co2-kwh-electricite-france-mix-electrique-271675/#gs.8ty5ss>

Si l'on considère des situations moyennes sur les territoires gardois considérés dans l'approche, on peut estimer comme suit les ordres de grandeur des coûts énergétiques pour irriguer 1 ha de vigne :

Tableau 24 : Comparaison des coûts énergétiques annuels moyens des trois « grandes » solutions techniques d'accès à l'eau

SOLUTION	ÉNERGIE MOYENNE NÉCESSAIRE PAR AN POUR IRRIGUER 1 HA DE VIGNE DANS LE GARD	COÛT ANNUEL ASSOCIÉ
Forages pour mobilisation des eaux souterraines	1300 kWh/ha	100 €/ha
Retenues d'eau	360 kWh/ha	30 €/ha
Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du RHR	1 600 kWh/ha	130 €/ha

## QUELS COÛTS CARBONE DE CES SOLUTIONS À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE ?

Dans le cadre d'une étude « Eau et climat », il apparaît important de considérer l'empreinte carbone des principales solutions techniques envisagées. En effet, l'objectif est d'identifier des solutions pertinentes pour l'adaptation au changement climatique, tout en s'inscrivant dans une démarche globale d'atténuation ou de limitation du processus. Le « coût / bénéfice » des solutions envisagées mérite ainsi d'être évalué sur le plan de l'empreinte carbone.

### Préalable : quelques ordres de grandeurs

Un déplacement en voiture en Europe	0,120 kg CO <sub>2</sub> /km
La quantité de CO <sub>2</sub> émis par kWh d'électricité en France	entre 50 et 80 gCO <sub>2</sub> /kWh (source : OCDE)
Les émissions de CO <sub>2</sub> liées à 1 ha de vigne, pour l'ensemble de la filière et avec une hypothèse de rendement à 50 hl/ha	7 500 kg CO <sub>2</sub> /ha <sup>44</sup> .

### Empreinte carbone liée à la consommation d'énergie

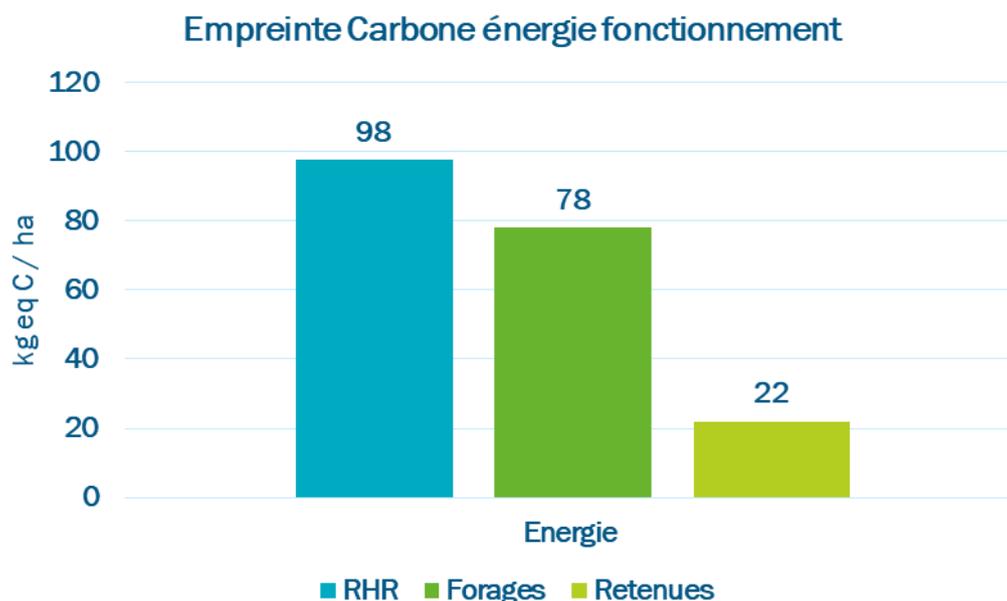
Les émissions de carbone liées à la consommation d'énergie pour le fonctionnement de l'adduction d'eau pour l'irrigation d'un ha de vigne représentent **entre 20 et 100 kg CO<sub>2</sub>/an/ha de vigne** (en fonction du type de ressource mobilisée, cf. figure suivante). Ceci équivaut à **200 à 650 km en voiture (pour une personne à bord) et à moins de 1,5 % du bilan carbone d'un hectare de vigne (qui équivaut à environ 60 000 km en voiture dans les mêmes hypothèses d'une seule personne dans le véhicule)**.

Ces calculs ont été réalisés à partir des consommations énergétiques présentés au paragraphe précédent et en considérant des émissions de CO<sub>2</sub> de 0,60 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

<sup>44</sup> Source : 150 kg/hl d'après le diaporama de BILAN CARBONE® (diapositive 13) « De la vigne à la bouteille » par Sébastien KERNER, Institut Français de la Vigne et du Vin, ENTAV –ITV France Epernay



Figure 58 : Empreinte carbone de la consommation énergétique en fonctionnement pour les trois « grandes » solutions d'accès à l'eau



### **Empreinte carbone liée aux matériaux**

Le calcul conduit à un ordre de grandeur de 4 à 8 tonnes équivalent Carbone émises par hectare pour la fourniture des canalisations (hypothèse fonte ductile), soit un ordre de grandeur d'une à deux année(s) d'émission moyenne pour un ha de vigne pour l'ensemble de la filière et avec une hypothèse de rendement à 50 hl/ha (cf. référence citée plus haut).

### **Empreinte carbone liée au transport et à la fin de vie des matériaux**

Au regard de l'échelle de l'étude, l'empreinte liée au transport et à la fin de vie des matériaux n'apparaît pas calculable à ce stade.



## 6.6.2 Forages pour mobilisation des eaux souterraines

### LES INFORMATIONS QUE NOUS APPORTONS

Dans le cadre du schéma départemental, nous proposons un avis sommaire sur les potentialités de mobilisation des ressources souterraines par secteurs géographiques, au regard des besoins identifiés en phases 1 et 2.

Nous avons apporté des éléments de réponses aux interrogations suivantes :

- Quels sont les volumes d'eaux souterraines mobilisables, tout en respectant les contraintes actuelles, notamment en termes de respect des objectifs de débits d'étiage des cours d'eau ?
- Dans quels secteurs géographiques ? À partir de quels grands aquifères ?
- Avec combien de forages et pour quel débit par forage ? À quelle profondeur et avec quelles contraintes d'exploitation ?

Notre ambition est donc de proposer un premier avis sur la disponibilité des eaux souterraines, avec les arguments suivants :

- Présence des nappes susceptibles de répondre aux besoins identifiés à l'horizon 2050 ;
- Rappel des principaux exutoires de ces nappes et avis sur l'impact potentiel sur les eaux superficielles de futurs prélèvements ;
- Estimation de la capacité de satisfaire les besoins futurs en termes de bonne gestion patrimoniale, en confrontant le besoin annuel et la recharge annuelle estimée ;
- Avis sur le niveau de productivité que l'on peut attendre d'éventuels captages par forages. En effet, selon les paramètres hydrodynamiques des aquifères, les ouvrages de captage auront une certaine capacité à produire un débit instantané, ce qui va conditionner le schéma de mobilisation des eaux souterraines (nombre de forages) ;
- Estimation des coûts d'investissement : Quelles études ? Combien de forages en reconnaissance ? Quels seront les besoins de suivis environnementaux ?

### LES INFORMATIONS QUE NOUS N'APPORTONS PAS

Il est entendu que le niveau d'information des éléments présentés dans cette étude est relatif à la définition de grandes orientations utiles pour un schéma de mobilisation des eaux brutes à l'échelle départementale.

Au vu de la superficie du territoire et des objectifs de l'étude, il n'est pas possible de proposer des éléments de détails comme, par exemple :

- Des localisations précises d'ouvrages de reconnaissance ou d'exploitation. Toute option de mobilisation des eaux souterraines jugée intéressante par la puissance publique devra faire l'objet d'une étude hydrogéologique de détail qui devra préciser le schéma de mobilisation des eaux souterraines et valider les hypothèses présentées dans ce rapport.
- Des coûts précis pour ces scénarios. Sans implantation précise des ouvrages, il n'est pas possible de déterminer précisément les profondeurs des ouvrages et des niveaux de nappe qui vont conditionner le coût des forages. Les montants donnés ici sont donc des estimations peu précises, à considérer avec prudence.

De plus, certaines hypothèses de mobilisation des eaux souterraines peuvent faire face à des difficultés d'ordre réglementaire. En particulier, **soulignons que presque toute mobilisation des eaux souterraines a potentiellement des impacts sur les eaux superficielles** ; il sera nécessaire et indispensable de réaliser préalablement à toute mobilisation d'eaux souterraines des études techniques approfondies pour bien appréhender les impacts attendus sur les eaux superficielles.



## QUELS BESOINS POURRAIENT ÊTRE SATISFAITS PAR LES EAUX SOUTERRAINES ?

Le diagnostic proposé en phases 1 et 2 de l'étude a permis de montrer que l'on peut chercher à satisfaire de « nouveaux » besoins par des nouveaux prélèvements dans les eaux souterraines. Ces « nouveaux » besoins correspondent soit à une augmentation des besoins d'alimentation en eau potable, soit à des besoins « nouveaux » d'eau pour l'irrigation. Satisfaire ces nouveaux besoins par le prélèvement d'eaux souterraines présente une certaine logique de par les avantages de ce type de prélèvements avec respectivement des eaux de bonne qualité facilement protégeable pour l'AEP et des eaux que l'on peut mobiliser à proximité des territoires à irriguer pour l'agriculture.

**Au regard des besoins en eau rappelés au chapitre 4.1, l'analyse du potentiel de mobilisation des eaux souterraines a été principalement étudié sur la base des besoins potentiels d'irrigation de 80 % des surfaces en vignes non irriguées aujourd'hui. Il s'agit d'une vision maximaliste visant à fournir des éléments d'aides à la décision aux décideurs et à leurs partenaires. Le potentiel estimé pourra cependant :**

- Ne pas être mobilisé intégralement, en fonction de la stratégie finalement retenue et de sa déclinaison locale ;
- Être mobilisé pour l'usage AEP, d'autres usages d'irrigation ou du multi-usages, en fonction de la stratégie qui sera retenue par le territoire, et d'études complémentaires locales.

**Dans tous les cas, il est évident, mais cela mérite d'être rappelé, que les usages pour l'AEP resteront prioritaires sur les usages d'irrigation et que la satisfaction de ces derniers ne pourra en aucun cas mettre en péril la satisfaction des usages AEP, actuels ou futurs.**

Le tableau ci-après rappelle la distribution de ces besoins potentiels selon les zones viticoles définies pour l'étude : zone Garrigues, zone Ardèche/Cèze et zone Piémont. Pour plus de lisibilité, nous proposons aussi des regroupements de ces sous-zones par secteurs géographiques.

Au global, les besoins potentiels d'irrigation de la vigne peuvent être qualifiés d'importants avec un volume moyen annuel à mobiliser de l'ordre de 26 Mm<sup>3</sup>/an et un débit de pointe estimé à environ 7,4 m<sup>3</sup>/s.

Figure 59 : Besoins potentiels pour une irrigation de 80% des surfaces en vigne actuellement non irriguées en 2050

	Surface non irrigable en 2019	Surface pour scénario 80 % irrigable	Secteurs géographiques	Surface pour scénario 80 % irrigable	Besoins		Identifiant des sous-zones de vignes
	ha	ha		ha	Mm <sup>3</sup> /an	Q pointe (m <sup>3</sup> /s)	
<b>Zone Garrigues</b>	12 400	9 920	BV Gardon d'Anduze	3 520	4,2	1,17	G3, G4, G5 et G6
			BV Droude	640	0,8	0,21	G10
			Bassin de Saint Chaptès	2 960	3,6	0,99	G8, G9, G17 et G18
			BV Braune	960	1,2	0,32	G1, G2 et G7
			Uzège	1 840	2,2	0,61	G11, G12, G13, G14, G15 et G16
<b>Zone Ardèche - Cèze</b>	14 100	11 280	Bassin de Pujaut	3 040	3,6	1,01	C2, C3, C5, C6, C7 et C8
			Bas du BV Cèze	5 600	6,7	1,87	A1, A2, A3, C1, C4, C12, C13 et C14
			BV Tave	2 640	3,2	0,88	C9, C10 et C11
<b>Zone Piémonts</b>	1 100	840	Piémonts	840	1,0	0,28	P1 et P2
<b>TOTAL</b>	<b>27 600</b>	<b>22 040</b>		<b>22 040</b>	<b>26</b>	<b>7,35</b>	

Source : Hydrofis (2020)



## QUEL EST LE POTENTIEL DE MOBILISATION DES EAUX SOUTERRAINES POUR RÉPONDRE AUX BESOINS 2050 ?

Dans le cadre de la présente étude « Eau et climat 3.0 », nous proposons ici une analyse par secteur géographique des capacités des grandes unités aquifères à satisfaire les besoins identifiés pour 2050. Ce choix s'explique par un bon recouvrement spatial entre secteurs géographiques et grandes unités hydrogéologiques dans le département.

### Besoins AEP - Cas de l'Agglomération d'Alès

Concernant l'augmentation du besoin en eau potable pour l'Agglomération d'Alès, au vu de l'enjeu quantitatif (environ 40 l/s), **il est possible d'envisager une augmentation des prélèvements sur les champs captants de Dauthunes et Plantiers** qui prélèvent des eaux dans l'aquifère karstique liasique en relation avec le Gardon.

Une étude récente portée par l'EPTB Gardons a montré que tout prélèvement dans cet aquifère impacte le débit de la rivière entre les points de prélèvement et le rejet de la station d'épuration d'Alès. Ceci étant, le débit-cible de gestion en juillet / août fixé par l'Étude des Volumes Prélevables est de 330 l/s à Alès alors que le débit mensuel observé lors des étiages sévères (1 année sur 5) est de l'ordre de 450 l/s. Il faut cependant être très prudent : les incertitudes associées à la station hydrométrique d'Alès sont élevées et, plus à l'aval le DOE à Ners n'est pas atteint. La notion de solidarité amont-aval mise en avant dans le PGRE Gardons induit que la marge de manœuvre au niveau du point nodal intermédiaire d'Alès est donc réduite.

### Besoins pour l'irrigation de la vigne

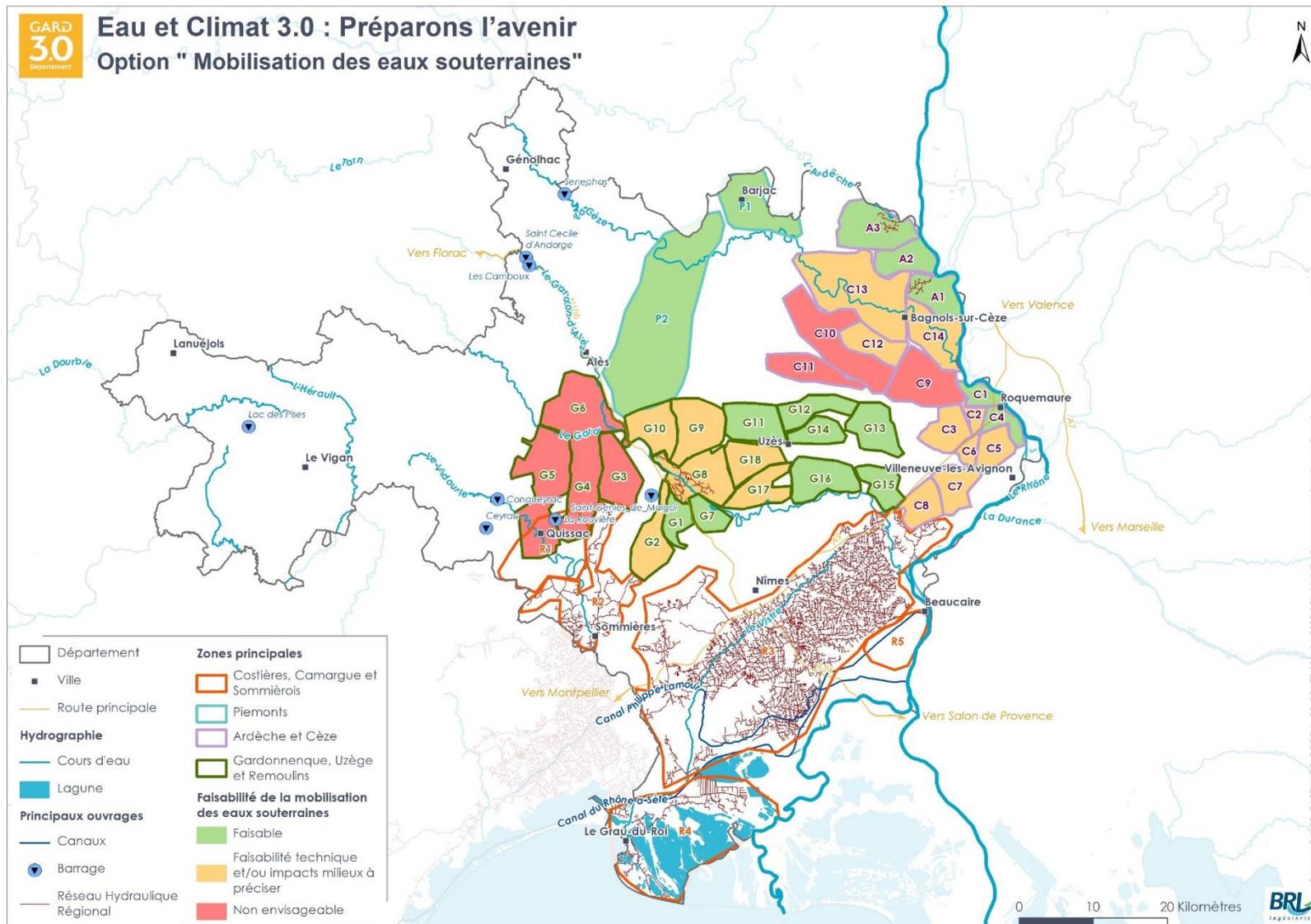
Concernant les besoins d'irrigation de la vigne, le tableau et la carte ci-après propose une vision synthétique des besoins susceptibles ou non d'être satisfaits par des prélèvements dans les eaux souterraines.

Tableau 25 : Synthèse des capacités à irriguer la vigne à partir d'une mobilisation des eaux souterraines

	Surface non irrigable en 2019	Surface pour scénario 80 %	Part de la surface pouvant être satisfaite potentiellement par des eaux souterraines						Différence		Volume associé au scénario (vert+orange)
			vert (ha)			orange (ha)			ha		
			ha	%	Mm3	ha	%	Mm3	ha	%	
Zone Garrigues	12 400	9 920	2 800	28%	3,4	3 600	36%	4,3	3 520	35%	7,7
Zone Ardèche - Cèze	14 100	11 280	2 240	20%	2,7	6 400	57%	7,7	2 640	23%	10,4
Zone Piémonts	1 100	880	880	100%	1,1	-	0%	0,0	-	0%	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>27 600</b>	<b>22 080</b>	<b>5 920</b>	<b>27%</b>	<b>7,1</b>	<b>10 000</b>	<b>45%</b>	<b>12,0</b>	<b>6 160</b>	<b>28%</b>	<b>19,1</b>

■ Faisable ■ Faisabilité technique et/ou impacts milieux à préciser ■ Non envisageable

Figure 60 : Carte de synthèse des capacités à irriguer la vigne à partir d'une mobilisation des eaux souterraines





Les expertises hydrogéologiques permettent de classer les sous-zones selon la typologie suivante :

- **Absence de solutions par prélèvements d'eaux souterraines.** Les ressources sont en quantité insuffisante au regard des besoins identifiés.

Dans le tableau et sur la carte, ces sous-zones sont affectées de la couleur rouge. Cette absence de solutions de mobilisation des eaux souterraines concerne deux secteurs géographiques : le bassin versant du Gardon d'Anduze (pas assez de ressources en eau souterraine au regard de besoins identifiés) et le bassin versant de la Tave (relation forte entre eaux souterraines et eaux de surface avec des débits d'étiage sévères pour la Tave en période estivale). Au global, cela représente un besoin « non satisfait » de l'ordre de 7 Mm<sup>3</sup>/an.

- **Possibilité d'une solution par prélèvements d'eaux souterraines mais faisabilité technique complexe ou risque fort d'impact sur les eaux de surface au regard des volumes en jeu.**

Ces solutions nécessiteront des études techniques très approfondies et des arbitrages réglementaires complexes au regard de l'ambition global portée par la Directive Cadre sur l'Eau. On peut les juger aujourd'hui comme incertaines. Dans le tableau et sur la carte, ces sous-zones sont affectées de la couleur orange. Ces solutions jugées comme incertaines concernent la mobilisation des eaux souterraines qui contribuent (1) de façon certaine au débit d'étiage du Gardon à la Baume (calcaires du Lutétien et système karstique du bassin de Saint Chaptès), (2) de façon plus hypothétique à tous les hydrosystèmes superficiels aujourd'hui en eau l'été dans le bassin de Pujaut ou la partie basse du bassin versant de la Cèze. Au global, cela représente un besoin difficile à satisfaire de l'ordre de 13,6 Mm<sup>3</sup>/an. Au vu des difficultés techniques et réglementaires à mobiliser ces ressources, il est possible et probable qu'une partie seulement du besoin identifié puisse être satisfait par la sollicitation des eaux souterraines.

- **Possibilité d'une solution par prélèvements d'eaux souterraines avec *a priori* des contraintes techniques et réglementaires acceptables.**

On peut juger ces solutions techniques comme aujourd'hui envisageables, sous réserve d'une confirmation par des études dédiées plus approfondies. Dans le tableau et sur la carte, ces sous-zones sont affectées de la couleur verte. Les volumes en jeu sont de l'ordre de 6,6 Mm<sup>3</sup>/an et pourraient être prélevés dans les aquifères suivants : système urgonien drainé par la Cèze, système urgonien du Bois de Lens, molasses miocènes, alluvions du Rhône et de la Cèze. Insistons toutefois sur l'existence de difficultés techniques et réglementaires à mobiliser ces ressources ; il est possible qu'une partie seulement du besoin identifié puisse être satisfait par la sollicitation de ces eaux souterraines.

Le tableau ci-dessous présente les informations complémentaires suivantes, par secteurs géographiques et aquifères cibles :

- Volumes théoriques à mobiliser ;
- Réserves d'ordre environnementales (respect des exigences de débits objectifs d'étiage) ;
- Coûts estimatifs en termes d'investissement ;
- Distances potentielles entre les ouvrages de production et les zones d'irrigation ;
- Hauteurs manométriques totales (HMT), qui traduisent la profondeur attendue des nappes.

Tableau 26 : Synthèse de l'analyse du potentiel de mobilisation des eaux souterraines pour répondre aux besoins additionnels 2050 pour l'irrigation de la vigne (scénario 80 %)

Secteurs	Aquifères cible	Paramètres techniques					Coûts d'investissement		Energie (€/an)	Réserves environnementales
		Surface en vigne non irrigable 2019 équipée dans le scénario 80 %	Volume à mobiliser (Mm3/an)	Nb forages exploitation	Distance forage/vignes	HMT	Investissement total : mobilisation, adduction et distribution (M€)	Ratio investissement à l'hectare - MOYENNE (€/ha)		
G3, G4, G5, G6	Sans	3 520	4,2							
C9, C10, C11	Sans	2 640	3,2							
G10	Calcaires du Lutétien du bassin de St Chaptès	640	0,8	8	1 à 5 km	100-200 m	Environ 7 M€	11 000	66 000	Impact potentiel sur la Droude
G8, G9, G17 et G18	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment aval	2 960	3,6	5 à 12	1 à 8 km	200-600 m	Entre 28 et 33 M€	10 000	553 000	Obligation de révision du DOE pour de tels prélèvements (- 30%). Satisfaction de 40 à 100% des objectifs selon la diffusivité du système karstique
G1, G2 et G7	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment annexe du Bois de Lens	960	1,2	4	1 à 8 km	100-200 m	Environ 13 M€	13 000	100 000	Risque d'improductivité en période estivale (fort battement piézométrique) et conflit potentiel avec forage AEP de St Geniès-de-Malgoirès
G11, G12, G13, G14, G15 et G16	Molasses miocènes et séries du Cénomanién	1 840	2,2	30	Distribution locale	100 m	Entre 18 et 19 M€	10 000	114 000	Impact potentiel sur l'Alzon ; risque de conflits d'usage
A1, A2, A3, C1, C4,	Alluvions du Rhône et de l'Ardèche	2 240	2,7	10	1 à 4 km	< 20 m	Environ 16 M€	7 000	65 000	Eviter les éventuels conflits d'usage
C2, C3, C5, C6, C7, C8	Massifs karstiques urgoniens de Malmont et des Angles	3 040	3,6	10	1 à 4 km	200-300 m	Environ 21 M€	7 000	441 000	Impact potentiel sur les hydro systèmes superficiels du bassin de Pujaut
C12, C13, C14	Séries aquifères du Crétacé supérieur dans la vallée de la Cèze	3 360	4,0	40	Distribution locale	100 m	Environ 41 M€	10 000	264 000	Impact certain sur les hydro systèmes superficiels du BV Cèze
P1 et P2	Aquifères karstiques urgoniens au Sud du bassin d'Alès (secteur de Barjac)	880	1,1	2	1 à 10 km	200-300 m	Entre 11 et 12 M€	14 000	122 000	Impact certain sur les débits de la Cèze entre la confluence avec l'Auzonnet et les sources de Font Canet
	<b>TOTAL (orange + vert)</b>	<b>Environ 17 000 ha</b>	<b>Environ 20 Mm3/an</b>	<b>Entre 100 et 120 forages</b>			<b>Entre 155 et 161 M€</b>	<b>10 000</b>	<b>1 725 000</b>	

Source : Hydrofis et BRLi (2020)





On peut constater qu'un schéma de mobilisation des eaux souterraines qui combinerait les solutions aujourd'hui jugées comme incertaines et celles proposées comme envisageables permettrait de satisfaire un besoin cumulé au mieux de l'ordre de 20 Mm<sup>3</sup>/an. Une telle mobilisation nécessiterait la réalisation de 100 à 120 ouvrages d'exploitation pour un investissement compris entre 10 et 16 millions d'euros pour la seule mise en place des ouvrages de production.

**Un tel schéma peut être jugé comme ambitieux ou optimiste. Il est plus raisonnable d'envisager une mobilisation de seulement 20 % des besoins exprimés pour les solutions incertaines et de 80 % pour celles que l'on juge aujourd'hui envisageables. Soit un potentiel pour satisfaire de nouveaux besoins estimés à 8 Mm<sup>3</sup>/an.**

Les analyses hydrogéologiques détaillées par secteur (dont contraintes environnementales et techniques spécifiques) sont présentées en annexe du rapport, ainsi que les hypothèses retenues pour l'estimation des coûts.

Plusieurs études de caractérisation du fonctionnement d'aquifères locaux sont en cours ou en préparation à l'échelle des bassins versants (cf. chapitre 5.1 du présent rapport) : elles contribueront à préciser ce potentiel de mobilisation des eaux souterraines.



## 6.6.3 Retenues d'eau

### DE QUELS TYPES DE RETENUES PARLE-T-ON ?

#### Cas général étudié :

- Des retenues de 500 000 m<sup>3</sup> prévues pour environ 25 exploitations viticoles
- Des « bassines » de 50 000 m<sup>3</sup> prévues pour 2-3 exploitations viticoles



#### Cas particulier des Cévennes :

- Des retenues plus petites pour les oignons doux : 2 000 m<sup>3</sup>
- Des citernes souples pour la récupération d'eau pluviale pour l'abreuvement et le maraîchage (200-800 m<sup>3</sup>)
- Des citernes souples ou réservoirs pour le stockage d'eau pour l'AEP (de 50 à 200 m<sup>3</sup>)



Figure 61 : Aperçu de quelques retenues gardoises

Source : © M. Leroux

166



### CAS GÉNÉRAL : QUEL POTENTIEL ?

L'encadré suivant présente les hypothèses et chiffres clés associés à la solution « Retenue » dans les deux principaux cas étudiés (50 000 m<sup>3</sup> ou 500 000 m<sup>3</sup>).

N.B. : Les hypothèses de calcul du coût énergétique associé à l'option ont été présentées au paragraphe 6.6.1 (hypothèses identiques pour les 3 « grandes » options techniques d'accès à l'eau).

Figure 62 : Hypothèses et chiffres clés associés à la solution « Retenue »

<b>Solutions " retenues" - Hypothèses, potentiels et coûts associés</b>		
<b>Surface irrigable à partir des 2 types de retenues</b>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
Surface de retenue (m <sup>2</sup> sur 4m de haut)	12 500	125 000
Volume évaporé (m <sup>3</sup> sur mai-août)	10 000	100 000
Volume disponible pour irriguer (m <sup>3</sup> )	40 000	400 000
Surfaces en vigne irrigable à partir de la retenue (ha) - avec efficacité de 0,9	30	300
<b>Coût de la retenue</b>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
Coût retenue (€)	900 000	3 500 000
<b>Coût des stations de pompage</b>		
<i>Remplissage supposé gravitaire</i>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
Débit station (l/s)	9	90
HMT (mCE)	50	50
Coût SP (€)	100 000	380 000
<b>Coût des tuyaux pour le remplissage</b>		
<i>Sur base remplissage en 100j</i>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
DN conduite (mm)	100	300
PU conduite (€/ml)	100	330
Linéaire (m)	500	2 000
Coût adduction (€)	50 000	660 000
<b>Coût des réseaux de desserte</b>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
Coût réseau desserte (€)	150 000	1 800 000
<b>Synthèse des coûts associés</b>		
<b>Volume retenue (m<sup>3</sup>)</b>	<b>50 000</b>	<b>500 000</b>
Coût total d'investissement (€)	1 200 000	6 340 000
Ratio investissement à l'hectare (€/ha)	40 000	21 000
Coût énergie (€/an)	900	8 600

Source : BRLi (2019)



Le cas des retenues envisageables en Cévennes, différent et très spécifique, est présenté directement au sous-chapitre 7.3.

## CONTRAINTES ET POINTS D'ATTENTION

Plusieurs risques sont identifiés et nécessitent la réalisation d'études locales pour évaluer au cas par cas la faisabilité technique et environnementale, ainsi que l'opportunité financière de l'investissement, et un accompagnement de la démarche :

- L'emplacement et le volume de la retenue doivent être adaptés à la capacité de remplissage en année normale mais aussi et surtout en année sèche ;
- Les impacts sur les milieux sont à considérer en période de remplissage ;
- Le dynamisme et l'adaptabilité des exploitations aidées doivent être évalués : il existe en effet un risque de non-paiement de l'investissement si les exploitations font faillite malgré l'accès à l'eau ;
- Le sujet des retenues fait débat dans l'actualité. Un prérequis pour envisager la construction de retenues concerne l'acceptation sociale du projet. Une réelle concertation est importante pour que les projets puissent aboutir. Les Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) proposés par le gouvernement constituent dans cette optique une approche à valoriser (cf. encadré dédié au sous-chapitre 5.2.3)<sup>45</sup>.
- Le multi-usages entre agriculture et AEP peut être envisagé selon la taille de la retenue.
- Enfin, un accompagnement au changement de pratiques en cas de soutien à des projets de retenues apparaît nécessaire pour :
  - Contribuer à la pérennité de l'investissement (l'accès à l'eau ne suffira pas à l'adaptation)
  - Bien montrer que la mise en place de retenues ne constitue pas une fuite en avant mais s'inscrit dans un processus d'adaptation durable et raisonné.

Des études ont été réalisées ou sont en cours localement sur ce sujet. Il faudra veiller à les valoriser :

- Étude en cours sur le bassin versant des Gardons :  
L'étude se concentre sur des retenues pour répondre aux usages agricoles principalement (mutualisation pour plusieurs exploitations voire multi-usages agriculture et AEP). En termes de volume, les retenues envisagées seraient comprises entre 200 000 et 5 millions de m<sup>3</sup> (minimum 50 000 m<sup>3</sup>).
- Projet de stockage de l'ASA de Saint-Jean-de-Maruejols sur la Cèze.

Des projets émergent également chaque année à proximité, sur le bassin versant de la Cèze en Ardèche (vallée de la Cruzeire) : il sera intéressant de valoriser le retour d'expérience de ces projets « pilotes ».

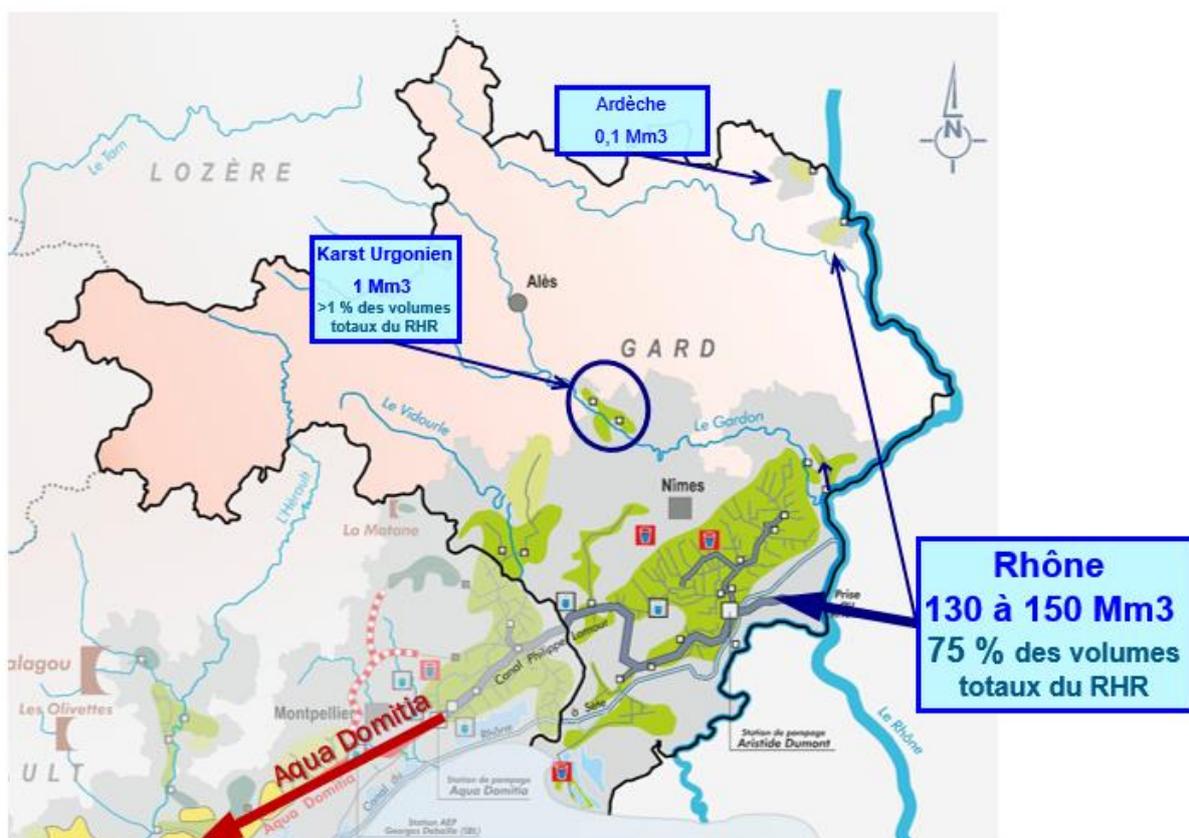
En conclusion, les retenues apparaissent comme une option intéressante à considérer pour des solutions locales d'ampleur variable et à destination d'usages agricoles ou AEP. L'ordre de grandeur des coûts d'investissement à l'hectare a été estimé entre 21 000 €/ha et 40 000 €/ha, en mobilisant respectivement des retenues de 500 000 m<sup>3</sup> ou 50 000 m<sup>3</sup>. Des études dédiées seront nécessaires pour préciser l'opportunité et la faisabilité réelle. Une démarche dédiée apparaît également nécessaire pour accompagner l'adaptation des pratiques agricoles et favoriser l'acceptabilité territoriale du projet.

<sup>45</sup> L'Agence de l'Eau RMC indique que « les PGRE Cèze et Gardons (valant PTGE) ne parviennent pas à rétablir l'équilibre quantitatif entre ressource disponible et besoins à l'horizon 2021 ». Selon l'Agence, « La question de la satisfaction pérenne des usages actuels reste donc une priorité, préalable à tout projet de développement de nouveaux usages ».

## 6.6.4 Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional

Le Rhône est une ressource qui tangente le territoire du Gard. Elle est déjà mobilisée via le RHR, notamment dans le sud du département (réseau historique, cf. schéma ci-dessous qui présente le RHR et les ressources en eau mobilisées). Elle présente une capacité supplémentaire pour répondre à de nouveaux besoins, bien que l'impact cumulatif des différentes demandes à l'échelle du bassin mérite d'être étudié, en intégrant les conséquences potentielles du changement climatique (cf. encadré en fin de sous-chapitre).

Figure 63 : Le RHR dans le Gard



Source : BRL (2018)

### RAPPEL DES SOLUTIONS « RHÔNE » ENVISAGÉES DANS LE SCHÉMA DE 2010

Le schéma départemental de gestion durable de la ressource en eau du Gard établi en 2010 avait envisagé, parmi les solutions « échelle départementale », la mobilisation de la ressource Rhône à travers 5 grands aménagements rappelés dans le tableau suivant.



Tableau 27 : Présentation des solutions « Rhône » envisagées dans le Schéma Départemental de Gestion Durable de la Ressource en Eau du Gard de 2010

Feeder	Usages concernés	Gain environnemental	Ressource	Commentaires / secteurs concernés
Moyen Rhôny	AEP +++	0	Prise dans le Canal Philippe Lamour	Sécurisation qualitative du secteur Moyen Rhôny
Gardon	Eau potable ++ Irrigation agricole ++ Eaux brutes à usages divers + Industriels +	+++	Prise dans le canal des costières au niveau de Jonquières avec un bouclage par le nord de Nîmes avec une prise dans le canal de campagne	Desserte du Gardon aval Renforcement de la desserte sur la Vaunage
Extension Nord-Sommiérois	Eau potable + Irrigation agricole ++ Eaux brutes à usages divers +	++	Renforcement et extension du réseau existant Sollicitation du canal du nord-sommiérois	Projet actuel d'extension = usages agricole + eaux à usages divers Extension de l'extension = desserte en eau brute jusqu'à Quissac pour besoins AEP essentiellement
Ardèche Rhodanienne	Irrigation agricole ++ Eaux brutes à usages divers Industriels +	+	Renforcement de la prise directe d'eau dans le Rhône de Vénéjan	Zone correspondante au secteur Nord du périmètre du Pays Gard Rhodanien
Gard et Cèze Rhodanien	Irrigation agricole ++ Eaux brutes à usages divers + Industriels +	++	Création d'une prise directe dans le Rhône au niveau de Laudun	Zone correspondante au secteur centre et Sud du périmètre du Pays Gard Rhodanien + le bassin versant de la Tave

Légende usage = + : usage significatif ; ++ : usage important ; +++ : usage prioritaire

Légende gain environnemental = 0 : aucun gain ; + : gain faible ; ++ : gain significatif ; +++ : gain important

Source : Schéma Départemental de Gestion Durable de la Ressource en Eau du Gard (2010)

Ces extensions structurantes n'ont pas été réalisées depuis, à l'exception de celle du Nord-Sommiérois dont une partie a été réalisée en 2016 (450 ha irrigués en 2019 sur le périmètre, qui remonte jusqu'à Moulezan et non Quissac comme proposé dans le schéma).

## QUELLES EXTENSIONS STRUCTURANTES ENVISAGER AUJOURD'HUI ?

Les propositions formulées dans le cadre de la présente étude s'appuient sur les réflexions menées en 2010, en :

- intégrant les évolutions en matière de disponibilité hydraulique sur les différents canaux du RHR ;
- tenant compte de l'évolution des besoins potentiels justifiant la mobilisation de cette ressource ;
- affinant les propositions de tracés des conduites structurantes au regard de la topographie et de l'occupation du sol.

La méthodologie mise en œuvre pour le dimensionnement et l'estimation des coûts de ces extensions est présentée en détail en annexe. Comme pour l'option « Mobilisation des eaux souterraines », 3 scénarios de demande en eau potentielle liée à la vigne ont été étudiés (cf. sous-chapitre 4.1.4).



Trois nouvelles prises au Rhône sont envisagées pour desservir trois zones de demande :

- Deux sont situées à proximité de prises et stations de pompes existantes du RHR. Ces implantations permettent de renforcer la capacité hydraulique du RHR et d'apporter des garanties en matière de faisabilité des prises d'eau et d'amenée d'énergie pour les nouvelles stations de pompes.
  - Vallabrègues 2 (à proximité de la prise et de la station de pompage Vallabrègues) ;
  - Grand-Pré 2 (à proximité de la prise et de la station de pompage de Grand-Pré) ;
- La troisième (Saint-Géniès-de-Comolas) n'est pas située à proximité d'une infrastructure semblable existante. Le choix de l'emplacement s'est fait en considérant les contraintes de tracé au regard de la localisation des besoins.

Tableau 28 : Nouvelles prises au Rhône envisagées pour des extensions structurantes du RHR

NOUVELLE PRISE ENVISAGÉE	ZONE DESSERVIE	POCHES DE VIGNES CONCERNÉES
Vallabrègues 2	Ardèche (A)	A1 à A3
Grand-Pré 2	Cèze (C)	C1 à C14
Saint_Géniès_de_Comolas	Garrigues (G)	G1 à G18

N.B. : Pour les zones Ardèche et Cèze, les propositions sont relativement semblables à ce qui avait été proposé dans l'ancien schéma. Pour la zone Garrigues, nous proposons une prise directe dans le Rhône plutôt qu'une boucle avec piquage dans des canaux existants du RHR. En effet, lors de l'élaboration du tracé dans le cadre du précédent schéma, il y avait peu de demandes côté Remoulins et des besoins AEP dans les secteurs Nîmes métropole (important projet d'urbanisation au nord-ouest de Nîmes désormais abandonné), Vaunage et Alès. Depuis la situation a évolué avec la disparition de besoins AEP et l'apparition de besoins d'irrigation pour la vigne dans le secteur de Remoulins notamment. Il est donc désormais plus intéressant de considérer une prise au Rhône directe (plutôt qu'un piquage sur le canal du RHR) pour éviter des trop grandes longueurs de têtes mortes<sup>46</sup>.

La carte suivante présente la localisation des extensions structurantes envisagées.

### QUELS ORDRES DE GRANDEUR POUR CES EXTENSIONS STRUCTURANTES ?

Les tableaux suivants proposent un aperçu des principaux paramètres et coûts (investissement et exploitation) associés aux 3 réseaux selon les 3 scénarios de demande étudiés.

Dans le cas du réseau Garrigues, nous avons également évalué l'impact sur les coûts d'un choix de non-desserte des zones G3 à G6 (les plus éloignées, qui pourraient éventuellement être alimentées via le Nord-Sommiérois sous réserve d'une disponibilité hydraulique). On peut remarquer que ceci permet d'économiser 20 % sur l'investissement total mais induit une augmentation du coût à l'hectare de 25 %.

<sup>46</sup> Grandes longueurs de canalisation sans desserte en ligne



Tableau 29 : Vision globale des paramètres et coûts associés aux différents scénarios pour les réseaux A, C et G

	Montant travaux (€)						Ratio cout (€/ha)
	Superficie (ha)	Débit en tête (l/s)	Conduites structurantes	Station de Pompage	Réseaux de desserte	Total	
Reseau A (80%)	1 840	565	16 051 500	4 996 000	13 248 000	<b>34 295 500</b>	<b>18 600</b>
Reseau A (50%)	1 150	353	14 646 900	3 524 000	12 420 000	<b>30 590 900</b>	<b>26 600</b>
Reseau A (30%)	690	212	12 518 800	2 475 000	9 936 000	<b>24 929 800</b>	<b>36 100</b>
Reseau C (80%)	9 440	2 898	109 725 900	18 732 000	81 792 000	<b>210 249 900</b>	<b>22 300</b>
Reseau C (50%)	5 900	1 811	92 133 500	13 105 000	72 000 000	<b>177 238 500</b>	<b>30 000</b>
Reseau C (30%)	3 540	1 087	78 711 900	9 160 000	50 976 000	<b>138 847 900</b>	<b>39 200</b>
Reseau G (80%)	9 920	3 046	180 119 600	23 117 000	98 784 000	<b>302 020 600</b>	<b>30 400</b>
Reseau G (50%)	6 200	1 904	158 933 100	16 098 000	61 740 000	<b>236 771 100</b>	<b>38 200</b>
Reseau G (30%)	3 720	1 142	138 060 600	11 549 000	53 568 000	<b>203 177 600</b>	<b>54 600</b>
Reseau G réduit (*) (80%)	6 400	1 965	159 163 500	14 592 000	67 680 000	<b>241 435 500</b>	<b>37 700</b>

(\*) sans desserte de G3-4-5-6

	Ordre de grandeur maintenance annuelle (€/an)						Coût énergie annuelle	
	Superficie (ha)	Conduites structurantes	Station de Pompage	Réseaux de desserte	Total	Total (€/ha/an)	(€/an)	(€/ha/an)
Reseau A (80%)	1 840	160 000	63 000	132 000	<b>355 000</b>	<b>193</b>	<b>200 000</b>	<b>109</b>
Reseau A (50%)	1 150	147 000	44 000	124 000	<b>315 000</b>	<b>274</b>	<b>124 000</b>	<b>108</b>
Reseau A (30%)	690	125 000	30 000	100 000	<b>255 000</b>	<b>370</b>	<b>73 000</b>	<b>106</b>
Reseau C (80%)	9 440	1 099 000	234 000	818 000	<b>2 151 000</b>	<b>228</b>	<b>1 079 000</b>	<b>114</b>
Reseau C (50%)	5 900	922 000	164 000	719 000	<b>1 805 000</b>	<b>306</b>	<b>674 000</b>	<b>114</b>
Reseau C (30%)	3 540	788 000	114 000	511 000	<b>1 413 000</b>	<b>399</b>	<b>399 000</b>	<b>113</b>
Reseau G (80%)	9 920	1 803 000	289 000	988 000	<b>3 080 000</b>	<b>310</b>	<b>1 484 000</b>	<b>150</b>
Reseau G (50%)	6 200	1 589 000	201 000	618 000	<b>2 408 000</b>	<b>388</b>	<b>928 000</b>	<b>150</b>
Reseau G (30%)	3 720	1 381 000	144 000	536 000	<b>2 061 000</b>	<b>554</b>	<b>556 000</b>	<b>149</b>
Reseau G réduit (*) (80%)	6 400	1 594 000	183 000	677 000	<b>2 454 000</b>	<b>383</b>	<b>840 000</b>	<b>131</b>

(\*) sans desserte de G3-4-5-6

Source : BRLi (2020)



Un phasage peut être envisagé pour la réalisation du réseau G (pour la zone Garrigues) qui représente la desserte d'un nombre important de poches sur des distances importantes :

- Phase 1 : poches G1 et G2, G7 à G10 et G15 à G18 ;
- Phase 2 : poches G3 à G6 ;
- Phase 3 : poches G11 à G14.

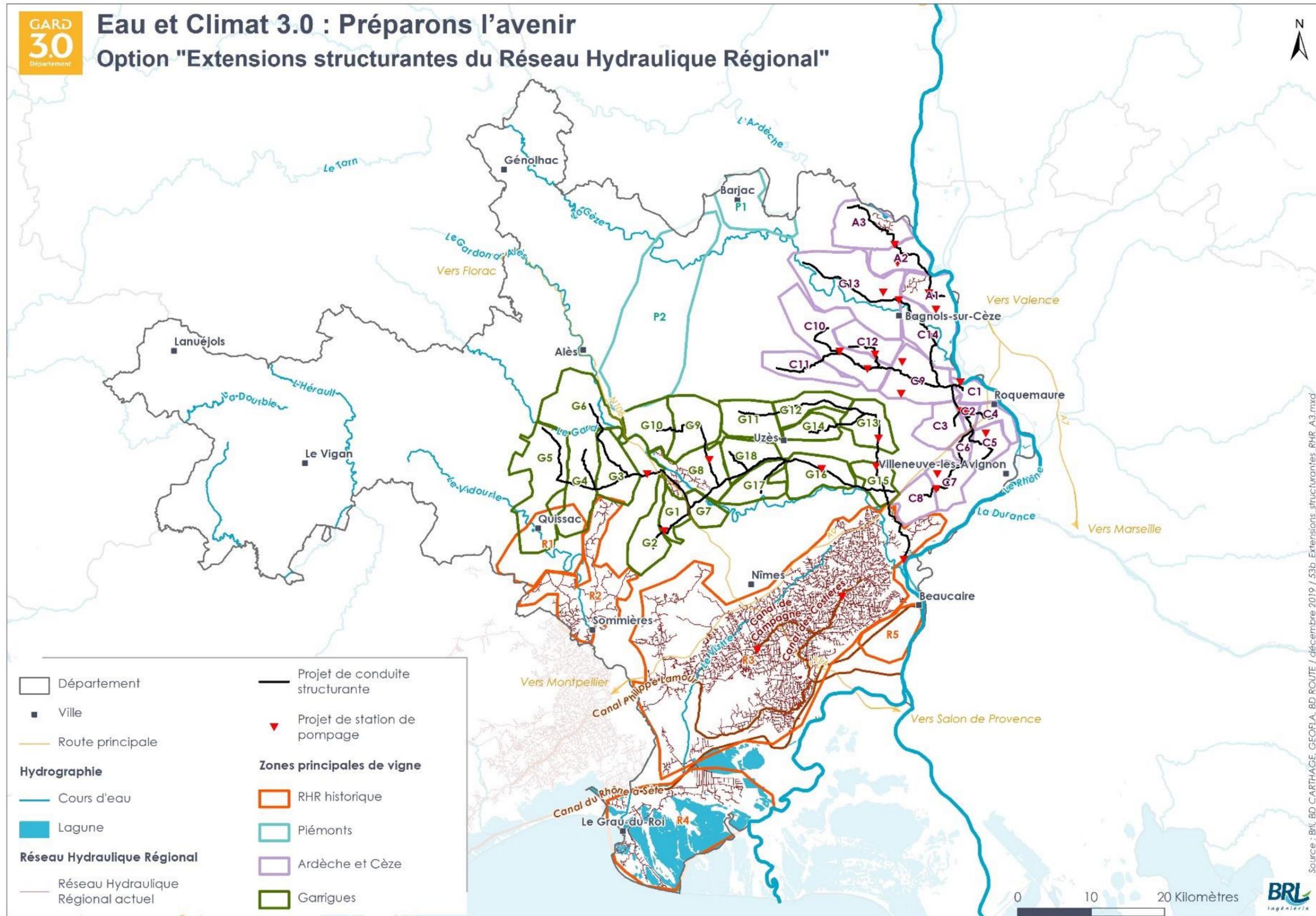
Le tableau suivant présente les paramètres et coûts associés à ce phasage pour l'hypothèse 80 %.

Tableau 30 : Phasage possible pour la réalisation du réseau G (zone Garrigues) - Paramètres et coûts associés dans l'hypothèse 80 %

		Montant travaux (€)					Ratio cout (€/ha)
		Superficie (ha)	Conduites structurantes	Station de Pompage	Réseaux de desserte	Total	
Reseau G (80%)	Phase 1	5 520	109 381 000	17 621 000	57 312 000	<b>184 314 000</b>	<b>33 400</b>
	Phase 2	3 520	46 809 100	3 276 000	31 104 000	<b>81 189 100</b>	<b>23 100</b>
	Phase 3	880	23 929 500	2 220 000	10 368 000	<b>36 517 500</b>	<b>41 500</b>
	<b>Total</b>	<b>9 920</b>	<b>180 119 600</b>	<b>23 117 000</b>	<b>98 784 000</b>	<b>302 020 600</b>	<b>30 400</b>



Figure 64 : Carte « Option « Extensions structurantes » du RHR »





**Quelle est la capacité du Rhône à répondre à ces besoins supplémentaires à l'horizon 2050 ?****Éléments issus de l'étude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage (2014) <sup>47</sup>**

L'évolution des prélèvements sur le Rhône à court-moyen terme a été estimée dans l'étude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage (2014) : **+ 3 % des prélèvements nets actuels**, hors influence des barrages. Cette augmentation conduirait à une **évolution relative des débits mensuels quinquennaux secs inférieure à 1% sur le tronçon le plus impacté** (Rhône aval).

Pour rappel, les chiffres clés associés à cette estimation étaient les suivants :

Somme des projets d'économie d'eau identifiés	- 2,0 m <sup>3</sup> /s
Somme des nouveaux projets identifiés	+5,9 m <sup>3</sup> /s
Hausse tendancielle des prélèvements AEP	+1,1 m <sup>3</sup> /s
<b>BILAN</b>	<b>+ 5 M<sup>3</sup>/s</b>

Les nouveaux projets identifiés constituaient :

- Des projets de sollicitation du Rhône comme ressource de substitution (projets portés par l'ASIA (Association Syndicale d'Irrigation de l'Ain), le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole du Rhône) et le SID (Syndicat d'irrigation drômois) notamment) ;
- Des projets de développement des périmètres irrigués et d'extension de réseaux pour alimenter des zones à l'est et à l'ouest du bassin (AEP et irrigation) dont :
  - Projet Aqua Domitia développé par BRL en Occitanie (2,5 m<sup>3</sup>/s en pointe) ;
  - Projet de liaison hydraulique Verdon / Saint-Cassien développé par la SCP sur le sous bassin de la Durance (1 m<sup>3</sup>/s en pointe) ;
  - Extension du Nord-Sommiérois (90 l/s en pointe)).

L'étude avait apporté les conclusions suivantes :

- **« En climat actuel, il existe une marge de manœuvre certaine<sup>48</sup> (non quantifiée) pour augmenter les prélèvements dans le Rhône ou sa nappe, sans mettre en danger les écosystèmes associés. Les gestionnaires du fleuve estimaient que cette marge de manœuvre effective acceptable était supérieure aux évolutions des prélèvements en eau sur le bassin recensées à court - moyen terme (2021) et rappelées ci-avant.**
- **Dans un scénario « pessimiste raisonnable » de changement climatique à l'horizon 2050-60 (débit du Rhône aval qui diminuerait de 10 à 30 % selon les mois), l'évolution climatique considérée pèse 8 fois plus que l'évolution des prélèvements étudiée en juillet à Beaucaire sur les débits influencés. En aout, ce ratio est de 10.**
- **Dans tous les cas, c'est la baisse absolue de débits qui devra être surveillée de près par les gestionnaires et les conséquences possibles de cette baisse sur l'écosystème et sur certains usages, en particulier les pompages dans l'extrémité aval du fleuve ».**

<sup>47</sup> BRLi. (2014). Étude de la gestion quantitative du fleuve Rhône à l'étiage - Principaux résultats

<sup>48</sup> Non quantifiée en l'absence de définition de débits environnementaux sur le Rhône non court-circuité. De tels débits n'ont pas été jugés pertinents par l'équipe d'experts et chercheurs hydrobiologistes réunis dans le cadre d'un atelier sur cette question compte tenu du fonctionnement hydrologique du fleuve (BRLi, 2014).



### Actualisation à partir des données disponibles

Le périmètre de l'étude « Eau et climat 3.0 » ne permet pas de faire le point sur l'avancée de chacun de ces projets mais nous pouvons souligner à partir des informations en notre possession que :

- Les projets de substitution de l'ASIA ont été réalisés ;
- L'extension du Nord-Sommiérois a été finalisée en 2016 (irrigation de 500 ha) ;
- La première phase du projet Aqua Domitia s'est achevée en 2016. Elle sécurise les besoins en eau potable d'une grande partie du littoral, grâce aux Maillons Sud Montpellier et Littoral Audois, et assure la desserte de plus de 2000 nouveaux ha irrigués, mis en eau grâce aux premières tranches des maillons Biterrois et Nord Gardiole. La jonction entre ces deux maillons centraux (Nord Gardiole et Biterrois) doit se faire en 2021, dans le cadre de la deuxième phase du programme. Elle va permettre, avec la première tranche du maillon Minervois alimentée grâce à la réserve de Jouarres, de favoriser l'irrigation de près de 4 000 ha supplémentaires.
- La liaison hydraulique Vidauban-Sainte-Maxime a été réalisée entre 2015 et 2016 (extension à partir de la liaison Verdon/Cassien finalisée en 2013).

La projection concernant la somme des nouveaux projets identifiés a par ailleurs été actualisée à partir de notre connaissance des projets structurants à venir ou potentiels sur le Rhône (partie aval du bassin versant) :

- **Étude Eau et climat 3.0 (Gard - Occitanie).**  
L'ordre de grandeur du prélèvement supplémentaire maximum sur le Rhône serait de 25 Mm<sup>3</sup> (irrigation de 21 000 ha de vignes), avec un débit fictif continu de 3,8 m<sup>3</sup>/s <sup>49</sup>en juillet.
- **Projet Hauts de Provence Rhodanienne (HPR - PACA).**  
Le scénario maximaliste du projet HPR conduirait au prélèvement de 4,5 Mm<sup>3</sup> supplémentaires, avec un débit fictif continu de 0,7 m<sup>3</sup>/s en juillet (*N.B. : une partie de ces prélèvements était incluse dans les projets recensés dans le cadre de l'étude Rhône*).  
Selon les scénarios, il serait possible également, via des économies d'eau, que le projet ait un impact nul voire positif sur les débits du Rhône (moins de prélèvement qu'en situation actuelle).
- **Programme ProHydra2028 (PACA).**  
Dans le cadre du Programme régional de l'hydraulique agricole en Provence-Alpes-Côte d'Azur (ProHydra 2028), une base de données fait la liste de l'ensemble des projets hydroagricoles en PACA. Elle ne prévoit pas de prélèvement supplémentaire sur le Rhône à l'horizon 2028 (hors HPR).

**La somme des nouveaux projets identifiés atteindrait ainsi au maximum 4,5 m<sup>3</sup>/s.**

Trois extensions structurantes du RHR, à partir de nouvelles prises au Rhône, sont envisagées pour répondre à la demande croissante en eau des vignes gardoises face au changement climatique, notamment dans le cœur du département et sur la bordure rhodanienne, et sécuriser l'alimentation en eau potable. Plusieurs scénarios ont été testés et permettent d'envisager différents niveaux de mobilisation de cette solution. L'ordre de grandeur des coûts d'investissement à l'hectare varie fortement, entre 20 000 et 55 000 €/ha en fonction notamment de l'éloignement au Rhône et de la surface totale sur laquelle est répartie le coût.

La méthode et les hypothèses retenues pour le dimensionnement et l'estimation des coûts associés à cette solution sont présentées en annexe 4.

<sup>49</sup> Apport en continu sur le mois de juillet de 40 % de la dose annuelle de 1 200 m<sup>3</sup>/ha rapporté à 21 000 ha :  $0.4 \times 1200 \times 21\,000 / (31 \times 24 \times 3600)$

## 7 APPROCHE TERRITORIALISÉE DES SOLUTIONS POSSIBLES

Les paragraphes suivants présentent les solutions envisagées pour les zones à enjeux (cf. sous-chapitre 4.1.1 « Quelles sont les principales zones à enjeux et les besoins associés ? »), en réponse aux problématiques « bien » identifiées aujourd'hui : croissance de la population et urbanisation, demande croissante de l'irrigation de la vigne pour faire face au changement climatique, dépérissement des forêts, etc.

Il est important de souligner que des incertitudes demeurent concernant plusieurs sujets (localisation et quantification précise des « points rouges » AEP, devenir de l'élevage, opportunité et faisabilité d'une production locale de fourrage avec irrigation, etc.). Dans la continuité de l'étude Eau et climat 3.0, ces sujets devront faire l'objet d'études ciblées afin d'apporter des réponses adaptées dans les prochaines années. En ce qui concerne l'AEP, les besoins devront être intégrés dans le dimensionnement des solutions globales envisagées, en fonction des choix de mise en œuvre.

Sur certaines zones, les solutions techniques d'accès à l'eau étudiées nécessitent un choix stratégique de réalisation ou non de projets structurants, qui peuvent impacter fortement l'avenir d'une filière. Afin d'aider à la décision, une approche de type « Coûts-Bénéfices » est proposée pour l'irrigation de la vigne dans les zones « Ardèche-Cèze » et « Garrigues ».

### RAPPEL

Concernant la solution technique « Forages pour mobilisation des eaux souterraines », les expertises hydrogéologiques permettent de classer les zones de besoins potentiels selon la typologie suivante :

-  Absence de solutions par prélèvements d'eaux souterraines ;
-  Possibilité d'une solution par prélèvements d'eaux souterraines mais faisabilité technique complexe ou risque fort d'impact sur les eaux de surface au regard des volumes en jeu ;
-  Possibilité d'une solution par prélèvements d'eaux souterraines avec a priori des contraintes techniques et réglementaires acceptables.

Pour plus de détails sur les analyses associées (seules les conclusions sont rappelées ci-après par zone), il convient de se référer au chapitre 6.6.2 et à l'annexe 3.



## 7.1 ZONE « CÉVENNES »

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS DE TYPE « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION » ?

Parmi ce type de solutions, les suivantes apparaissent particulièrement importantes pour la zone Cévennes :

- **Planification et aménagement du territoire - Gestion forestière** : adapter la forêt (choix des essences, conduite des peuplements) et valoriser cette ressource dans la lutte contre le changement climatique (développement de la filière bois / énergie, caractérisation et optimisation des liens forêt / ressources en eau) ;
- **Planification et aménagement du territoire - Ralentir les écoulements et stocker naturellement l'eau à l'échelle des versants** : préservation et restauration des zones humides, installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies si possible en travers de la pente, préservation et restauration des ripisylves...
- **Amélioration et diffusion des connaissances** : mettre en œuvre des projets démonstrateurs pour la préservation d'infrastructures cévenoles traditionnelles, le remplacement d'essences forestières suite à des dépérissements, des dispositifs de stockage innovants...

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU ?

Au regard des spécificités du territoire et des besoins associés, **seule la solution « Retenues d'eau » apparaît envisageable**. En effet les ressources locales n'apparaissent pas suffisantes et la distance au Rhône et au RHR trop importante pour envisager une adduction.

Les hypothèses retenues pour préciser les solutions mobilisables localement pour répondre aux besoins agricoles ont été définies en lien étroit avec la Chambre d'agriculture du Gard. Cette dernière a également contribué à l'identification des coûts liés aux retenues, en complément du contact auprès d'un concepteur, fabricant et distributeur de citernes souples<sup>50</sup>.

**Zone « Oignons doux » : des retenues pour compenser la hausse des besoins liée au changement climatique et permettre le développement de la filière**



*Actuellement, on compte environ 50 ha d'oignons doux irrigués à 100 %. Le besoin unitaire est de 4 000 m<sup>3</sup>/ha répartis entre mai et août (Mai : 20 % ; Juin : 30 % ; Juillet : 30 % ; Août : 20 %)*

Des besoins complémentaires liés au changement climatique et au développement de la filière ont été envisagés :

- Cas 1 : besoin additionnel de 40 000 m<sup>3</sup> (besoins unitaires augmentés de 20 % en lien avec le changement climatique) ;
- Cas 2 : besoin additionnel de 90 000 m<sup>3</sup> (besoins associés à 10 ha supplémentaires et besoins unitaires augmentés de 20 % en lien avec le changement climatique).

<sup>50</sup> <https://www.citerne-souple-bourgoin.com/>

Les hypothèses retenues pour préciser les solutions mobilisables localement pour répondre à ces besoins sont les suivantes :

PARAMÈTRE	HYPOTHÈSES RETENUES
Coût d'une retenue de 2 000 m <sup>3</sup>	36 000 € (soit 18 €/m <sup>3</sup> )
Volume évaporé entre mai et août	400 m <sup>3</sup>
Surfaces en oignons irrigable à partir de la retenue (avec une efficacité de 0,9)	0,4 ha
Coût de mobilisation de la ressource et d'adduction	40% du prix de la retenue
Ressource mobilisée	Ressources locales (superficielles ou souterraines)

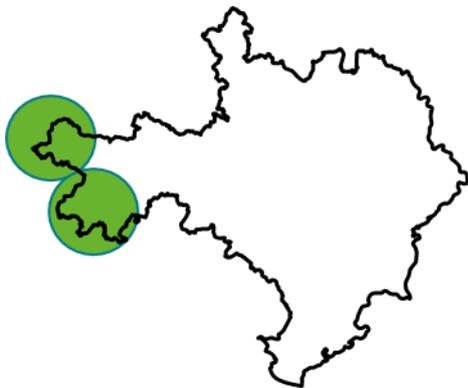
Le tableau suivant synthétise le nombre de retenues de 2 000 m<sup>3</sup> pour répondre aux deux cas présentés ci-avant, et les coûts associés :

CAS 1 : BESOIN ADDITIONNEL DE 40 000 M <sup>3</sup> (+20% DUS AU CC)	CAS 2 : BESOIN ADDITIONNEL DE 90 000 M <sup>3</sup> (+20% DUS AU CC ET SURFACES + 10 HA)
25 retenues de 2 000 m <sup>3</sup> 1,3 M€ d'investissement (25 €/m <sup>3</sup> )	50 retenues de 2 000 m <sup>3</sup> 2,7 M€ d'investissement (25 €/m <sup>3</sup> )

### *Des retenues pour les autres productions agricoles des Cévennes (maraîchage, fourrage, élevages...)*

Les retenues évoquées ci-avant peuvent permettre le développement du maraîchage ou d'autres cultures cévenoles au-delà des oignons doux. Des solutions de stockage de très faibles volumes à la parcelle peuvent par ailleurs permettre de répondre à des besoins très réduits.

### *Les Causses et l'élevage : des retenues pour l'abreuvement du bétail*



Des besoins pour l'abreuvement des élevages ovins lait ont été identifiés par la Chambre d'agriculture sur les Causses.

Les paramètres suivants ont été considérés en l'absence de demande formalisée à l'heure actuelle à l'échelle du département :

- Cheptel d'une exploitation moyenne : 200 ovins ;
- Besoin unitaire pour un ovin lait : 5-6l/j/bête ;
- Demande associée sur les 3 mois d'été : environ 100 m<sup>3</sup>.

PARAMÈTRE	HYPOTHÈSES RETENUES
Coût d'une retenue de 200 m <sup>3</sup>	4 500 € (soit 23 €/m <sup>3</sup> )
Coût d'une retenue de 500 m <sup>3</sup>	12 000 € (soit 24 €/m <sup>3</sup> )
Coût de mobilisation de la ressource et d'adduction	40% du prix de la retenue
Ressource mobilisée	Eau de pluie

Le tableau suivant synthétise le nombre de retenues de 200 m<sup>3</sup> ou 500 m<sup>3</sup> (choix en fonction du de la taille ou du niveau de regroupement des exploitations) nécessaire pour répondre aux besoins en eau d'ovins lait d'exploitations moyennes pendant les 3 mois d'été, et les coûts associés :

CITERNES SOUPLES DE 200 M <sup>3</sup> POUR 2 EXPLOITATIONS	CITERNES SOUPLES DE 500 M <sup>3</sup> POUR 5 EXPLOITATIONS
6 500 € d'investissement (31€/m <sup>3</sup> )	17 000 € d'investissement (34€/m <sup>3</sup> )



### Sécurisation de l'alimentation en eau potable pour des hameaux dispersés

Le stockage permettrait également de sécuriser l'AEP dans les hameaux isolés des Cévennes pendant l'été. Il s'agirait de stocker de l'eau brute issue de la ressource utilisée localement (par exemple source), avec un remplissage pendant la période d'abondance pour subvenir au besoin en période sèche.

Pour rappel, pour un hameau de 50 personnes, les besoins sur les 3 mois d'été sont de l'ordre de 450 m<sup>3</sup>.

Parmi les solutions de stockage envisagées figurent :

- Des réservoirs en béton armé (désinfection de l'eau est effectuée par une pompe doseuse située dans la chambre des vannes, porte en fer dotée, le cas échéant, d'une alarme anti-intrusions, etc.). Le coût moyen d'un réservoir de 500 m<sup>3</sup> est compris entre 300 000 et 400 000 € (soit 600-800 €/m<sup>3</sup>)
- Des citernes souples, avec une membrane respectant les normes européennes sur le stockage d'eau potable (certification KTW) et l'ensemble des matériaux constitutifs bénéficiant d'une Attestation de Conformité Sanitaire (ACS) :
  - Les coûts associés à cette option sont compris entre 70 et 100 €/m<sup>3</sup> pour la citerne (50 à 200 m<sup>3</sup>) ;
  - Plusieurs risques ou points d'attention sont identifiés (pérennité de l'ouvrage, transfert de particule depuis la membrane plastique vers l'eau, absence de protection « physique » de la ressource...).

Les infrastructures de stockage seraient raccordées aux systèmes de traitement et distribution actuels.

Les Cévennes gardoises, territoire de moyenne montagne, présentent des enjeux importants en lien avec le changement climatique. Bien que ses ressources en eau soient limitées, le secteur n'est pas démuné. Il présente en effet un **dynamisme et une capacité à être un laboratoire à ciel ouvert pour l'expérimentation de nouvelles solutions d'adaptation sur de multiples sujets : gestion forestière, alimentation en eau potable, cultures et élevages durables...** Des pistes de solutions existent sur chacun d'eux et devront être approfondies dans les prochaines années. Une **adaptation des soutiens financiers aux spécificités locales** (nombreux projets de petits montants) et une **fédération des acteurs autour de projets collectifs voire intégrés** apparaissent comme des prérequis au succès de ces démarches et à une adaptation efficace du territoire.

## 7.2 ZONE « PIÉMONT »

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS DE TYPE « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION » ?

Parmi les solutions de ce type, les suivantes apparaissent particulièrement importantes pour la zone Piémont :

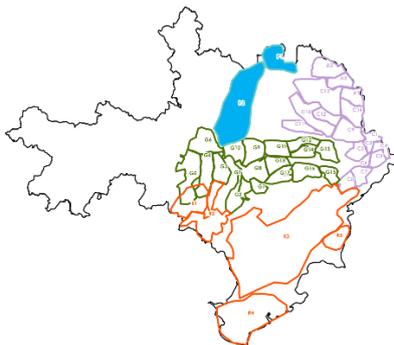
- **Adaptation des comportements et des pratiques** : changement de pratiques agricoles pour s'adapter aux enjeux du changement climatique, économies d'eau à l'échelle des ASA.

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU ?

Deux solutions sont envisageables sur ce secteur pour répondre aux nouvelles demandes potentielles associées à la vigne :

- la mobilisation des eaux souterraines via les forages ;
- et le développement du stockage via des retenues.

La mobilisation de la ressource Rhône n'a pas été étudiée au regard de la distance importante de la zone de demande au Rhône et au RHR actuel, et du fait de la densité faible de la SAU (réseau structurant non adapté au besoin).



#### Situation actuelle « Zone Piémont » - Poches P1 et P2



1 300 ha de vignes



dont 200 ha irrigués

Le tableau suivant synthétise les besoins potentiels associés aux scénarios étudiés de demande en eau supplémentaire de la vigne sur la zone.

Tableau 31 : Aperçu des surfaces et volumes associés aux scénarios « 30 %, 50 % et 80 % d'irrigation de la SAU en vignes non irriguée aujourd'hui »

SCÉNARIO	SURFACE EN VIGNE IRRIGUÉE 2050	BESOIN ANNUEL ASSOCIÉ (JUIN-SEPT.)
30 %	330 ha	400 000 m <sup>3</sup>
50 %	550 ha	660 000 m <sup>3</sup>
80 %	880 ha	1,1 Mm <sup>3</sup>



Le tableau suivant présente le comparatif des deux options étudiées sur la zone dans le scénario 80 % (880 ha à équiper – 1 Mm<sup>3</sup>) :

- La mobilisation des aquifères urgoniens à l'est du bassin oligocène d'Alès – qui concerne principalement le bassin de la Cèze (aquifères puissants, système karstique drainé par la Cèze) - constitue une opportunité à étudier. Il est cependant possible et probable que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié (impact sur les débits des sources qui alimentent la Cèze dans la partie centrale des gorges, avec risques d'assecs plus étendus spatialement et temporellement).
- Les retenues peuvent également permettre de répondre au besoin (faisabilité et impact milieu à préciser localement). Le coût d'investissement au mètre cube est cependant de 50 % supérieur en mobilisant des retenues de 500 000 m<sup>3</sup> par rapport aux forages.
- Un projet de stockage de l'ASA de Saint-Jean-de-Maruejols est identifié sur la zone et pourrait permettre de répondre aux besoins situés à proximité (projet multicultures et non exclusivement vignes).

Tableau 32 : Comparaison des options techniques d'accès à l'eau pour répondre aux besoins complémentaires potentiels liés à la vigne – Zone « Piémont »

OPTION	CAPACITÉ DE RÉPONSE À LA DEMANDE (SURFACES CONCERNÉES, % DES SURFACES DU SCÉNARIO 80 %, VOLUME ASSOCIÉ)		ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LA ZONE « FAISABLE »
Forages (eaux souterraines)		880 ha (P1 et P2), 100 % des surfaces du scénario 80 %, 1,1 Mm <sup>3</sup>	2 forages, 1 à 10 km entre les forages et les vignes et une HMT de 200-300m <b>11-12 M€</b> (14 000 €/ha)
Mobilisation de la ressource Rhône via le RHR		<i>Option non réaliste (distance importante du Rhône et densité faible des parcelles)</i>	
Retenues (ressources locales)		880 ha ; 100 % ; 1,1 Mm <sup>3</sup>	<i>Il est difficile à l'échelle de l'étude d'envisager en pratique une solution d'ensemble impliquant des retenues. Pour ordre de grandeur, irriguer ces 880 ha nécessiterait 3 retenues de 500 000 m<sup>3</sup> (soit environ 40 ha de terrain). L'ordre de grandeur des coûts d'investissement associés est de <b>17 M€</b> (21 000 €/ha). NB : L'ASA de Saint-Jean-de-Maruejols a un projet de bassins de stockage pour 600 000 m<sup>3</sup>.</i>

■ Faisable    ■ Faisabilité technique et/ou impacts milieu à préciser    ■ Non envisageable

La zone Piémont, à l'interface entre les territoires Cévennes et Garrigues, présente des enjeux spécifiques liés notamment à une **activité agricole très dispersée**. Des solutions, tant d'adaptation des pratiques que de mobilisation des ressources souterraines ou superficielles, existent. **Ces solutions devront cependant être étudiées de manière fine localement et au cas par cas pour confirmer leur faisabilité et leur opportunité**. Le rôle des ASA locales dans la fédération des acteurs, l'identification de solutions collectives et la diffusion des bonnes pratiques apparaît essentiel. **L'ordre de grandeur des coûts d'investissement pour irriguer 80 % des surfaces en vignes non irriguées aujourd'hui est de 10-20 M€.**

## 7.3 ZONE « ARDÈCHE-CÈZE »

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS DE TYPE « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION » ?

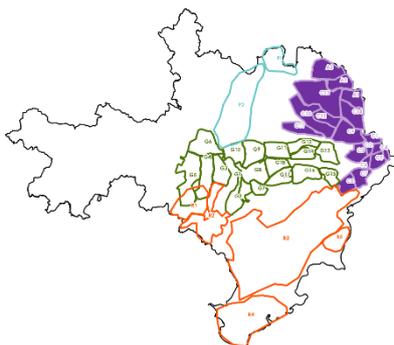
Dans cette famille, les solutions suivantes apparaissent particulièrement importantes pour la zone Ardèche-Cèze :

- **Adaptation des comportements et des pratiques** : économies d'eau (tant AEP qu'irrigation), évolution des pratiques agricoles notamment liées à la viticulture ;
- **Planification et aménagement du territoire - Urbanisme, préservation du foncier agricole et naturel** : planification raisonnée de l'aménagement du territoire, avec notamment préservation des zones agricoles proches du Rhône qui présentent un accès à l'eau facilité (cf. options forages et RHR).

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU ?

Les trois « grandes » solutions sont envisageables sur ce secteur pour répondre aux nouvelles demandes potentielles associées à la vigne :

- La mobilisation des eaux souterraines via les forages ;
- Le développement du stockage via des retenues ;
- Le transfert d'eau du Rhône directement depuis le fleuve, qui longe la bordure orientale de la zone.



**Situation actuelle « Zone Ardèche-Cèze » - Poches A1 à A3 et C1 à C14**



14 300 ha de vignes



dont 200 ha irrigués

Le tableau suivant synthétise les besoins potentiels associés aux scénarios étudiés de demande en eau supplémentaire de la vigne sur la zone.

Tableau 33 : Aperçu des surfaces et volumes associés aux scénarios « 30 %, 50 % et 80 % d'irrigation de la SAU en vignes non irriguée aujourd'hui »

SCÉNARIO	SURFACE EN VIGNE IRRIGUÉE 2050	BESOIN ANNUEL ASSOCIÉ (JUIN-SEPT.)
30 %	4 200 ha	5,1 Mm <sup>3</sup>
50 %	7 100 ha	8,5 Mm <sup>3</sup>
80 %	11 300 ha	13,5 Mm <sup>3</sup>

Le tableau suivant présente le comparatif des trois options étudiées sur la zone dans le scénario 80 % (11 300 ha à équiper – 13,5 Mm<sup>3</sup>) :

- Les eaux souterraines peuvent satisfaire potentiellement 77 % des besoins (hors poches C9, C10 et C11 sans solution). La faisabilité technique apparaît cependant complexe ou à risque fort d'impact sur les eaux de surface au regard des volumes en jeu pour 57 % des besoins. Les forages représentent ainsi plus probablement une solution envisageable pour 20 % des besoins (contraintes techniques et réglementaires acceptables pour les poches A1, A2, A3 et C1, C4).



- Les retenues et la mobilisation de la ressource Rhône peuvent permettre de répondre au besoin sur l'ensemble de la zone (faisabilité technique effective et impact milieu à préciser localement pour les retenues ; impact débit à considérer à l'échelle du bassin du Rhône pour la solution Rhône).
- L'ordre de grandeur du coût d'investissement à l'hectare est trois fois supérieur en mobilisant des retenues ou le Rhône par rapport aux forages dans les zones où les trois solutions sont envisageables.

Tableau 34 : Comparaison des options techniques d'accès à l'eau pour répondre aux besoins complémentaires potentiels liés à la vigne – Zone « Ardèche-Cèze »

OPTION	CAPACITÉ DE RÉPONSE À LA DEMANDE (SURFACES CONCERNÉES, % DES SURFACES DU SCÉNARIO 80 %, VOLUME ASSOCIÉ)		ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LA ZONE « FAISABLE »	ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LA ZONE OÙ LES FORAGES NE SONT PAS ENVISAGEABLES
Forages (eaux souterraines)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 240 ha (A1, A2, A3, C1, C4)</li> <li>- 20 % des surfaces du scénario 80 %</li> <li>- 2,7 Mm<sup>3</sup></li> </ul>	Environ 10 forages, 1 à 4 km entre les forages et les vignes et une HMT faible (moins de 20mCE) <b>16 M€ (7 000 €/ha)</b>	
		6 400 ha (C2, C3, C5, C6, C7, C8) ; 57 % ; 7,7 Mm <sup>3</sup>	Environ 50 forages, 0 à 4 km entre les forages et les vignes, HMT comprise entre 100 et 300mCE <b>62 M€ (10 000 €/ha)</b>	
		2 640 ha sans solutions (C9, C10 et C11) soit 23 % des surfaces du scénario 80 %		
Mobilisation de la ressource Rhône via le RHR		11 300 ha ; 100 % ; 13,5 Mm <sup>3</sup>	2 nouvelles prises au Rhône (débits en tête de 565 l/s sur le réseau A et 2 900 l/s sur le réseau C) <b>245 M€ (22 000 €/ha)</b>	<b>Réseau C uniquement :</b> 1 nouvelle prise au Rhône (débit en tête de 2 900 l/s) <b>210 M€ (22 000 €/ha)</b>
Retenues (ressources locales)		11 300 ha ; 100 % ; 13,5 Mm <sup>3</sup>	Il est difficile à l'échelle de l'étude d'envisager en pratique une solution d'ensemble impliquant des retenues. Pour ordre de grandeur, irriguer ces 11 300 ha nécessiterait 38 retenues de 500 000 m <sup>3</sup> (soit environ 500 ha de terrain). L'ordre de grandeur des coûts d'investissement associés est de <b>238 M€ (21 000 €/ha)</b> .	

■ Faisable   
 ■ Faisabilité technique et/ou impacts milieu à préciser   
 ■ Non envisageable

Différents types de solutions peuvent permettre au territoire Ardèche-Cèze de répondre à ses principaux enjeux : préservation du foncier agricole et naturel face à la pression de l'urbanisation, préservation d'une viticulture historique et dynamique.

En ce qui concerne les solutions techniques, l'analyse met en évidence une meilleure capacité à répondre aux besoins sur la bordure rhodanienne, que ce soit en mobilisant les ressources souterraines ou l'eau du Rhône. Les forages ne permettront sans doute pas de répondre à plus de 20 % des nouveaux besoins mais le Rhône et les ressources superficielles locales pourraient être mobilisées plus largement sur l'ensemble du territoire. **L'ordre de grandeur des coûts d'investissement pour irriguer 80 % des surfaces en vignes non irriguées aujourd'hui sur le territoire pourrait varier entre 225 M€ (forages quand « faisable » et ressource Rhône pour les autres poches) et 245 M€ (ressource Rhône seule).**

**Le rôle des acteurs locaux dans la fédération du territoire, l'identification et la mise en œuvre de solutions ambitieuses et collectives apparaît primordial** : EPCI via les SCoT pour la préservation du foncier, caves coopératives et leurs partenaires pour l'adaptation du vignoble et des pratiques associées, etc.

## 7.4 ZONE « GARRIGUES »

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS DE TYPE « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION » ?

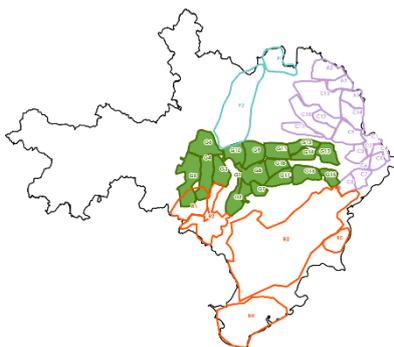
Parmi les solutions de ce type, les suivantes apparaissent particulièrement importantes pour la zone Garrigues :

- **Adaptation des comportements et des pratiques** : expérimentation et accompagnement de l'évolution des pratiques agricoles et encadrement des projets, par exemple via des PTGE si des retenues sont envisagées ;
- **Planification et aménagement du territoire** : désartificialisation et renaturation pour favoriser l'infiltration et le stockage de l'eau, sanctuarisation des terres agricoles, notamment si l'accès à l'irrigation se développe.

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU ?

Les trois « grandes » solutions sont potentiellement envisageables sur ce secteur pour répondre aux nouvelles demandes potentielles associées à la vigne :

- la mobilisation des eaux souterraines via les forages ;
- le développement du stockage via des retenues ;
- le transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône, bien que le Rhône soit éloigné, au regard du caractère difficilement mobilisable des ressources locales sur le territoire.



**Situation actuelle « Zone Garrigues » - Poches G1 à G18**



12 800 ha de vignes



dont 400 ha irrigués

Le tableau suivant synthétise les besoins potentiels associés aux scénarios étudiés de demande en eau supplémentaire de la vigne sur la zone.

Tableau 35 : Aperçu des surfaces et volumes associés aux scénarios « 30 %, 50 % et 80 % d'irrigation de la SAU en vignes non irriguée aujourd'hui »

SCÉNARIO	SURFACE EN VIGNE IRRIGUÉE 2050	BESOIN ANNUEL ASSOCIÉ (JUIN-SEPT.)
30 %	3 700 ha	4,5 Mm <sup>3</sup>
50 %	6 200 ha	7,4 Mm <sup>3</sup>
80 %	9 900 ha	11,9 Mm <sup>3</sup>



Les besoins supplémentaires pour l'alimentation en eau potable (besoins liés à l'augmentation de la population de l'agglomération d'Alès et à la sécurisation des points rouges identifiés dans la zone centrale représentent 1Mm<sup>3</sup> /an, dont 370 000 m<sup>3</sup> sur la période juin-septembre.

Tableau 36 : Aperçu des besoins supplémentaires liés à l'eau potable

AEP	BESOIN ANNUEL (M <sup>3</sup> )	BESOIN JUIN-SEPTEMBRE (M <sup>3</sup> )
AEP Agglo Alès (besoin pop sup. horizon 2050)	855 000	328 000
Points rouges zone centrale	100 000	100 000
<b>TOTAL</b>	<b>955 000</b>	<b>366 000</b>

Le tableau suivant présente le comparatif des deux options étudiées sur la zone dans le scénario 80 % (10 000 ha à équiper – 12 Mm<sup>3</sup>) :

- Les eaux souterraines peuvent satisfaire potentiellement 64 % des besoins (hors poches G3 à G6 sans solution). La faisabilité technique apparaît cependant complexe ou à risque fort d'impact sur les eaux de surface au regard des volumes en jeu pour 36 % des besoins. Les forages représentent ainsi plus probablement une solution envisageable pour 28 % des besoins (contraintes techniques et réglementaires acceptables pour les poches G1, G2, G7 et G11 à G16).
- Les retenues et la mobilisation de la ressource Rhône peuvent permettre de répondre aux besoins sur l'ensemble de la zone (faisabilité et impact milieu à préciser localement pour les retenues).
- L'ordre de grandeur du coût d'investissement à l'hectare double en mobilisant les retenues par rapport aux forages et est multiplié par 3 ou 4 en mobilisant le Rhône selon le périmètre concerné par la solution.
- Le coût d'investissement à l'hectare en mobilisant le Rhône augmente de près de 30 % si on ne mobilise pas cette solution pour les poches G3 à G6 (poches les plus éloignées et sans solutions « forage »). En effet, le coût des conduites structurantes (relativement peu impacté par un dimensionnement plus important en termes de parcelles desservies) est alors réparti sur un nombre moins important d'hectares.

Tableau 37 : Comparaison des options techniques d'accès à l'eau pour répondre aux besoins complémentaires potentiels liés à la vigne – Zone « Garrigues »

OPTION	CAPACITÉ DE RÉPONSE À LA DEMANDE (SURFACES CONCERNÉES, % DES SURFACES DU SCÉNARIO 80 %, VOLUME ASSOCIÉ)		ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LA ZONE « FAISABLE »	ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS D'INVESTISSEMENT SUR LA ZONE OÙ LES FORAGES NE SONT PAS ENVISAGEABLES
Forages (eaux souterraines)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 800 ha (G1, G2, G7 et G11 à G16)</li> <li>- 28 % des surfaces du scénario 80 %</li> <li>- 3,4 Mm<sup>3</sup></li> </ul>	Environ 35 forages, desserte locale (G11-G16) ou 1-4 km entre les forages et les vignes et une HMT comprise entre 100 et 200mCE <b>20 à 30 M€</b> (13 000 €/ha pour G1, G2 et G7, 10 000 €/ha pour G11 à G16)	
		3 600 ha (G8, G9, G17 et G18) ; 36 % ; 4,3 Mm <sup>3</sup>	Environ 13 à 20 forages, 1 à 10 km entre les forages et les vignes, HMT entre 100 et 600mCE <b>35 à 40 M€</b> (10 000 €/ha)	
		3 250 ha sans solutions (G3 à G6) soit 36 % des surfaces du scénario 80 %		
Mobilisation de la ressource Rhône via le RHR		9 900 ha ; 100 % ; 11,9 Mm <sup>3</sup>	1 nouvelle prise au Rhône (débit en tête de 3 045 l/s) <b>302 M€</b> (30 000 €/ha) Si non desserte G3 à G6 : <b>240 M€</b> (38 000 €/ha)	<b>Réseau G sans G11 à G14 et G1, G2, G7<sup>51</sup> : 238 M€</b> (29 400 €/ha)
Retenues (ressources locales)		9 900 ha ; 100 % ; 11,9 Mm <sup>3</sup>	Il est difficile à l'échelle de l'étude d'envisager une solution d'ensemble impliquant des retenues. Pour ordre de grandeur, irriguer ces 9 900 ha nécessiterait 33 retenues de 500 000 m <sup>3</sup> (soit environ 400 ha de terrain). L'ordre de grandeur des coûts d'investissement associés est de <b>210 M€</b> (21 000 €/ha).	

■ Faisable   
 ■ Faisabilité technique et/ou impacts milieux à préciser   
 ■ Non envisageable

N.B. : Le volume nécessaire pour l'irrigation supplémentaire de la vigne de la zone dans le scénario 80 % (12 Mm<sup>3</sup>) serait stocké vraisemblablement pendant les mois d'octobre à avril - mai. Pour ordre de grandeur, ce volume représente :

- 3 % du volume moyen passant au pont de Ners sur le Gardon en année moyenne d'octobre à mai ;
- 9 % du volume moyen passant au pont de Ners sur le Gardon en année sèche (succession de mois quinquennaux secs) d'octobre à mai.

Ces ordres de grandeur sont indiqués pour information et la réalité est bien plus complexe que cette simple comparaison : difficulté à capter des débits s'écoulant en crue, débit minimum à maintenir en toutes saisons, difficulté technique de prélèvement, transport solide important à certains moments, etc.

<sup>51</sup> G15 et G16, bien qu'identifiées comme « faisables » avec la solution forage, sont prises en compte dans cette proposition car situées sur le trajet de la conduite structurante. Les raccorder « en chemin » permet de faire supporter le poids de l'investissement à davantage de parcelles. L'économie associée aux poches non desservies (G11 à G14 et G1, G2, G7) permet d'économiser environ 3% sur le coût des conduites structurantes.



**La zone Garrigues présente des enjeux d'envergure vis-à-vis du changement climatique pour l'ensemble des usages socio-économiques :**

- L'alimentation en eau potable, avec la présence de « points rouges » déjà aujourd'hui et amenés à s'intensifier ;
- L'agriculture, avec en particulier plus de 10 000 ha de vignobles ;
- Les milieux et le tourisme, avec l'existence de cours d'eau dont les étiages pourraient se trouver fortement impactés.

Il sera ainsi particulièrement important de **mettre en œuvre un réel projet de territoire intégrant toutes ces composantes si l'on souhaite apporter une réponse collective efficace à ces enjeux**. Ce projet devra fédérer les acteurs autour de l'ensemble des solutions de type « Comportement / Planification / Expérimentation » disponibles : planification de l'urbanisation, adaptation des cultures et des pratiques agricoles (via des expérimentations dédiées par exemple), économies d'eau... ainsi qu'autour de solutions techniques d'accès à l'eau.

**Des solutions techniques de desserte en eau existent en effet sur le territoire mais sa position centrale et relativement éloignée du couloir rhodanien conduit, pour des solutions généralisées, à des coûts très élevés.** L'analyse met en évidence le caractère particulièrement intéressant des forages pour répondre aux besoins d'irrigation des poches de vigne G11 à G13, hautes et peu denses. Plus largement, les forages ne permettront sans doute pas de répondre à plus de 30 % des nouveaux besoins mais le Rhône et les ressources superficielles locales pourraient être mobilisées plus largement sur l'ensemble du territoire.

**L'ordre de grandeur des coûts d'investissement pour irriguer 80 % des surfaces en vignes non irriguées aujourd'hui sur le territoire pourrait varier entre 250-270 M€ (forages pour les poches G11 à G14 et G1, G2, G7, et ressource Rhône pour les autres poches) et 300 M€ (ressource Rhône seule).**

**Le rôle des acteurs locaux dans la fédération du territoire, l'identification et la mise en œuvre de solutions ambitieuses et collectives apparaît primordial :** communes et leurs groupements pour la préservation du foncier, caves coopératives et leurs partenaires pour l'adaptation du vignoble et des pratiques associées, etc.



## 7.5 ZONE « RHR HISTORIQUE »

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS DE TYPE « COMPORTEMENT / PLANIFICATION / EXPÉRIMENTATION » ?

Parmi les solutions de ce type, les suivantes apparaissent particulièrement importantes pour la zone RHR historique :

- Planification et aménagement du territoire - Urbanisme, préservation du foncier agricole et naturel ;
- Planification et aménagement du territoire - Désartificialisation et renaturation ;
- Adaptation des comportements et des pratiques : économies d'eau (tant AEP qu'irrigation).

### QUELLE MOBILISATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES D'ACCÈS À L'EAU ?

#### *Peut-on irriguer de nouvelles parcelles à proximité des zones équipées ?*

On évoque ici des projets :

- concernant des surfaces de quelques dizaines à quelques centaines d'hectares ;
- situés à l'intérieur de zones équipées saturées (densification) ou à proximité directe du RHR actuel (extensions périphériques : moins de 5 km environ).

Un premier niveau d'information sur ces surfaces a pu être proposé par BRL en lien avec les demandes d'extension du RHR identifiées dans le Gard. Plusieurs sont financées ou attendent un financement européen à travers le programme de développement rural (PDR) 2014-2020 de l'ex-Région Languedoc-Roussillon, (type d'opérations 4.3.3). Celui-ci s'est fixé comme objectif de réalisation un maximum de 6 000 ha irrigués supplémentaires pour la période 2014-2020. Un processus de sélection itérative des projets est mis en place, conformément aux exigences européennes et au regard de la demande plus importante que cet objectif : appel à manifestation d'intérêt (AMI) étude > réalisation d'une étude de faisabilité > AMI travaux > appel à projets. À noter que tout projet de nouveau prélèvement doit être validé par la Commission locale de l'eau (CLE) de la ressource locale. Ces projets concernent à plus de 90 % des demandes à destination de la vigne.

Les projets en cours de réalisation ou en attente représentent près de 3 000 ha. Le coût à l'hectare des investissements varie entre 6 000 et 12 000 €/ha.

Ils sont détaillés et localisés dans le tableau et la carte ci-après.

N.B. : Les solutions structurantes étudiées dans le cadre de cette étude pourraient permettre de desservir certains de ces périmètres. Des choix stratégiques entre les différentes options envisageables, et plus largement sur le niveau d'ambition de la stratégie « Eau et climat 3.0 », seraient ainsi nécessaires à court-terme pour planifier les interventions.



Tableau 38 : Synthèse des projets de densification ou d'extension périphérique du RHR (en cours de réalisation ou en attente en 2019)

ZONE DE PROJET	SURFACE CONCERNÉE	OBJET	FAISABILITÉ	ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS	ÉTAT D'AVANCEMENT
<b>Collines des costières</b>	600 ha	Vigne à 95 %, un peu d'arboriculture	Mobilisation de la ressource Rhône avec des extensions du RHR	3,6 M€ (environ 6 000 €/ha) <i>Financement PDR avec cofinancement Région et Département (part d'autofinancement assurée par les bénéficiaires finaux : environ 1000 €/ha engagé)</i>	Mise en eau prévue pour 2021-2022 (BRL maître d'ouvrage)
<b>Vaunage</b>	200 à 300 ha	Vigne	Surfaces situées à l'intérieur ou proche d'une zone équipée mais saturée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prise dans le canal Philippe Lamour</li> <li>- Un surpresseur à renforcer</li> </ul>	Entre 1 et 2 M€ (autour de 6 000 €/ha)	Émergence de la demande Étude de faisabilité en projet
<b>Les Trois Châteaux</b> (Vénejan, Saint-Etienne des Sorts, Chusclan)	300 à 400 ha	Vigne AOP Côte du Rhône	Nouveau prélèvement dans le Rhône	Environ 8 000 €/ha	AMI travaux déposé Étude de faisabilité réalisée, portée par l'ASL d'irrigation des 3 châteaux en cours de transformation en ASA (enquête publique)
<b>Nord-Sommiérois branche Ouest</b>	670 ha	Vigne à 95 %, quelques pépinières (faible densité)	Extension à partir du réseau Nord-Sommiérois actuel : seuls 450 ha peuvent être irrigués (limitation par le débit disponible sur le réseau en amont)	12 000 €/ha	AMI travaux déposé Étude de faisabilité réalisée, portée par le Syndicat intercommunal hydraulique agricole du Nord Sommiérois (SIHANS)
			Mutualisation possible pour 260 ha (140 sur la commune de Corconne et 120 ha sur la commune de Brouzet au sud) avec le projet d'extension porté par la Communauté de communes du Grand Pic Saint Loup (Hérault).	Extension Gard non estimée pour l'instant (adduction pour le projet d'extension du Grand Pic Saint-Loup : 10-15 M€)	Étude d'opportunité du projet de d'extension du Grand Pic Saint-Loup conduite par BRL
<b>Remoulins-Castillon</b>	400-500 ha	Vigne (portage cave, Côte du Rhône village)	Projets en attente car seul l'un des eux pourrait être faisable au regard de la capacité de production de la station de Vallabrègues	Non estimé	Émergence de la demande Réflexion de l'intercommunalité sur le lancement d'une étude de faisabilité globale
<b>Domazan</b>	500 ha	Vigne (100L/s)			

Source : BRL (2019)

Figure 65 : Localisation des projets identifiés de densification et d'extension périphériques du RHR (2019)





## 7.6 APPROCHE COÛTS - BÉNÉFICES POUR LES ZONES ARDÈCHE-CÈZE ET GARRIGUES

### PRINCIPES, PÉRIMÈTRE ET LIMITES DE L'ANALYSE

L'approche Analyse Coûts-Bénéfices (ACB) permet d'évaluer l'opportunité économique d'un projet donné. L'approche considère, du point de vue de la collectivité (au sens large), les coûts et les bénéfices du projet, qui sont supportés par l'ensemble des acteurs du système considéré.

**Dans le cas présent, il s'agit de comparer la mise en œuvre de solutions structurantes d'accès à l'eau pour la vigne, avec une situation de référence sans projets.**

Sur les zones Ardèche-Cèze et Garrigues, les solutions techniques d'accès à l'eau étudiées nécessitent en effet un choix stratégique de réalisation ou non de projets structurants, qui peuvent impacter fortement l'avenir d'une filière. L'approche proposée constitue un outil d'aide à la réflexion pour apporter des éléments de réponse à la question suivante : « **Les investissements nécessaires pour irriguer 80 % des surfaces en vigne sur les zones Ardèche-Cèze et Garrigues apparaissent-ils pertinents au regard des bénéfices attendus ?** ».

**Cette approche, réalisée à une échelle macro dans le cadre d'une étude départementale, est bien évidemment imprécise et limitée.** Elle vise essentiellement à :

- fournir des ordres de grandeur pour alimenter les réflexions ;
- montrer le poids des différents facteurs dans le bilan économique.

Au regard de l'échelle de l'étude, du temps et des données disponibles, **l'analyse n'intègre par exemple que les coûts et bénéfices directs** :

- Les sommes à dépenser pour mettre en place le projet : l'ensemble des coûts d'investissement du projet (stations de pompage, adductions, réseaux de desserte...), l'énergie nécessaire au fonctionnement, l'entretien et la maintenance, les charges (surcoût de l'irrigation), etc.
- Et les bénéfices générés pour la viticulture de la zone, mesurés par le chiffre d'affaires.

Cette approche pénalise la situation « avec projet », puisque ne sont pas comptabilisés :

- Les emplois directs potentiellement préservés par le projet ;
- Les bénéfices indirects (paysages, emplois indirects créés par l'irrigation, services écosystémiques conservés du fait de la préservation de surfaces en vigne...).

### MÉTHODES ET HYPOTHÈSES

#### Approche par différence avec une situation de référence

Pour conduire l'analyse coûts-bénéfices, il est nécessaire de déterminer au minimum deux situations :

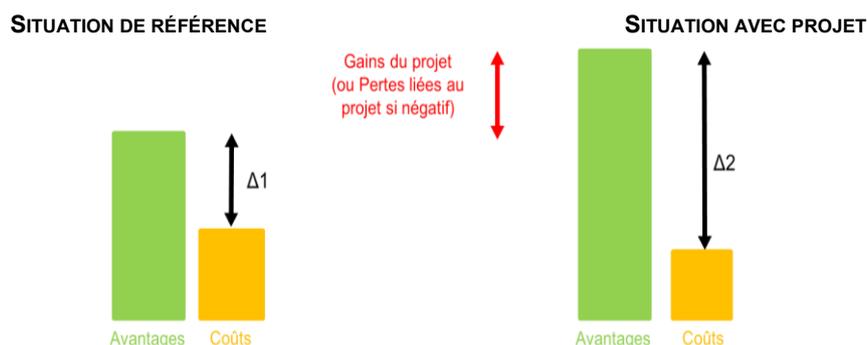
- Une situation de référence, « sans solution structurante d'accès à l'eau »,
- Une situation de projet, « avec solution structurante d'accès à l'eau ».



Les gains ou pertes du projet sont évalués comme suit (illustré dans la figure ci-dessous) :

- Calcul, dans un premier temps, pour chacune des deux situations :
  - des avantages et des coûts,
  - de la différence entre les avantages et les coûts pour la situation sans projet ( $\Delta 1$ ) et pour la situation avec projet ( $\Delta 2$ ),
- Calcul de la différence des différences ( $\Delta 2 - \Delta 1$ ). Ce calcul peut conduire à une valeur positive (projet présentant un gain économique par rapport à la situation de référence) ou à une valeur négative (projet présentant une perte économique par rapport à la situation de référence).

Figure 66 : Principe de l'analyse Coûts-Bénéfices



Source : BRLi (2020)

## Hypothèses

### Hypothèses d'analyse économique

Les deux hypothèses retenues pour l'analyse économique sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 39 : Hypothèses économiques ACB

VARIABLE	VALEUR
Taux d'actualisation – analyse économique	3 %
Période d'analyse	50 ans (2020-2070)

### Hypothèses de caractérisation de la viticulture des territoires

L'objet de l'analyse est la viticulture des zones Ardèche-Cèze et Garrigues, et plus particulièrement la viticulture issue des surfaces en vigne non irriguées aujourd'hui et que l'on pourrait ou non irriguer d'ici 2050. Dans l'hypothèse maximale posée dans la présente étude, on irriguerait 80 % des vignes non irriguées aujourd'hui (hypothèse de travail) sachant que très peu de surfaces en vignes sont irriguées aujourd'hui sur ces zones. Le tableau suivant présente les caractéristiques de ces zones de vignes définies pour l'analyse.

Tableau 40 : ACB - Hypothèses de caractérisation de la viticulture

VARIABLE	VALEUR ARDÈCHE-CÈZE	VALEUR GARRIGUES	SOURCE
Surfaces en vignes	14 000 ha	13 000 ha	RPG 2017
Surfaces en vignes irriguées dans le scénario 80 %	11 000 ha	10 000 ha	Hypothèses E&C 3.0
Pourcentage de surfaces produisant en AOP dans la zone	80 %	40 %	Périmètres AOP et dire d'expert <sup>52</sup>
Pourcentage de surfaces produisant en IGP ou autre dans la zone	20 %	60 %	Par différence

<sup>52</sup> Les données disponibles ne permettent pas d'identifier par zone les surfaces qui produisent en AOP, en IGP ou VSIG. Une parcelle en vigne peut être située dans l'aire d'une appellation mais produire hors AOP (le pourcentage va dépendre de la notoriété et de la « rentabilité » de l'AOP). Seules 4 % des surfaces produisant sans IG dans le Gard, nous n'avons pas considéré cette catégorie dans l'analyse.

Dans les deux situations, on pose l'hypothèse d'un maintien de la répartition AOP/IGP sur la durée de l'analyse (2020-2070).

### Hypothèses concernant le coût des projets envisagés

Les hypothèses concernant les projets ont été définies sur la base des solutions structurantes présentées plus haut dans le rapport.

Tableau 41 : ACB – hypothèses de coûts des projets

VARIABLE	VALEUR ARDÈCHE-CÈZE	VALEUR GARRIGUES
Coût d'aménagement (investissements collectifs)	10-25 000 €/ha	10-40 000 €/ha
Renouvellement	15 % de l'investissement initial après 25 ans	
Énergie	80 à 100 €/ha/an (avec un coût de l'énergie de 0,060 €/kWh) (selon solution)	
Maintenance	0,5 % du coût d'investissement soit par exemple 125 €/ha/an pour un aménagement à 25 000 €/ha	

Source : BRLi et BRL (2020)

### Hypothèses concernant les rendements de la viticulture (avec ou sans projet)

Les hypothèses posées concernant les rendements aujourd'hui et à l'horizon 2050 sont identiques à celles définies dans le cadre de l'analyse socio-économique des scénarios (cf. sous-chapitre 3.3.2). Une **hypothèse d'évolution linéaire des rendements** est également posée pour définir les rendements annuels entre 2020 et 2070 à partir de ces valeurs.

Tableau 42 : ACB - Rappel des hypothèses d'évolution des rendements entre aujourd'hui et 2050 avec/sans irrigation et en année moyenne/sèche

	Vignes (hL/ha)	Année moyenne		Année sèche	
		Non-irrigué	Irrigué	Non-irrigué	Irrigué
Références	AOP	43	48	38	43
	IGP	68	73	54	66
	VSIG	72	114	46	103
	<i>Evolutions des rendements</i>	↓ - 25 %	↓ - 5 %	↓ - 25 %	↓ - 5 %
Projection 2050	AOP	32	46	29	41
	IGP	51	69	41	62
	VSIG	54	108	35	97

Une autre hypothèse forte est posée dans la situation de référence, « sans solution structurante d'accès à l'eau » (cf. présentation thématique des scénarios au sous-chapitre 3.2.2) : **la moitié des surfaces non irriguées aujourd'hui et qui ne seraient pas irriguées en 2050 disparaissent de manière linéaire à partir d'aujourd'hui** (stabilisation à partir de 2050).

### Hypothèse climatique

Comme dans l'analyse socio-économique des scénarios, nous faisons l'hypothèse suivante concernant la fréquence des sécheresses : 1 année sèche sur 5 en moyenne.



### Charges AOP / IGP (situation de référence)

Les hypothèses de charges associées au mode de valorisation ont été estimées sur la base d'une fiche Memento Viticulture (vigne palissée cépage rouge) établie par CERFrance (Agence Midi-Méditerranée).

Tableau 43 : ACB- Hypothèses sur les charges AOP/IGP

VARIABLE	VALEUR AOP	VALEUR IGP
Charges totales pour la viticulture (charges opérationnelles et charges de structure, hors investissements)	4 700 €/ha/an	
Frais de vinification	30 €/hL	25 €/hL

Source : BRLi à partir de Fiche Memento Viticulture – Vigne palissée cépage rouge (CERFrance-Agence Midi-Méditerranée ; mise à jour 2018)

N.B. : Les amortissements liés aux investissements spécifiques de la culture (plantation et palissage), communs aux AOP et IGP, ne sont pas pris en compte dans le calcul. Ils représentent environ 800 €/ha sur une durée de 25 ans. Cette omission n'est pas gênante car ce terme, pratiquement identique en sec et en irrigué, s'annule dans le calcul de l'ACB.

### Charges - Surcoût irrigation (situation avec projet)

Les charges supplémentaires à prendre en compte en système irrigué varient en fonction du type de valorisation et de la participation ou non à l'investissement. Dans le cadre de notre approche très amont et menée du point de vue de la collectivité (au sens large), seules les charges annuelles liées à l'irrigation ont été comptabilisées :

Tableau 44 : ACB - Hypothèses de « surcoût de l'irrigation »

VARIABLE	VALEUR
Charges d'irrigation	100 €/ha/an
Surcoût des charges à la parcelle lié à l'entretien, au pilotage, etc.	200 €/ha/an
<b>TOTAL</b>	<b>300 €/ha/an</b>

Source : BRLi et Chambre d'agriculture de l'Aude (2017 et 2020)

La variabilité interannuelle de ces charges n'a pas été considérée à l'échelle de l'analyse (en pratique, ces charges sont moins importantes en année moyenne qu'en année sèche).

Pour information, le retour d'expérience des projets de desserte à partir du RHR met en évidence les valeurs suivantes pour les frais d'investissement supportés par les viticulteurs :

- Investissement initial à la parcelle de l'ordre de 2 000 €/ha ;
- Participation à l'investissement collectif de l'ordre de 1 000 €/ha ;
- Renouvellement à la parcelle de l'ordre de 1 000 €/ha tous les 15 ans.



## RÉSULTATS

Trois résultats principaux sont considérés en sortie du modèle d'ACB :

- Le **coût de l'irrigation actualisé sur 50 ans**, qui correspond aux coûts collectifs d'accès à l'eau (investissement initial, renouvellement, maintenance et coûts d'énergie) ;
- Le **gain apporté par l'irrigation en bénéfice actualisé sur 50 ans**, qui correspond à l'écart, pour la surface en vigne considérée, entre la situation « sans accès à l'eau » et la situation « avec accès à l'eau » (comparaison de la somme des bénéfices annuels actualisés dans les deux situations) ;
- La **Valeur actualisée nette (VAN) sur 50 ans**, qui correspond à la différence entre ces deux termes et caractérise la rentabilité de l'investissement.

Dans le cadre de cette ACB, le projet apparaît opportun d'un point de vue économique (selon les hypothèses retenues), si la VAN sur 50 ans est positive.

Le modèle et les hypothèses fixées mettent en évidence un élément clé qui influe fortement sur l'analyse : le niveau des charges pour la viticulture à l'hectare. Ces charges, qui s'appliquent aux surfaces irriguées comme non irriguées, et qui ont été considérées comme identiques en AOP et IGP, influent fortement sur les résultats de la modélisation. Ce point est lié à l'hypothèse de disparition de la moitié des surfaces non irriguées aujourd'hui et qui ne seraient pas irriguées en 2050. Cette hypothèse conduit en effet à un différentiel surfaces irriguées / surfaces non irriguées et les charges pour la viticulture ne s'annulent donc pas dans la différence entre situation avec référence et situation avec projet. La forte valeur des charges à l'hectare pour la viticulture questionne la rentabilité de la viticulture en situation actuelle et a fortiori dans un futur où les conditions climatiques seront moins favorables à l'activité (baisse des rendements).

Nous avons cherché à estimer l'investissement « raisonnablement envisageable », c'est-à-dire l'investissement maximum qui permet de conserver une Valeur Actualisée Nette positive, en faisant varier trois paramètres :

- Les charges pour la viticulture, le modèle étant très sensible à cette hypothèse ;
- La répartition AOP/IGP sur le territoire, cette hypothèse étant établie à dire d'experts en l'absence de données disponibles ;
- Et enfin les coûts énergétiques à l'hectare pour la solution structurante d'accès à l'eau, qui pourraient être amenés à varier selon l'évolution du coût de l'énergie dans le futur.

Les résultats obtenus, pour un périmètre type de 10 000 ha, en faisant varier les hypothèses présentées ci-avant, sont présentés dans le tableau suivant. On note les points suivants :

- L'investissement « raisonnable » à l'hectare pour une \*solution structurante d'accès à l'eau varie ainsi entre 5 600 et 9 100 €/ha selon la part d'AOP avec les hypothèses de référence pour les charges de viticulture et les coûts énergétiques.
- Une augmentation des coûts énergétiques de la solution structurante d'accès à l'eau de 50 % (passage de 100 à 150 €/ha/an) induit une baisse de 1000 €/ha sur les deux bornes de cette fourchette d'investissement « raisonnable ».
- Enfin des charges opérationnelles diminuées de 25% (passage de 4700 à 3500 €/ha/an) permettent d'envisager un investissement « raisonnable » compris entre 12 700 €/ha et 16 100 €/ha selon la part d'AOP sur le territoire.



Tableau 45 : ACB – Estimation de l'investissement « raisonnablement envisageable » en fonction de 3 paramètres clés

Proportions AOP/IGP sur le périmètre (10 000 ha)	Investissement « raisonnablement envisageable » selon plusieurs hypothèses (€/ha)					
	Hypothèses de référence		Charges opérationnelles diminuées de 25 %		Coûts énergétiques augmentés de 50 %	
	Charges viticulture	Coûts énergétiques	Charges viticulture	Coûts énergétiques	Charges viticulture	Coûts énergétiques
	4 700 €/ha	100 €/ha/an	3 500 €/ha	100 €/ha/an	4 700 €/ha	150 €/ha/an
AOP 100 % - IGP 0 %	9 100 €/ha		16 100 €/ha		8 100 €/ha	
AOP 40 % - IGP 60 %	7 000 €/ha		14 000 €/ha		6 000 €/ha	
AOP 0% - IGP 100 %	5 600 €/ha		12 700 €/ha		4 600 €/ha	

Source : ACB conduite par BRLi (2020)

Cette analyse coûts-bénéfices de l'intérêt de l'irrigation de la vigne par des solutions structurantes a été réalisée avec une loupe « départementale ». Elle permet une première approche dans des zones où le besoin peut représenter des surfaces importantes (environ 10 000 ha pour la zone Ardèche-Cèze ou pour la zone Garrigues). **L'investissement « raisonnable » y apparaît de l'ordre de 5 000 €/ha à 15 000 €/ha selon les hypothèses retenues.**

Cette approche ne traduit cependant pas la complexité de la situation.

En effet, l'approche économique devrait intégrer également de nombreux autres aspects non pris en compte ici et par ailleurs difficiles à quantifier : préservation d'emplois, préservation de paysages typiques du Gard avec des enjeux touristiques, lutte contre l'embroussaillage et les incendies, intégration de toutes les filières amont et aval, etc.

Ces paramètres constituent des enjeux locaux majeurs et doivent être pondérés dans la prise de décision de réalisation ou non d'une solution structurante d'accès à l'eau. L'ACB constitue ainsi un outil parmi d'autres au service d'un choix politique stratégique.

## 8 QUELLE STRATÉGIE EAU ET CLIMAT 3.0 POUR 2050 ?

« Attends-toi à l'inattendu », Edgar Morin.

Il est difficile de dire aujourd'hui à quoi ressemblera précisément le Gard de 2050. La présente étude *Eau et climat 3.0* a cependant mis en évidence qu'il est nécessaire de se préparer dès à présent à des changements majeurs, dont **certains seront de l'ordre de la rupture**. Avec un climat qui va se rapprocher de celui que connaissent aujourd'hui l'Espagne ou l'Afrique du Nord, la température moyenne pourrait par exemple augmenter d'1,5°C entre aujourd'hui et 2050 et de plus de 4°C à l'horizon 2100, induisant baisse des débits des cours d'eau à l'étiage, sécheresses des sols, etc... Le changement climatique a déjà et aura encore à l'avenir des conséquences locales très importantes. Par ailleurs, une partie de la Camargue pourrait subir une submersion marine. L'évolution des contextes économique, social, sociétal et politique, influera aussi sur le Gard de demain.

La nécessaire prise de conscience de ces grands changements auxquels le territoire pourra être confronté est en cours, accompagnée par les réunions de concertation qui ont pu se tenir au cours de l'étude. Cet effort devra être poursuivi pour relever ensemble le défi du changement climatique.

Les incertitudes ne doivent pas empêcher d'agir dès aujourd'hui, bien au contraire. De nombreuses solutions existent et ont été étudiées dans le présent rapport : protection foncière des espaces naturels et agricoles, accompagnement aux changements de pratiques et de comportements, désartificialisation des sols, renforcement de l'accès à la ressource en eau...

Des solutions existent pour répondre aux enjeux de l'ensemble des territoires gardois. Le Gard est ainsi en capacité de s'adapter. Les stratégies de mobilisation des solutions peuvent cependant être très différentes. Deux trajectoires sont ainsi proposées, pour les deux scénarios étudiés.

Plusieurs questions se posent alors pour définir une feuille de route d'adaptation du territoire :

- Comment orchestrer une réponse collective (structuration des territoires, fédération des acteurs locaux, accompagnement à l'émergence de projets de territoire locaux faisant le lien entre Eau-Territoire-Économie et Société, expérimentations locales...) ?
- Faut-il faire dès à présent le pari de l'irrigation de la vigne ?
- Où intervenir en priorité ? Selon quels critères ?

### 8.1 DES SOLUTIONS EXISTENT SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE

L'analyse des solutions envisageables, à la fois de type « Comportement / Planification / Expérimentation » et de type « technique », met en évidence le caractère adaptable du territoire gardois : **aucune zone n'est orpheline de solutions**.

Le tableau suivant synthétise, pour chacune des zones à enjeux du territoire, l'analyse des solutions potentielles mobilisables pour répondre à ses problématiques spécifiques. Les solutions transversales (économies d'eau en particulier) ne sont pas reprises en détail dans ce tableau mais sont bien évidemment fondamentales et valables pour chaque territoire.

N.B. : Les solutions techniques « Valorisation des effluents de caves », « Dessalement », et « Mobilisation de barrages écrêteurs de crues », jugées non pertinentes sur le territoire, ne sont pas reprises dans le tableau (cf. chapitre 6 pour plus de précisions).



Tableau 46 : Synthèse des solutions envisagées par zone à enjeux (solutions spécifiques)

Solutions potentielles	Zone « Cévennes »	Zone « Piémont »	Zone « Ardèche-Cèze »	Zone « Garrigues »	Zone « RHR historique »	Zone « Camargue »
<b>Amélioration et diffusion des connaissances</b>	<i>Transversal</i> Projets démonstrateurs (préservation d'infrastructures cévenoles traditionnelles, remplacement d'essences forestières suite à des dépérissements, dispositifs de stockage innovants) Renforcer la métrologie des eaux superficielles et souterraines	<i>Transversal</i>	<i>Transversal</i> Caractérisation du fonctionnement du système urgonien drainé par la Cèze et des séries du Crétacé supérieur du couloir rhodanien	<i>Transversal</i> Projets démonstrateurs (exploitations et domaines expérimentaux : nouveaux cépages, agroforesterie, ombrage...) Caractérisation du fonctionnement du système liasique drainé par la Cèze et par les Gardons de Mialet et de Saint-Jean, des molasses d'Uzès et des karsts du Haut Vidourle	<i>Transversal</i> Suivi de la recharge des nappes Vistrenque et Costières Caractérisation des volumes économisables via l'amélioration des rendements du RHR et les économies d'eau à la parcelle Poursuite du développement d'un réseau intelligent (RHR)	<i>Transversal</i> Études et suivi sur biseau salé et coin salé
<b>Adaptation des comportements et des pratiques</b>	<i>Transversal</i>	<i>Transversal</i> Accompagnement des changements de pratiques agricoles par les ASA de Saint-Jean-de-Maruejols et Potelières	<i>Transversal</i>	Projet de territoire intégrant toutes les composantes (AEP, agriculture, milieux et tourisme) essentiel au regard des enjeux forts et variés, fédérant les acteurs locaux	<i>Transversal</i> Renforcement des dispositions visant à favoriser les économies d'eau sur le RHR (gestionnaire et bénéficiaires)	<i>Transversal</i>
<b>Planification et aménagement du territoire</b>	Adaptation de la forêt et valorisation de cette ressource dans la lutte contre le changement climatique (développement de la filière bois-énergie, caractérisation et optimisation des liens forêt-ressources en eau) Préservation et restauration des zones humides et ripisylves, installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies	Installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies si possible en travers de la pente, préservation et restauration des ripisylves	Installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies si possible en travers de la pente, préservation et restauration des ripisylves Sanctuarisation des terres agricoles (notamment zones proches du Rhône qui présentent un accès à l'eau facilité – eaux souterraines ou Rhône) et naturelles	Installation de bandes enherbées, de boisements ou de haies si possible en travers de la pente, préservation et restauration des ripisylves Développement du pastoralisme pour l'entretien des espaces boisés et la lutte contre le risque incendie ?	Sanctuarisation des terres agricoles (notamment ayant accès à l'irrigation) et naturelles Désimperméabilisation et revégétalisation des zones urbaines Animation foncière et solutions innovantes pour favoriser la mobilisation de l'irrigation sur les zones équipées	Intégration du risque submersion marine dans la planification de l'urbanisation
<b>REUT</b>	<i>Ressource complémentaire ou de substitution à étudier localement</i>					
<b>Stockage souterrain</b>	Les dépôts alluvionnaires sont réduits. Opportunité à envisager au cas par cas. Les tancats peuvent localement servir de petites réserves souterraines.	A priori peu d'opportunité pour ce type de solutions dans cette zone	Secteur potentiellement intéressant pour approfondir l'opportunité du stockage souterrain : Cèze au droit du remplissage oligocène du bassin d'Alès	Secteurs potentiellement intéressants pour approfondir l'opportunité : Gardon d'Alès et Gardon d'Anduze, au droit du remplissage oligocène du bassin d'Alès ; Gardon, au droit du remplissage oligocène du bassin de Saint Chaptès	<i>A priori non pertinent pour la zone</i>	<i>A priori non pertinent pour la zone</i>
<b>Barrages</b> (optimisation du soutien d'étiage des barrages existants ou création de nouveaux barrages)	Forte opposition sociale historique à la création de nouveau barrage (impacts environnementaux, question du sens, éloignement zones demande) : n'apparaît pas comme une réelle solution à court-moyen terme. À reconsidérer à plus long terme dans un scénario de rupture. Ordre de grandeur raisonnable pour un nouveau barrage : 20 à 50 M€			Optimisation du soutien d'étiage des barrages existants (situés en Cévennes mais bénéficiant également à la zone Garrigues) : +5 Mm <sup>3</sup> /an envisageables, dont 4,5 Mm <sup>3</sup> sur les Gardons et 0,8 Mm <sup>3</sup> sur la Cèze. Points de vigilance : - Impacts sécurité et milieux - Compensation d'un déficit uniquement sur l'axe réalimenté	<i>Zone non concernée</i>	<i>Zone non concernée</i>
<b>Forages pour mobilisation des eaux souterraines</b>	<i>Aquifères locaux très réduits. Solutions à étudier au cas par cas.</i>	Mobilisation aquifères urgoniens envisageable (étude d'opportunité et de faisabilité locale nécessaire pour affiner) Ordre de grandeur pour sécuriser l'AEP et développer l'irrigation (1,1 Mm <sup>3</sup> ) : 10-20 M€ (14 000 €/ha)	Ordre de grandeur pour sécuriser l'AEP et développer l'irrigation (10,4 Mm <sup>3</sup> ) : 80 M€ (entre 7 000 et 10 000 €/ha)	Ordre de grandeur pour sécuriser l'AEP et développer l'irrigation (7,7 Mm <sup>3</sup> ) : 55 à 70 M€ (entre 10 000 et 13 000 €/ha)	Veille à avoir sur le bilan quantitatif long terme des nappes Vistrenque-Costières en lien avec une baisse attendue de la recharge et une hausse possible des prélèvements	<i>Non pertinent pour la zone</i>
<b>Transfert d'eau du Rhône</b> depuis le Rhône ou un canal du RHR	<i>Distance au Rhône et au RHR actuel trop importante pour envisager une adduction</i>	Solution non réaliste : distance importante de la zone de demande au Rhône et au RHR actuel, et densité faible de la SAU	Ordre de grandeur sécuriser l'AEP et développer l'irrigation (13,5 Mm <sup>3</sup> ) : 245 M€ (22 000 €/ha)	Ordre de grandeur sécuriser l'AEP et développer l'irrigation (11,9 Mm <sup>3</sup> ) : 300 M€ (38 000 €/ha)	Projets irrigation en cours de réalisation ou en attente : 3 000 ha (6 à 12 000 €/ha)	<i>Mobilisation du Rhône par les ASA d'irrigation du riz, hors RHR (+7 à 15 Mm<sup>3</sup>/an avec le changement climatique ?)</i>
<b>Retenues d'eau</b>	Solution pertinente pour la zone : - Sécurisation AEP (600-800 €/m <sup>3</sup> ) - Maintien/ développement de la filière oignons doux (entre 1 à 3 M€, 25 €/m <sup>3</sup> ) - Abreuvement des ovins lait (besoins à préciser, 30-35 €/m <sup>3</sup> )	Faisabilité et impact milieu à préciser localement Ordre de grandeur pour la zone (1,1 Mm <sup>3</sup> ) : 17 M€ (21 000 €/ha). Projet de stockage de l'ASA de Saint-Jean (600 000 m <sup>3</sup> )	Difficile à l'échelle de l'étude d'envisager en pratique une solution d'ensemble impliquant des retenues Ordre de grandeur pour la zone (13,5 Mm <sup>3</sup> ) : 238 M€ (21 000 €/ha)	Difficile à l'échelle de l'étude d'envisager en pratique une solution d'ensemble impliquant des retenues Ordre de grandeur pour la zone (11,9 Mm <sup>3</sup> ) : 210 M€ (21 000 €/ha)	<i>A priori non pertinent pour ces zones</i>	



## 8.2 QUELLE TRAJECTOIRE POUR LE SCÉNARIO OPPORTUNISTE ?

Dans le scénario Opportuniste, l'adaptation au changement climatique se poursuit en fonction essentiellement de critères économiques, dans une vision à court et moyen termes relativement individuelle, avec une intervention des politiques publiques similaires à aujourd'hui

Le scénario 2050 Opportuniste, de par ses caractéristiques rappelées dans l'encadré ci-avant, n'impliquerait pas de définition partagée d'une trajectoire à l'horizon 2050. Des projets d'adaptation se développeraient progressivement en fonction des opportunités.

Il est difficile d'estimer les coûts associés, puisque ce scénario est relativement aléatoire.

Le schéma suivant indique les principales actions qui seraient entreprises dans les trente prochaines années dans ce scénario.

Figure 67 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Opportuniste »





## 8.3 QUELLE TRAJECTOIRE POUR LE SCÉNARIO RECONQUÊTE ?

Dans le scénario Reconquête, la sphère politique locale et les acteurs du territoire sont proactifs dans la structuration d'une réponse globale durable à court, moyen et long termes aux enjeux climatiques et socio-économiques.

*Il s'agit d'un scénario « de rupture », plus ambitieux pour une réponse durable aux enjeux climatiques. Il nécessitera en conséquence plus de moyens, plus de volontés et plus de temps, et représentera aussi davantage de contraintes.*

Le scénario 2050 Reconquête impliquerait une planification rigoureuse et une implication de l'ensemble des acteurs dès aujourd'hui pour atteindre les objectifs fixés à l'horizon 2050. La trajectoire se découperait en deux temps principaux (cf. figure suivante) :

- **2020-2050 « Appropriation et organisation »** : il s'agirait dans un premier temps de planifier et réunir tous les éléments nécessaires à une mise en œuvre efficace de la stratégie. Les projets « mûrs » (dont expérimentations) seraient engagés dès cette étape.
- **2025-2050 « Développement des projets structurants et généralisation des expérimentations réussies »** : dans un second temps, les projets sont mis en œuvre progressivement sur l'ensemble du territoire. L'animation des territoires et l'acquisition de connaissances se poursuivent dans cette seconde phase.

Les dépenses associées (qui pourraient atteindre 600 millions d'euros pour les solutions techniques) apparaissent à relativiser au regard des enjeux et de la durée de réalisation des investissements (20-30 ans), ainsi qu'au niveau d'implication de chaque acteur (UE, collectivités locales, bénéficiaires...).

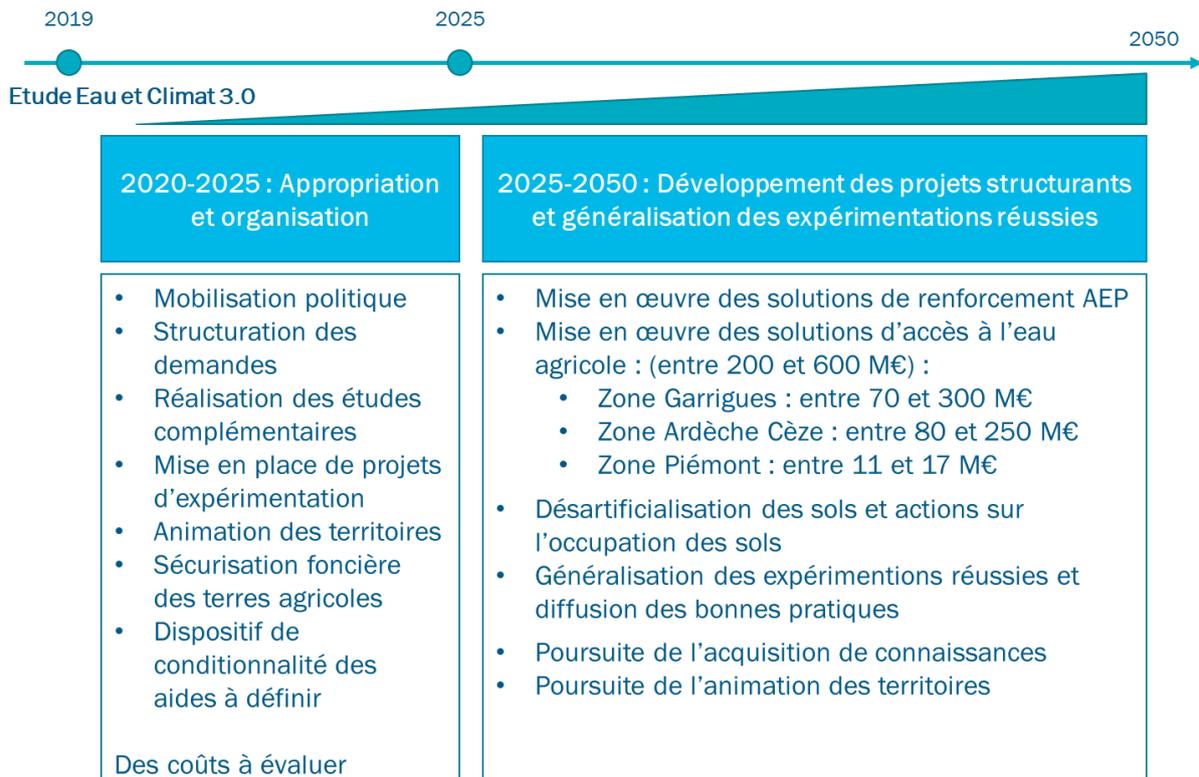
Quelques ordres de grandeurs des budgets et investissements associés à d'autres politiques publiques départementales ont ainsi été rappelés dans le cadre d'une réunion du comité de pilotage de l'étude :

- Le volet social représente un budget annuel d'environ 600 millions d'euros dans le Gard,
- 290 M€ ont été investis pour la couverture numérique du Département (avec une participation partagée de l'État, de la Région, de l'Europe et du Département).

Quelques prérequis apparaissent particulièrement importants concernant la mise en œuvre des solutions techniques d'accès à l'eau :

- Mettre en place un partage de responsabilité entre bénéficiaires, financeurs et partenaires des projets ;
- Garantir la vocation foncière agricole des terres qui ont et auront accès à l'irrigation ;
- Économiser l'eau ;
- Faire évoluer les pratiques au-delà de l'accès à l'eau (s'adapter à l'augmentation des températures et du rayonnement, préserver l'environnement).

Figure 68 : Trajectoire jusqu'en 2050 – Scénario « Reconquête »



À partir des deux scénarios étudiés, la présente étude doit permettre au Département du Gard et à ses partenaires locaux de co-construire une stratégie partagée et une feuille de route pour guider l'adaptation du territoire. Le Département souhaite s'impliquer dans le portage et le financement d'actions qui découleront de cette feuille de route, en articulation avec les interventions des partenaires locaux. Les réflexions associées à la définition d'un cadre stratégique départemental sont en cours.



# ANNEXES



## Annexe 1. Liste des acteurs contactés dans le cadre des phases 3-4-5

STRUCTURE	PRÉNOM NOM (POSTE)	CONTACT
Conseil Départemental du Gard	Denis BOUAD (Président du Conseil Départemental du Gard)	
	Geneviève BLANC (Vice-Présidente déléguée à l'environnement et à la prévention des risques Conseillère Départementale du canton d'Alès 1)	
	Laurent BURGOA (Conseiller Départemental du canton de Nîmes 3)	
	Pascale BORIES (Conseillère Départementale du canton de Villeneuve lez Avignon)	
	Cathy CHAULET (Vice-présidente déléguée au développement du bio et des circuits courts Conseillère Départementale du canton de Rousson)	
	Maryse GIANNACCINI (Conseillère Départementale du canton de Calvisson)	
	Frédéric GRAS (Conseiller Départemental du canton d'Alès 3)	
	Nicolas MEIZONNET (Conseiller Départemental du canton de Vauvert)	
	Joëlle MURRE (Conseillère Départementale du canton de Marguerittes)	
	Nathalie NURY (Vice-présidente déléguée à l'éducation et aux collèges Conseillère Départementale du canton de Roquemaure)	
	Philippe RIBOT (Conseiller Départemental du canton d'Alès 2)	
	Christian VALETTE (Conseiller Départemental du canton de Calvisson)	
Jacky VALY (Conseiller Départemental du canton de Rousson)		
Département du Gard	Nicolas BOURETZ (Direction de l'Eau et de la Valorisation du Patrimoine Naturel)	<a href="mailto:nicolas.bouretz@gard.fr">nicolas.bouretz@gard.fr</a>
	Sandrine GAUBIAC (DEVPN - Chef de service Eau et Milieux Aquatiques)	<a href="mailto:sandrine.gaubiac@gard.fr">sandrine.gaubiac@gard.fr</a>
		04 66 05 41 93
	Michaël PALARD (DEVPN – SEMA Politique Eau et Assainissement)	<a href="mailto:michael.palard@gard.fr">michael.palard@gard.fr</a>
	Violaine UYUNI-REYES (DEVPN – SEMA- Ingénieur ressource en eau)	06 16 38 38 01
		<a href="mailto:violaine.uyuni-reyes@gard.fr">violaine.uyuni-reyes@gard.fr</a>
Mathieu BERGEROT (Chargé de mission Plan Climat & Bilan Carbone)	<a href="mailto:mathieu.bergerot@gard.fr">mathieu.bergerot@gard.fr</a>	
	04 66 76 77 80	
Cécile MUNDLER (Directrice adjointe - Direction de l'Aménagement du Territoire et de l'Habitat)	<a href="mailto:cecile.mundler@gard.fr">cecile.mundler@gard.fr</a>	
	04 66 76 52 55	
Région Occitanie Pyrénées Méditerranée	Catherine EYSSERIC (Conseillère Régionale)	<a href="mailto:catherine.eysseric@laregion.fr">catherine.eysseric@laregion.fr</a>
	Daniel GRAS (Chargé de projets inondation et milieux aquatiques)	<a href="mailto:daniel.gras@laregion.fr">daniel.gras@laregion.fr</a>



STRUCTURE	PRÉNOM NOM (POSTE)	CONTACT
DREAL Occitanie	Gabriel LECAT (Département Eau et Milieux Aquatiques)	<a href="mailto:gabriel.lecat@developpement-durable.gouv.fr">gabriel.lecat@developpement-durable.gouv.fr</a> 04 34 46 66 18
	Emmanuel BALLOFET (Chargé de mission gestion des ressources en eau)	<a href="mailto:emmanuel.ballofet@developpement-durable.gouv.fr">emmanuel.ballofet@developpement-durable.gouv.fr</a>
Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard	André HORTH (Directeur)	<a href="mailto:andre.horth@gard.gouv.fr">andre.horth@gard.gouv.fr</a> 04 66 62 63 79
	Siegfried CLOUSEAU (Responsable de l'unité Milieux Aquatiques et Ressource en Eau)	<a href="mailto:siegfried.clouseau@gard.gouv.fr">siegfried.clouseau@gard.gouv.fr</a> 04 66 62 62 49
	Catherine BERGOGNE (Adjointe au chef de service d'Économie Agricole)	<a href="mailto:catherine.bergogne@gard.gouv.fr">catherine.bergogne@gard.gouv.fr</a> 04 66 62 65 11
	Vincent COURTRAY (Chef de service Eau et Inondation)	<a href="mailto:vincent.courtray@gard.gouv.fr">vincent.courtray@gard.gouv.fr</a> 04 66 62 63 59
	Virginie PLANTIER (Service économie agricole)	<a href="mailto:virginie.plantier@gard.gouv.fr">virginie.plantier@gard.gouv.fr</a> 04 66 62 64 53
	BRL	Jean François BLANCHET (Directeur)
Eric BELLUAU (Directeur adjoint développement)		<a href="mailto:eric.belluau@brl.fr">eric.belluau@brl.fr</a> 04 66 87 50 11
BRL exploitation	Maïder ARREGUI (Ingénieur Projet)	<a href="mailto:maider.arregui@brl.fr">maider.arregui@brl.fr</a> 04 66 87 51 67
	François GONTARD (Responsable Études)	<a href="mailto:francois.gontard@brl.fr">francois.gontard@brl.fr</a> 04 66 87 50 15
	Gaëtan DEFFONTAINES (Directeur du développement)	<a href="mailto:gaetan.deffontaines@brl.fr">gaetan.deffontaines@brl.fr</a> 04 66 87 52 31
Agence Régionale de Santé	Jean Michel VEAUTE (Responsable du Pôle Santé Environnementale et Santé Publique)	<a href="mailto:jean-michel.veaute@ars.sante.fr">jean-michel.veaute@ars.sante.fr</a> 04 66 76 80 64
Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse	Anahi BARRERA (Chef de projet Eau et Aménagement de territoire, Changement climatique)	<a href="mailto:anahi.barrera@eurmc.fr">anahi.barrera@eurmc.fr</a> 04 26 22 32 34
	Isabelle EUDES (Chargée d'intervention thématique « Ressource en eau »)	<a href="mailto:Isabelle.eudes@eurmc.fr">Isabelle.eudes@eurmc.fr</a> 04 26 22 32 64
Météo FRANCE	Frédéric ATGER (Directeur Interrégional Sud Est Météo France)	<a href="mailto:frederic.atger@meteo.fr">frederic.atger@meteo.fr</a>
EPTB Gardons	Lionel GEORGES (Directeur)	<a href="mailto:l.georges@les-gardons.fr">l.georges@les-gardons.fr</a> 04 66 21 73 77
	François JOURDAIN (Chargé de mission Eau)	<a href="mailto:f.jourdain@les-gardons.fr">f.jourdain@les-gardons.fr</a> 04 66 21 73 77
EPTB Vidourle	Claude BARRAL (Président)	<a href="mailto:cbarral@cg34.fr">cbarral@cg34.fr</a>
	Serge ROUVIERE (Directeur du Service Technique)	<a href="mailto:s.rouviere@vidourle.org">s.rouviere@vidourle.org</a> 04 66 01 70 26
	Marie SAVEAN (Chargée de mission Ressource en eau)	<a href="mailto:m.savean@vidourle.org">m.savean@vidourle.org</a> 04 66 01 70 24

STRUCTURE	PRÉNOM NOM (POSTE)	CONTACT
EPTB Cèze	Laury SOHIER (Directeur)	<a href="mailto:lsohier@abceze.fr">lsohier@abceze.fr</a>
	Hugues BRENTGANI (Chargé de Mission Gestion de la Ressource en Eau)	<a href="mailto:hbrentgani@abceze.fr">hbrentgani@abceze.fr</a>
		04 66 85 99 96
EPTB Vistre Vistrenque (ex EPTB Vistre et Syndicat Mixte des Nappes Vistrenque et Costières)	Jacques BOLLEGUE (Président)	
	Sophie SERRE-JOUBE (ex Directrice EPTB Vistre)	<a href="mailto:sophie.serre-jouve@eptb-vistre.fr">sophie.serre-jouve@eptb-vistre.fr</a>
		04 66 88 83 14
	Bruno LEDOUX (Directeur / Préfigurateur de la fusion EPTB Vistre / Syndicat Vistrenque)	<a href="mailto:bruno.ledoux@vistre-vistrenque.fr">bruno.ledoux@vistre-vistrenque.fr</a>
	Sébastien TRICOU (ex Président Syndicat Mixte des Nappes Vistrenque et Costières)	<a href="mailto:tricou.sebastien@club-internet.fr">tricou.sebastien@club-internet.fr</a>
	Sophie RESSOUCHE (Responsable Pôle eaux souterraines, ex Directrice Syndicat Mixte des Nappes Vistrenque et Costières)	<a href="mailto:sophie.ressouche@vistre-vistrenque.fr">sophie.ressouche@vistre-vistrenque.fr</a>
Charlotte REDON (Animatrice du SAGE Vistre Vistrenque)	<a href="mailto:charlotte.redon@vistre-vistrenque.fr">charlotte.redon@vistre-vistrenque.fr</a>	
EPTB Hérault	Christophe VIVIER (Directeur)	<a href="mailto:christophe.vivier@smbfh.fr">christophe.vivier@smbfh.fr</a>
		04 11 66 52 06
	Florian PONTRAMON (Chargé de mission Ressource en Eau)	<a href="mailto:florian.pontramon@smbfh.fr">florian.pontramon@smbfh.fr</a>
		04 11 66 52 06
Syndicat Mixte Ganges le Vigan	Alain CANALES (responsable)	<a href="mailto:sivu@cc-paysviganais.fr">sivu@cc-paysviganais.fr</a>
EPTB Ardèche	Alain CHENIVESSE (Vice-Président)	<a href="mailto:alain.chenivesse@wanadoo.fr">alain.chenivesse@wanadoo.fr</a>
	Floriane MORENA (Directrice)	<a href="mailto:direction@ardeche-eau.fr">direction@ardeche-eau.fr</a>
		04 75 37 82 20
Simon LALAUZE (Chargé de mission SAGE)	<a href="mailto:sage@ardeche-eau.fr">sage@ardeche-eau.fr</a>	
Syndicat Mixte du Tarn Amont	Anne GELY (Directrice)	<a href="mailto:sage-tarn-amont@orange.fr">sage-tarn-amont@orange.fr</a>
Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise	Jean Gabriel BROC (Directeur)	<a href="mailto:broc@camarguegardoise.com">broc@camarguegardoise.com</a>
	Anne Line CUILLERET (chargé de mission SAGE)	<a href="mailto:cuilleret@camarguegardoise.com">cuilleret@camarguegardoise.com</a>
	Nicolas BONTON (chef du service Développement Territorial)	<a href="mailto:nicolasbonton@camarguegardoise.com">nicolasbonton@camarguegardoise.com</a>
SYMADREM	Thibaut MALLET (Directeur)	<a href="mailto:thibaut.mallet@symadrem.fr">thibaut.mallet@symadrem.fr</a>
IFV	Jean Christophe PAYAN (Ingénieur)	<a href="mailto:jean-christophe.payan@vignevin.com">jean-christophe.payan@vignevin.com</a>
		06 03 82 82 27
ICV	Bernard GENEVET (Consultant viticole)	<a href="mailto:bgenevet@icv.fr">bgenevet@icv.fr</a>
		06 31 88 05 42
Chambre de Commerce et d'Industrie	Eric GIRAUDIER (Président)	<a href="mailto:eric.giraudier@nimes.cci.fr">eric.giraudier@nimes.cci.fr</a>
	JULIEN Priscille	<a href="mailto:p.julien@gard.cci.fr">p.julien@gard.cci.fr</a>



STRUCTURE	PRÉNOM NOM (POSTE)	CONTACT
Coop de France Occitanie	Jean Marc HAMON (Conseiller Environnement RSE)	<a href="mailto:jm.hamon@coopoccitanie.fr">jm.hamon@coopoccitanie.fr</a>
		06 03 16 12 84
Gard Tourisme	Barbara PLAIDI (Observatoire Départemental d'Économie Touristique)	<a href="mailto:plaidi@tourismegard.com">plaidi@tourismegard.com</a>
		04 66 36 96 42
Chambre départementale d'agriculture du Gard	Anne-Lise Galtier (Responsable du Pôle Eau)	<a href="mailto:anne-lise.galtier@gard.chambagri.fr">anne-lise.galtier@gard.chambagri.fr</a>
		04 66 04 50 93
	Muriel Leroux (Ingénieur conseil)	<a href="mailto:muriel.leroux@gard.chambagri.fr">muriel.leroux@gard.chambagri.fr</a>
		04 66 04 51 29
	Philippe Cavalier (Secrétaire adjoint - Président de la Commission Eau)	<a href="mailto:philippe.cavalier30@orange.fr">philippe.cavalier30@orange.fr</a>
	Sabine LAGARDE (Élue)	<a href="mailto:earl.tchoukoumbe@gmail.com">earl.tchoukoumbe@gmail.com</a>
		06 76 40 84 97
	Philippe CAILLOL (Conseiller Maraîchage)	<a href="mailto:philippe.caillool@gard.chambagri.fr">philippe.caillool@gard.chambagri.fr</a>
		04 66 04 50 76
	Anne ASTIER (Chargée d'études Changement Climatique)	<a href="mailto:anne.astier@gard.chambagri.fr">anne.astier@gard.chambagri.fr</a>
		04 66 04 50 97
	Fanny TAMISIER (Élue)	<a href="mailto:fannytamisier@hotmail.fr">fannytamisier@hotmail.fr</a>
	06 14 04 41 25	
Gilles SIPEYRE (Élu)	<a href="mailto:gilles.sipeyre@wanadoo.fr">gilles.sipeyre@wanadoo.fr</a>	
	06 20 25 72 25	
Patrick COMPAN (Vice-Président)	<a href="mailto:patrick.compan@wanadoo.fr">patrick.compan@wanadoo.fr</a>	
	06 85 12 86 66	
Anne SANDRE (Responsable pôle viticulture)	<a href="mailto:anne.sandre@gard.chambagri.fr">anne.sandre@gard.chambagri.fr</a>	
	06 12 77 38 42	
Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole	Camille NEGRE (Chef de projet de la préservation de la ressource en eau)	<a href="mailto:camille.negre@nimes-metropole.fr">camille.negre@nimes-metropole.fr</a>
	Sabine MARTIN (Direction de l'Eau)	<a href="mailto:sabine.martin@nimes.fr">sabine.martin@nimes.fr</a>
		04 66 02 55 70
Communauté Alès agglomération	Pierre VIGUIE (Directeur du Pôle Infrastructure)	<a href="mailto:pierre.viguie@alesagglo.fr">pierre.viguie@alesagglo.fr</a>
	Stéphan GAY (Chef du service Eau)	<a href="mailto:stephan.gay@alesagglo.fr">stephan.gay@alesagglo.fr</a>
Communauté d'Agglomération du Gard Rhodanien	Daniel MICHEL (Directeur du service aménagement et développement durable)	<a href="mailto:d.michel@gardrhodanien.fr">d.michel@gardrhodanien.fr</a>
	Marie JOLY (Responsable environnement)	<a href="mailto:m.joly@gardrhodanien.fr">m.joly@gardrhodanien.fr</a>
Communauté d'Agglomération du Grand Avignon	Jérôme GELLY (Directeur des Services Techniques)	<a href="mailto:jerome.gelly@grandavignon.fr">jerome.gelly@grandavignon.fr</a>
	Cyril BAHEGNE (responsable de la cellule étude en réseaux hydrauliques)	<a href="mailto:cyril.bahegne@grandavignon.fr">cyril.bahegne@grandavignon.fr</a>
Office Français de la Biodiversité (ex Agence Française pour la Biodiversité)	Joseph DELVALLEE	<a href="mailto:joseph.delvallee@ofb.gouv.fr">joseph.delvallee@ofb.gouv.fr</a>

STRUCTURE	PRÉNOM NOM (POSTE)	CONTACT
Avignon Université UMR Espace CNRS	Philippe MARTIN (enseignant chercheur)	<a href="mailto:philippe.martin@univ-avignon.fr">philippe.martin@univ-avignon.fr</a>
Syndicat des Hautes Vallées Cévenoles	Emilie BRES (Directrice)	<a href="mailto:contact@smhvc.fr">contact@smhvc.fr</a>
Association des Maires du Gard	Pilar CHALEYSSIN (Présidente)	<a href="mailto:amg30@wanadoo.fr">amg30@wanadoo.fr</a>
Association des Maires du Gard	Gérard TRAUCHESSEC (Maire de Caveirac)	<a href="mailto:contact@mairie-caveirac.fr">contact@mairie-caveirac.fr</a>
	Marc AUGIER (Conseiller municipal - Délégué au SIVU des Garrigues)	
Association des Maires du Gard	Luc VILLARET (Maire de Saint Roman de Codières)	<a href="mailto:luc.villaret@voila.fr">luc.villaret@voila.fr</a>
Association des Maires du Gard	Jean Marc FRANCOIS (Maire de Lussan)	<a href="mailto:mairie-de-lussan@wanadoo.fr">mairie-de-lussan@wanadoo.fr</a>
Association des Maires du Gard	Daniel ANGUIVIEL (Maire de Liouc, SIAEP de Corconne)	<a href="mailto:mairie-de-liouc@wanadoo.fr">mairie-de-liouc@wanadoo.fr</a>
	Guy JAHANT (Conseiller municipal)	
Association des Maires du Gard	Michel RUAS (Maire de Saint Jean du Gard)	<a href="mailto:contact@ville-saintjeandugard.fr">contact@ville-saintjeandugard.fr</a>
Autres	Jean-Paul CABANIS (viticulteur)	<a href="mailto:domaine.cabanis@orange.fr">domaine.cabanis@orange.fr</a>
	Denis VERDIER (Président de la fédération des vins IGP du Gard)	<a href="mailto:verdierdenis@gmail.com">verdierdenis@gmail.com</a>
	Vanessa RIOU (Cave Tavel Lirac - Responsable qualité & Vignoble)	<a href="mailto:v.riou@cave-tavel-lirac.fr">v.riou@cave-tavel-lirac.fr</a>



## Annexe 2. Benchmark sur la viticulture dans les « pays chauds »

### RAPPEL DU CONTEXTE : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CONSÉQUENCE SUR LA VITICULTURE

En France, les effets du changement climatique sont déjà notables dans de nombreux vignobles et variables selon les régions.

Dans une étude parue en janvier 2020 dans la revue « Proceedings of the National Academy of Sciences », une équipe scientifique, incluant des chercheurs d'INRAE et Bordeaux Sciences Agro, a montré que 56% des régions viticoles du monde pourraient disparaître avec un réchauffement de 2°C, et 85% avec un réchauffement de 4°C<sup>53</sup>.

Parmi les principales conséquences de la modification du climat sur les systèmes agricoles et viticoles figurent :

- **Modification des cycles phénologiques des cultures** avec une anticipation des stades phénologiques et un raccourcissement des phases ;
- **Modification du bilan hydrique** avec une augmentation de la demande climatique en évapotranspiration et un risque de diminution des précipitations estivales qui pourront provoquer une contrainte hydrique pour les cultures ;
- **Augmentation des risques d'accidents climatiques** (gel tardif, grêles, échaudage...). Les pratiques peuvent constituer des facteurs aggravants de ces accidents. Par exemple, les phénomènes de brûlure des grains et des feuilles lors des pics de canicule peuvent être amplifiés en fonction des traitements effectués, de l'écimage, de la taille des plants... ;
- **Évolution de la pression phytosanitaire** (incertitudes sur l'effet positif ou négatif) ;

L'ensemble de ces effets conjugués auront des conséquences sur la qualité et la quantité des récoltes :

- **Avancée de la date des vendanges** : les vendanges ont « gagné » un mois en une quarantaine d'années dans les Côtes du Rhône et en Languedoc-Roussillon (Laramée de Tannenbergh et Leers, 2015). À noter cependant que le stress généré par les températures extrêmes peut induire des retards de développement et donc des vendanges plus tardives (ex retard de 10 jours dans le Gard en 2019).
- **Baisse des rendements** : Des pertes de rendement de l'ordre de 20 hl/ha, avec des plants qui sont pénalisés pour l'année suivante, ont été observées dans le Gard suite à la sécheresse de 2017 par exemple.
- **Modification des caractéristiques des vins** : dans les 30 dernières années, le degré d'alcool des vins du Languedoc a par exemple augmenté d'environ 1°C par décennie.

<sup>53</sup> I. Morales-Castilla, I. Garcia de Cortazar-Atauri, B. I. Cook, T. Lacombe, A. Parker, C. van Leeuwen, K. A. Nicholas, et E. M. Wolkovich, Diversity buffers winegrowing regions from climate change losses, Proceedings of the National Academy of Sciences (27 janvier 2020)

Suite au diagnostic, les questions auxquelles nous cherchons à répondre à travers ce benchmark sont les suivantes :

- Au regard du contexte climatique actuel d'autres pays, pourra-t-on continuer à faire de la vigne dans le Gard dans le contexte climatique de 2050 (à l'échelle du département et/ou de certain(e)s zones ou vignobles du territoire) ?
- Si oui : au regard des pratiques de culture de la vigne et/ou de vinification réalisées actuellement dans d'autres pays, quelles sont les évolutions (apport d'eau, changement de cépages et/ou de pratiques, etc.) qui conditionneront ce maintien du vignoble et de la production de vin dans le Gard ?

Le benchmark a été conduit avec l'appui de Stanislas BASQUIN, ingénieur agronome-œnologue et Consultant Scientifique Vigne & Vin, qui a notamment conduit une quinzaine d'entretiens auprès de producteurs et professionnels au Liban, Maroc, Israël, mais également en Tunisie, Italie, Espagne, Éthiopie, Australie, Chine.

## POURRA-T-ON CONTINUER À FAIRE DE LA VIGNE DANS LE GARD DANS LE CONTEXTE CLIMATIQUE DE 2050 ? ANALYSE AGRO-CLIMATIQUE ET CLASSIFICATION CLIMATIQUE

La caractérisation des climats viticoles utilise la combinaison de plusieurs indices agro-climatiques, permettant de classer les climats viticoles dans des catégories par homologie : l'Indice de Huglin HI (Huglin Index) donne une mesure de l'ensoleillement, l'Indice de Sécheresse DI (Dryness Index) prend en compte l'influence de l'alimentation hydrique de la vigne. L'Indice de Stress Thermique HSI (Heat Stress Index) donne une indication sur les risques de fortes chaleurs.

Ces indices sont calculés pour le Gard « actuel » et des Gard « futurs possibles » et pour quelques régions viticoles du monde de type « pays chauds » :

- La Hunter Valley (Australie) ;
- La région de Ciro (Italie) ;
- Les montagnes de Judée en (Israël).

L'objectif est de positionner les Gard « futurs possibles » par rapport à ces dernières, afin de répondre à la première question : « Au regard du contexte climatique actuel d'autres pays, pourra-t-on continuer à faire de la vigne dans le Gard dans le contexte climatique de 2050 ? ».

Les indices sont calculés :

- Sur la période 2001-2018, à partir de grandes bases de données climatiques (source : Centre de Recherche de Climatologie CRC, Laboratoire Biogéosciences du CNRS).
- Puis sur la période 2041-2060, à partir des données climatiques liées aux études prospectives de changement climatique.

On caractérise le climat viticole du département du Gard dans son ensemble, et on localise sur le climagramme la région d'Uzès, prise comme « climat moyen » pour le département.

L'analyse des résultats des modèles, en accord avec les prévisions généralement admises indiquent pour le département du Gard :

- Une augmentation de l'ensoleillement (HI) à l'horizon 2041-2060, passant d'un climat tempéré chaud à climat chaud ;
- Une aridification du climat (DI) ;
- Une augmentation des risques de forte chaleur (HSI).

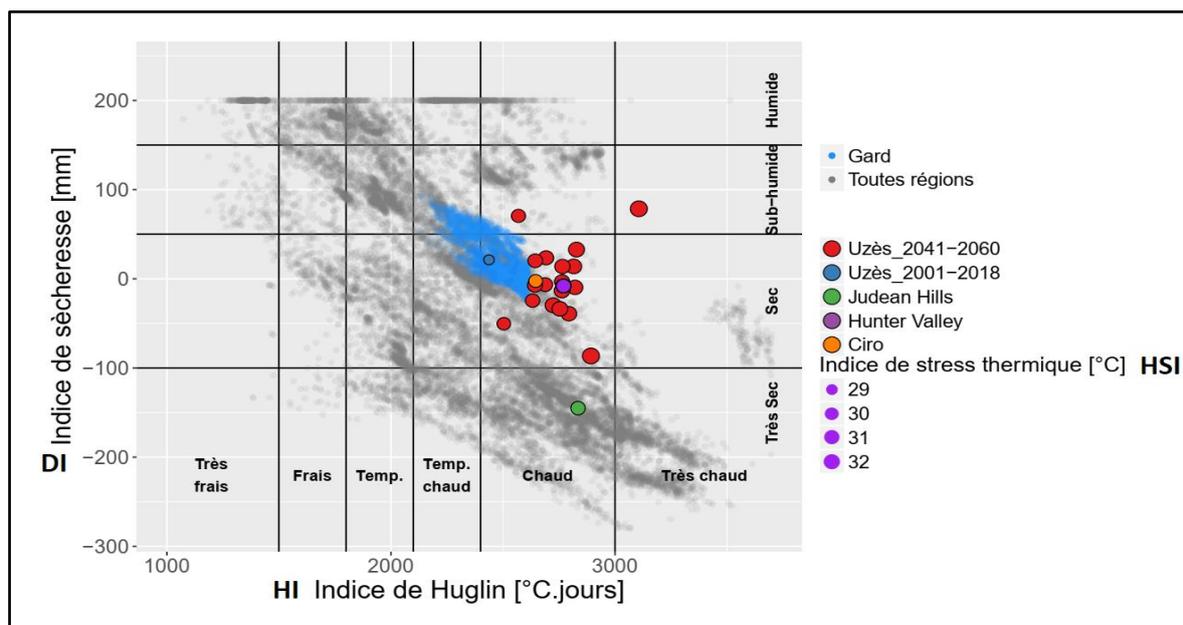


À l'horizon 2041-2060 le climat moyen du département du Gard approche :

- Celui d'une région non-méditerranéenne, La Hunter Valley, région historique de culture de la vigne en Australie située dans l'état de New South Wales au sud de Sydney.
- Il se classe également dans des catégories proches de la région méditerranéenne de Ciro en Calabre, à l'extrême sud de la péninsule italienne.

On localise également le vignoble des montagnes de Judée en Israël sur le climagramme dans la catégorie climat chaud (HI) et aride (DI), relativement éloigné de la classe du Gard à l'horizon 2041-2060. Les résultats sont présentés sur la figure suivante.

Climagramme pour le département du Gard ; indices climatiques et projection



Source : Benjamin Bois, maître de conférence Assistant-Professor au Centre de Recherches de Climatologie (CRC) / Biogeosciences - Université de Bourgogne (UB)

Le climat futur du Gard peut être approché par les modèles d'analyse agro-climatique basés sur les scénarii de changements climatiques, il s'approcherait à l'horizon 2041-2060 du climat de régions méditerranéennes plus arides comme la Calabre (Ciro, Italie), ou du climat d'une région viticole non-méditerranéenne ; la Hunter Valley proche de Sydney en Australie. La vigne étant cultivée dans ces régions viticoles depuis plusieurs siècles, on peut, selon ces données envisager la culture de la vigne en 2050 dans le département du Gard. Toutefois, au regard des caractéristiques climatiques contrastées de ces régions, des adaptations techniques seront nécessaires pour maintenir le vignoble dans le département.

Le paragraphe suivant présente l'étude des caractéristiques des vignobles italiens et australiens mais aussi d'autres régions viticoles méditerranéennes, dont certaines plus arides comme le Liban et Israël, afin de mettre en évidence des stratégies d'adaptation possibles pour la viticulture gardoise.

## QUELLES SONT LES ÉVOLUTIONS QUI CONDITIONNERONT CE MAINTIEN DU VIGNOBLE ET DE LA PRODUCTION DE VIN DANS LE GARD ?

### Préalable : impact de la contrainte hydrique sur la production viticole

Les études montrent qu'un déficit hydrique modéré permet de contrôler la vigueur de la plante et donc de limiter les rendements par rapport à une situation de confort hydrique. Parmi les mécanismes explicatifs figure la réduction des apports d'eau qui affecte la surface foliaire, impactant de manière négative la croissance des baies, le nombre moyen de baies par grappes et le poids moyen des grappes. Cependant une situation de stress hydrique est favorable à la qualité de la production : augmentation de la teneur en sucre et diminution de l'acidité totale des moûts.

Pourtant un apport d'eau important n'est pas utile en viticulture : on remarque un effet de seuil dès 100 mm d'eau (IFV-CA 13,30 et 84, 2011). Un excès d'eau provoquera des excès de vigueur, des risques accrus de maladie ou de concurrence d'adventices, un effet de dilution des composants aromatiques, des anthocyanes responsables de la couleur et des précurseurs d'arômes, d'où une perte de qualité globale de la récolte.

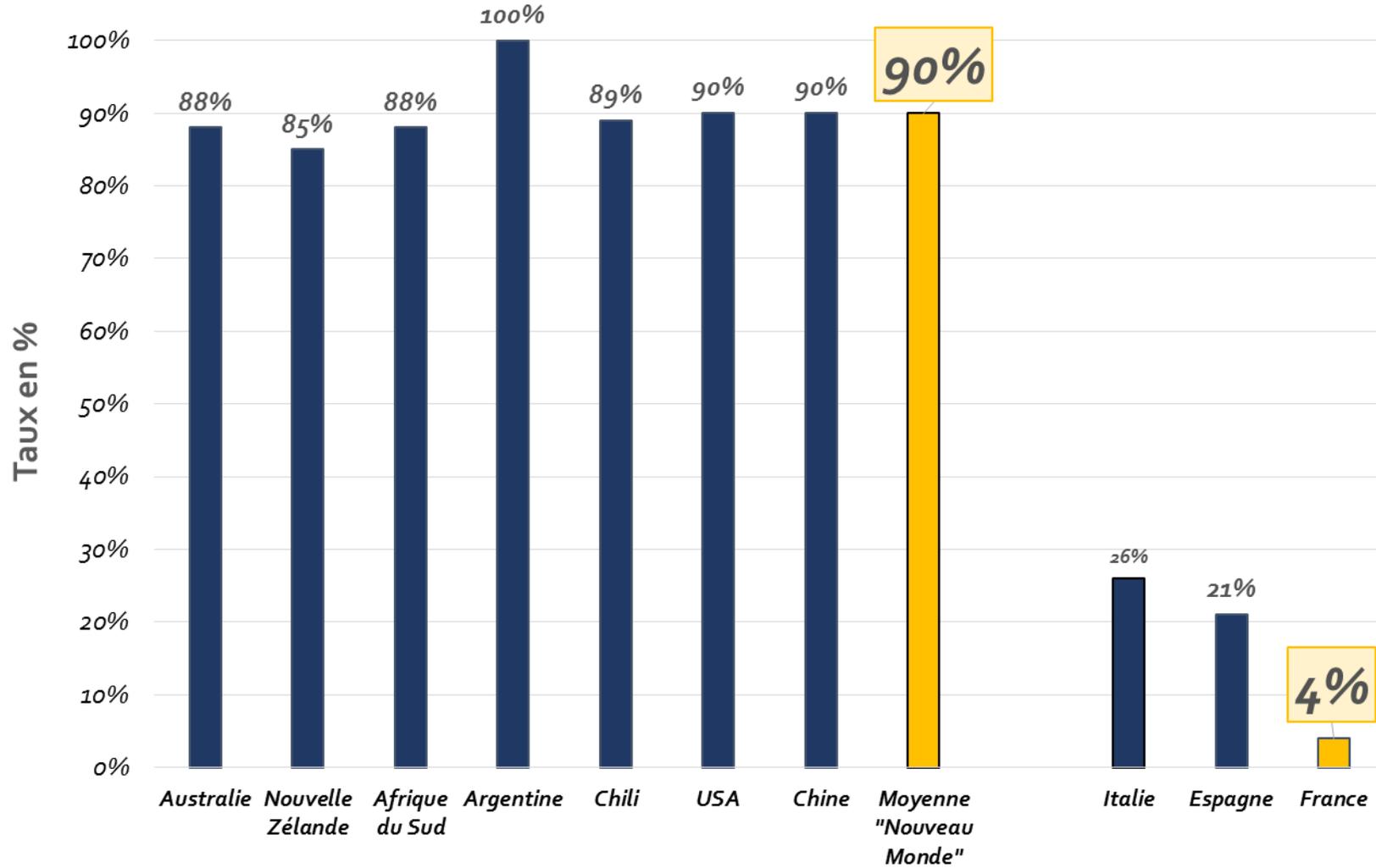
### L'irrigation, une « solution » plébiscitée à l'échelle mondiale... en association avec d'autres pratiques d'adaptation

Dans le contexte de la viticulture mondiale, les 3 pays méditerranéens majeurs (France, Italie, Espagne) font figure d'exception avec 4 % de vignes irriguées en France (15 % dans le Gard d'après les estimations BRLi 2019), 21% en Espagne et 26% en Italie. En effet, la quasi-totalité des pays producteurs de vin irriguent entre 85 et 100% de leurs surfaces (cf. figure suivante).

Le contexte d'installation des vignes est cependant très différent :

- La vigne est une culture historique des régions méditerranéennes, traditionnellement conduite en sec. L'irrigation se développe progressivement face au changement climatique.
- Au contraire, elle est apparue plus récemment dans le nouveau monde, où les systèmes d'irrigation ont été installés en même temps que les vignes. La plupart du temps, les contraintes réglementaires sont également beaucoup moins fortes, en particulier sur la gestion des cours d'eau (moindre effort sur la préservation des milieux aquatiques).

Taux d'irrigation des surfaces plantées en vignes de cuve à travers le monde



Principaux pays producteurs de vins

Source : ENSIV (FAM 2016) à partir de données AGREX-Analyse EFESO dans (AIRMF, 2017)

La France et l'Espagne font par ailleurs partie des pays producteurs aux rendements moyens les plus faibles (cf. tableau suivant). Il apparaît cependant complexe à partir des données disponibles de mettre en regard le niveau d'irrigation de la vigne et les rendements moyens à l'échelle des pays. La question des rendements est en effet un sujet sensible et plusieurs biais sont identifiés dans les valeurs proposées ci-dessous, qui sont donc à considérer avec précaution. On peut citer par exemple le cas de la Chine, qui produit du vin sur son territoire mais importe également du vin en vrac depuis le Chili : la production viticole chinoise augmente ainsi à surface constante, ce qui augmente artificiellement le rendement.

Surfaces viticoles, production et rendement vinicoles pour quelques pays du monde

PAYS	SURFACE VITICOLE TOTALE (HA, 2017)	PROPORTION RAISIN CUVE / RAISIN TOTAL (%)	PRODUCTION VINICOLE (MILLIERS HL, 2017)	RENDEMENT VINICOLE (HL/HA, 2017) (***)
France	788 000	99	36 419	46
Italie	699 000	86	42 500	71
Espagne	968 000	96	32 480	34
États-Unis	434 000	66	23 339	81
Afrique du Sud	128 000	69	10 801	122
Australie	145 000	91	13 690	104
Chine	865 000	10	11 636	135
Chili	213 000	70	9 492	64
Argentine	222 000	94	11 821	56

Source : OIV/FAO ; \*\*\* Formule de calcul : Production Vinicole (\*1.000) / (Surface Viticole Totale \* Proportion Cuve sur Total (/100))

## Espagne

D'après les données de FranceAgriMer<sup>54</sup>, l'Espagne possède le premier vignoble mondial en superficie (930 millions d'hectares soit 14% des surfaces mondiales) et est le troisième producteur en volume (près de 45 millions d'hectolitres en 2013 soit 14% de la production mondiale).

Les rendements viticoles à l'échelle nationale sont relativement faibles (inférieur à 45 hL/ha) en comparaison d'autres grands pays producteurs de vin et sont caractérisés par des variations annuelles importantes (en raison du climat).

Vignoble dans la région de Castilla-la-Mancha avec des moulins à vent en arrière-plan



Source : Site internet [revistaenologos.es](http://revistaenologos.es)

Après avoir été interdite pendant longtemps, l'irrigation des vignes est devenue courante en Espagne et permet une meilleure maîtrise de ces rendements. Aujourd'hui, 21% des surfaces sont irriguées et 35% sont équipées (dont 95% en goutte à goutte). Le pays a mis en place un plan national d'irrigation (PNR de 2002 à 2008) suivie par une Stratégie Nationale pour une modernisation durable de l'irrigation à l'Horizon 2015 (ENMSRH 2015).

Les cépages autochtones (le tempranillo, le grenache ou encore l'airén) sont prédominants tandis que les cépages internationaux, bien qu'en progression, ne représentent que 7,3 % des surfaces en vigne. Bien qu'historiquement conduit en gobelet (75 % des surfaces), le vignoble espagnol a entamé une lente restructuration depuis quelques années, le système palissé représentant désormais près de 25 % des surfaces.

<sup>54</sup> FranceAgriMer : Analyse des filières vitivinicoles des principaux pays producteurs dans le monde : Espagne (Décembre 2016)



De nombreuses réflexions sont actuellement menées en Espagne concernant l'identification de stratégies d'adaptation du vignoble au changement climatique. On peut notamment citer l'existence d'une plateforme internet mobilisant l'ensemble des acteurs de la filière viticole sur les sujets de l'innovation et de l'adaptation (Plataforma Tecnológica del Vino<sup>55</sup>) et qui référence l'ensemble des projets en lien avec la thématique de la gestion de l'eau et du changement climatique en Espagne. Le syndicat agricole COAG a publié en 2016 une synthèse (Cambio Climático y viñedo en España<sup>56</sup>) sur les impacts du changement climatique sur l'activité viticole et sur les solutions d'adaptation existantes. Des stratégies d'adaptation ont été mis en évidence dans le cadre du plan d'action<sup>57</sup> de la Fédération espagnole des vins pour lutter contre le changement climatique (2018). Ces solutions techniques sont présentées dans le tableau suivant.

*Solutions d'adaptation au changement climatique pour les vignobles espagnols*

MOYEN D'ADAPTATION	ÉCHELLE TEMPORELLE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Irrigation goutte à goutte	Moyen terme	Diminution du stress hydrique	Ressource en eau disponible
Gestion du sol, couverture végétale, travail minimal du sol	Moyen terme	Évite l'érosion en cas de fortes pluies	La couverture végétale implique une plus forte consommation d'eau
Changements du système de taille	Moyen terme	Protection des grappes face à l'exposition aux rayonnements lumineux	Problèmes potentiels pour les appellations d'origines
Changement de la période de taille	Moyen terme	Retarder le cycle végétatif et la maturation	
Gestion de la végétation	Moyen terme	Retarder la maturation polyphénolique	
Opérations en « vert » et régulation de la récolte	Moyen terme	Favoriser la porosité de la surface foliaire et microclimat adéquat	
Densité de plantation	Moyen terme	Optimisation de la surface foliaire externe (efficacité de consommation de l'eau et activité phénologique)	Problèmes potentiels pour les appellations d'origines
Optimisation du système de conduite	Moyen terme	Atténuation de l'effet de la température et des rayonnements sur les feuilles et les grappes (réduit le stress hydrique et thermique)	
Optimisation de la gestion de la culture via un outil d'aide à la décision	Moyen terme	Contrôle en temps réel, capacité de réaction, adaptation spécifique à chaque zone, systèmes de prévisions...	Besoin d'intégrer les données (gestion et interprétation de l'information), coût d'investissement élevé
Moulins anti-gel, filets anti-grêle, mailles d'ombrage	Moyen terme	Atténuer les effets du changement climatique par des moyens physiques	Coût d'investissement élevé
Matériel végétal : Sélection clonale Récupération de variétés Porte greffe Variétés hybrides	Long terme	Plus grande résistance à la sécheresse, aux hautes températures et aux maladies	Problèmes avec l'utilisation de variétés hybrides au niveau de la communication

<sup>55</sup> <http://www.ptvino.com/en/home-en/>

<sup>56</sup> <https://www.adaptecca.es/recursos/buscador/cambio-climatico-y-vinedo-en-espana>

<sup>57</sup> Plan de Actuación FEV para impulsar la lucha contra el Cambio Climático en viñedo (2018)

MOYEN D'ADAPTATION	ÉCHELLE TEMPORELLE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Changement de localisation des vignobles (sites plus frais, altitude plus élevée, latitude plus élevée)	Long terme	Diminuer l'impact des températures élevées. Vins avec plus d'acidité et de fraîcheur	Transfert de zones traditionnelles de production, investissements conséquents, problèmes au niveau des appellations d'origines.

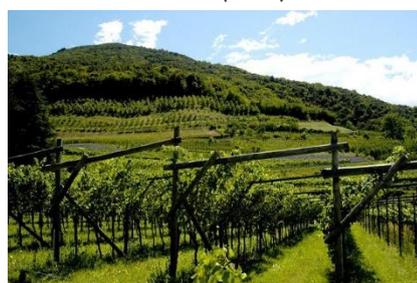
Source : Federación Española del Vino (2018)

## Italie

Le vignoble italien représente 9 % de la surface totale mondiale cultivée en vigne de cuve avec plus de 670 000 hectares recensés en 2013 (données FranceAgriMer). La filière viticole italienne produit environ 16% du volume mondial de vin (environ 45 millions d'hectolitres par an).

L'Italie possède un rendement moyen parmi les plus hauts d'Europe, la moyenne nationale est d'environ 65 hL/ha. Le vignoble italien se dote progressivement de système d'irrigation. Près de 26 % du vignoble est ainsi équipé.

Vignes conduites en pergola dans la région du Trentin (Italie)



Source : Site internet agraria.org

Les vignobles italiens possèdent une grande diversité de système de conduite, héritages d'un passé viticole riche. Mais la mécanisation se développe menant à l'abandon des systèmes de conduite traditionnels (pergola, sylvoz...) au profit des systèmes de conduites palissés (guyot). En parallèle, la densité de plantation tend à augmenter (environ 8 000 pieds par hectare).

L'encépagement est également très riche, les cépages autochtones restent majoritaires. La restructuration du vignoble s'effectue au profit de cépages internationaux (cabernet sauvignon, merlot, chardonnay, sauvignon...). Ceux-ci ont vu leurs surfaces progresser de 8% à 12% en 10 ans.

## Australie

Avec plus de 130 000 hectares, le vignoble australien représente environ 2% des surfaces en vigne à l'échelle mondiale mais 4,3% en termes de production (environ 12 millions d'hectolitres par an).

Le vignoble australien est caractérisé par des rendements très élevés en particulier dans les régions chaudes de la Nouvelle-Galles du Sud où se situe notamment la Hunter Valley. Dans cette région les rendements s'élèvent en moyenne à près de 130 hL/ha alors que la moyenne nationale est d'environ 85 hL/ha (données FranceAgriMer). Dans cette région, l'usage de l'irrigation est quasiment systématique avec 90% des surfaces irriguées.

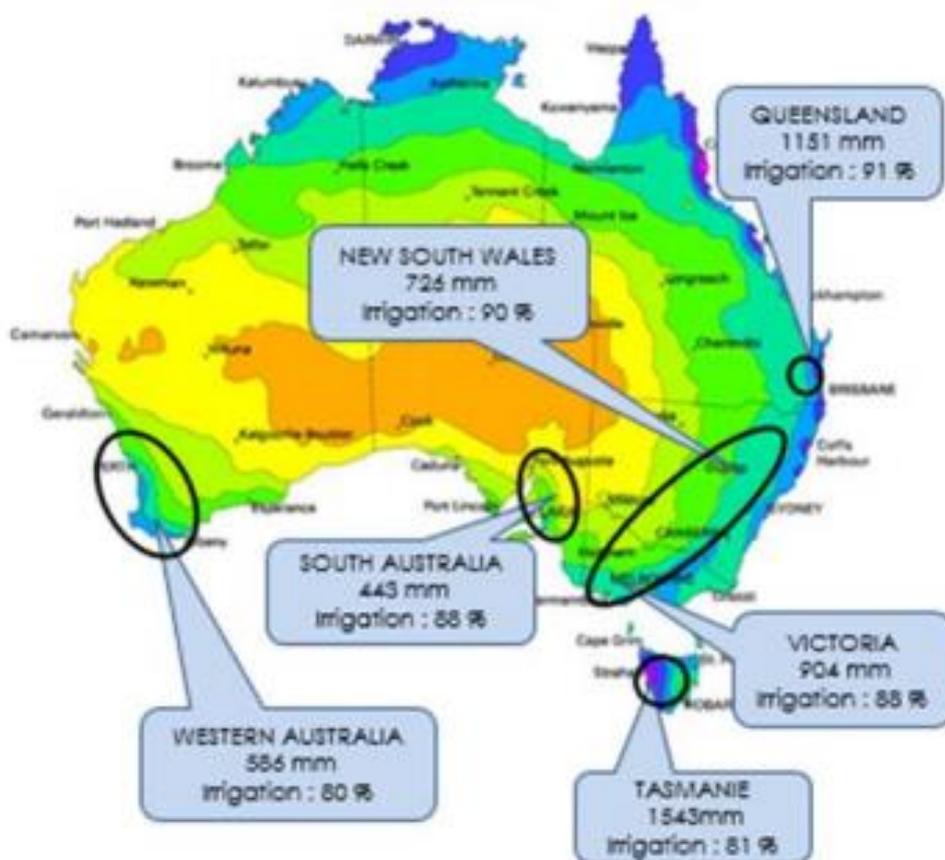
Vignes conduites en « taille minimale » et irriguées au goutte à goutte dans le Hunter Valley (Australie)



Source : Site internet cinquequinti.com



Les principales régions viticoles en Australie, leurs précipitations en mm annuelles et le % de surfaces viticoles irriguées



Source : Bureau of Meteorology, ABS

Le système de conduite de la vigne dans ce contexte-là est relativement similaire à ce qui se fait en Europe. Les vignes sont pour la majorité conduites en « Cordon » mais la « taille minimale » (Minimal Pruning) est également utilisée par une part significative des viticulteurs. La densité de plantation des vignes est faible, pour les régions chaudes celle-ci varie entre 800 et 2000 plants par hectare de vigne.

### Israël

Les estimations de surfaces viticoles en Israël sont biaisées pour des raisons politiques et varieraient selon que l'on considère les frontières de l'état israélien de 1948 (9 000 ha) ou les frontières actuelles (55 000 ha). La majorité des nouveaux vignobles étant situés hors des frontières de 1948 (Palestine, Syrie, Jordanie).

Les vignobles d'Israël sont principalement situés dans la région des montagnes de Judée (700 m d'altitude), sur le plateau du Golan (1.000 m d'altitude), et en Galilée.

Les conditions climatiques sont arides : 500 mm/an de précipitations dans la montagne de Judée ou le plateau du Golan, 80 mm/an dans le Néguev ci-contre).

Vignes irriguées dans le désert du Néguev (Israël)



© Julien Goldstein

Aux dires d'experts, la quasi-totalité du vignoble israélien est irriguée, même si on note certains domaines qui conduisent la vigne en culture sèche.

L'origine de l'eau d'irrigation est à 70-85 % des eaux usées, traitées et recyclées pour les usages agricoles (ressource initiale : dessalement et eaux souterraines).

Israël est le berceau de la technologie de micro-irrigation : la firme NETAFIM, inventeur du goutte-à-goutte reste un des leaders incontestés de la filière et poursuit les recherches pour rester à la pointe de cette industrie.

Les principaux travaux portent par exemple sur :

- L'irrigation de précision, dont les méthodes sont basées sur la gestion des apports d'eau aux périodes favorables ;
- Le suivi de l'état hydrique de la plante par tensiomètre ou chambre à pression ;
- Le fractionnement des apports et la combinaison irrigation + fertilisation ;
- La salinité des eaux d'irrigation est surveillée avec attention et les technologies de recyclage, de purification et de filtration des eaux d'irrigation progressent.

## Liban

La majorité des vignobles de cuve du Liban sont localisées dans la célèbre vallée de la Beqaa, entre les chaînes des Monts Liban et Anti-Liban. D'autres vignobles plus récents sont cultivés dans la région côtière des montagnes de Batroun au nord du pays. La plupart des vignobles sont situés dans des régions d'altitude élevée (1 000 voire jusqu'à 2 000 m).

Vignes des coteaux de la Békaa (Liban)



Source : site internet dico-du-vin.com

Une part importante des vignes (3 000 ha) est conduite sans irrigation dans les zones qui le permettent. Cette spécificité est revendiquée localement comme un gage de qualité.

L'irrigation se développe cependant dans la dernière décennie face au dérèglement du régime des pluies et dans les secteurs semi-désertiques (200-300 mm/an) :

- Irrigation durant les 3 premières années de la vigne par citerne mobile (irrigation gravitaire) ;
- Augmentation des surfaces irriguées (micro-irrigation à partir de réserves d'eau de surface remplies par la fonte des neiges).

Globalement relativement restreint, le vignoble du Liban est un écosystème socio-culturel très particulier :

- On note une dispersion des acteurs (environ 150 producteurs dont 5 majoritaires).
- Il n'y a ni animation scientifique à l'échelle nationale, ni structure interprofessionnelle organisée.
- Chaque entreprise mène ses propres expérimentations privées et communique peu sur les résultats qui restent confidentiels.
- L'expérimentation est empirique et basée sur l'intuition et l'observation.

Des essais de cépages résistants à la sécheresse ou de combinaisons de porte-greffes, et de clones divers sont expérimentés. Certaines variétés comme le Vermentino sont considérées robustes face au stress hydrique, alors que Cabernet Sauvignon et Merlot y sont plus sensibles.



### ***Ile de Lanzarote (Canaries)***

On peut mentionner également en exemple d'adaptation les vignobles de terroir volcanique situés sur l'île de Lanzarote, dans l'archipel des Îles Canaries.

La vigne y est conduite dans un système à très basse densité (inférieur à 1 000 cep/ha). Les ceps sont installés dans des *arenados*, sorte de cratères qui ont pour fonction de collecter l'eau condensée par la rosée vers le cep. Le cep est également protégé du vent par des murets semi-circulaires.

*Arenados de Lanzarote (Canaries)*



Source : site internet apov.com.ve

### ***Maroc***

Au Maroc, on peut mentionner l'existence de vignobles de raisins de table conduits sans recours à l'irrigation : le Muscat de Ksirat, un cépage très qualitatif conduit de manière traditionnelle en gobelet.

#### ***La généralisation de l'irrigation est-elle une piste pertinente pour acclimater le vignoble du département du Gard au changement climatique ?***

Si la plupart des vignobles anciens de Méditerranée présentent traditionnellement des vignes non-irriguées et à faibles rendements, l'irrigation est massivement utilisée dans les pays viticoles du nouveau monde et est en augmentation partout. En Israël où la technologie de la micro-irrigation est née, elle est massivement utilisée. Le Liban qui arrivait à s'en passer jusqu'à présent y a recours de manière plus systématique en raison du dérèglement du régime des pluies. L'Australie et les principaux pays viticoles anglo-saxons pilotent leurs vignes en couplant irrigation et fertilisation intégrés. L'irrigation apparaît ainsi nécessaire dans la plupart des territoires ayant un climat comparable au climat futur du Gard (données qualitatives uniquement).

Cependant au vu des défis représentés par le changement climatique et les tensions à venir autour de la ressource en eau, le recours à l'irrigation seule n'apparaît pas suffisant. Celle-ci doit être couplée à des techniques innovantes à développer ou historiques à se réapproprier (choix de cépages résistants à la sécheresse, taille et gestion de la végétation, fertirrigation, gestion de l'enherbement, ombrage...). Parmi les stratégies d'adaptation long terme envisagées dans d'autres pays, on peut citer également la relocalisation des vignobles en altitude comme le propose l'Espagne.

Les tensions croissantes sur l'eau, les enjeux environnementaux et le coût d'installation des réseaux impliquent une gestion collective de la ressource. Localement, la réutilisation des eaux usées à usage agricole peut être envisagée, en s'inspirant du modèle israélien.

## Annexe 3. Potentiel de mobilisation des eaux souterraines - Précisions

### CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES

Le rapport de Diagnostic a permis d'identifier plusieurs types d'aquifères dans le Département du Gard, caractérisés par une forte perméabilité en grand (circulation de l'eau dans les fissures, fractures, karsts...)<sup>58</sup>.

Citons :

- Alluvions du Vidourle, du Rhône, du Gardon et de la Cèze ;
- Systèmes karstiques majeurs, du Jurassique inférieur (Lias), du jurassique supérieur ou de l'Urgonien.

Il a été acté qu'il n'y a pas de potentiel mobilisable pour les alluvions du Gardon qui sont classées en ZRE. L'ETPB Vidourle souligne qu'il en est de même pour les alluvions du Vidourle.

Rappelons que tout prélèvement dans les systèmes karstiques présente les avantages suivants :

- Des recharges annuelles importantes en zone Garrigues (environ 200 000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an), voire plus importante dans les contreforts cévenols.
- Des systèmes de drains actifs qui autorisent une productivité importante des forages lorsqu'ils recoupent ces drains (entre 50 et 400 m<sup>3</sup>/h, parfois plus).

Mais aussi des inconvénients :

- Impact potentiel sur les cours d'eau à l'étiage ;
- Éloignement potentiel des zones viticoles (coûts de transport de l'eau potentiellement important) ;
- De plus, la prospection de ces milieux est complexe et aléatoire. Elle nécessite des études hydrogéologiques coûteuses et complexes (de 40 000 euros à plusieurs centaines de milliers d'euros) pour positionner les ouvrages de reconnaissance ; les taux d'échec en prospection sont importants (75%) ;
- Pour finir, les nappes sont généralement profondes (profondeurs supérieures à 100 m), ce qui nécessitera des ouvrages de reconnaissance eux-aussi profonds donc coûteux (au moins 20 000 euros par ouvrage en reconnaissance). En cas de succès, l'équipement de ces ouvrages nécessitera un alésage pour obtenir un ouvrage en grand diamètre (au minimum 50 000 euros par ouvrage). Le coût d'exploitation de l'ouvrage est potentiellement très élevé.

Dans le rapport de Diagnostic, des formations aquifères intéressantes, bien que moins perméables en grand, avaient aussi été identifiées :

- Molasses miocènes ;
- Formations carbonatées de l'Éocène (calcaires localement karstifiés) ;
- Séries perméables du Crétacé supérieur (grès et calcaires).

<sup>58</sup> S'oppose à « perméabilité en petit » (circulation de l'eau dans les pores)



Ces formations présentent les avantages suivants :

- Implantation possible des forages sur les parcelles agricoles ou à leur proximité (coût réduit du transport d'eau) ;
- Forages peu profonds (inférieurs à 100 mètres) ; il s'agit en effet de nappes libres, en général à l'équilibre avec les hydro systèmes superficiels. Les forages sont donc peu coûteux en prospection (prévisionnel de 10 000 euros par ouvrage) et en équipement (prévisionnel d'environ 10 000 euros par ouvrage).
- Mise en place de pompes peu puissantes donc moins coûteuses en investissement et en exploitation (consommation réduite d'électricité) ;
- Concernant l'impact sur les cours d'eau, le caractère peu perméable de ce type de formation induit une forte inertie des écoulements. Sous réserve de respecter une distance de sécurité minimale aux appareils alluviaux, on peut considérer *a priori* que les prélèvements estivaux dans ce type de formation impacteront peu ou pas les débits des cours d'eau en période estivale (hypothèse *a priori* à vérifier par des études dédiées).

Elles présentent les inconvénients suivants :

- Des recharges annuelles faibles (entre 20 et 100 000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an selon les aquifères).
- Dans ces terrains, la majorité des forages peuvent être considérés comme productifs pour des débits d'exploitation relativement faibles, compris entre 5 et 20 m<sup>3</sup>/h.
- Implantation aléatoire de par le caractère hétérogène de ces formations. Il faudra multiplier les ouvrages de reconnaissance pour espérer obtenir des ouvrages productifs (taux de réussite de 25% à cause du caractère hétérogène de ces formations).

Les paragraphes suivants proposent, pour chacun des secteurs géographiques d'étude (poches de vignes concernées indiquées entre parenthèses), une analyse de la capacité de satisfaction des besoins additionnels 2050 par la mobilisation des eaux souterraines :

- Bassin versant du Gardon d'Anduze (G3, G4, G5 et G6) ;
- Bassin versant de la Tave (C9, C10 et C11) ;
- Bas bassin versant de la Droude (G10) ;
- Bassin de Saint Chaptès (G8, G9, G17 et G18) ;
- Bassin versant de la Braune (G1, G2, G7) ;
- Uzège (G11, G12, G13, G14, G15 et G16) ;
- Bassin de Pujaut (C2, C3, C5, C6, C7 et C8) ;
- Bas du bassin versant de la Cèze (A1, A2, A3, C1, C4, C12, C13 et C14) ;
- Piémonts (P1 et P2).

Les hypothèses en termes de besoins sont présentées au chapitre 4. et les conclusions sur le potentiel de mobilisation des eaux souterraines au chapitre 6.6.2.

## BASSIN VERSANT DU GARDON D'ANDUZE (G3, G4, G5 ET G6)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 4,2 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 1 200 l/s en pointe.

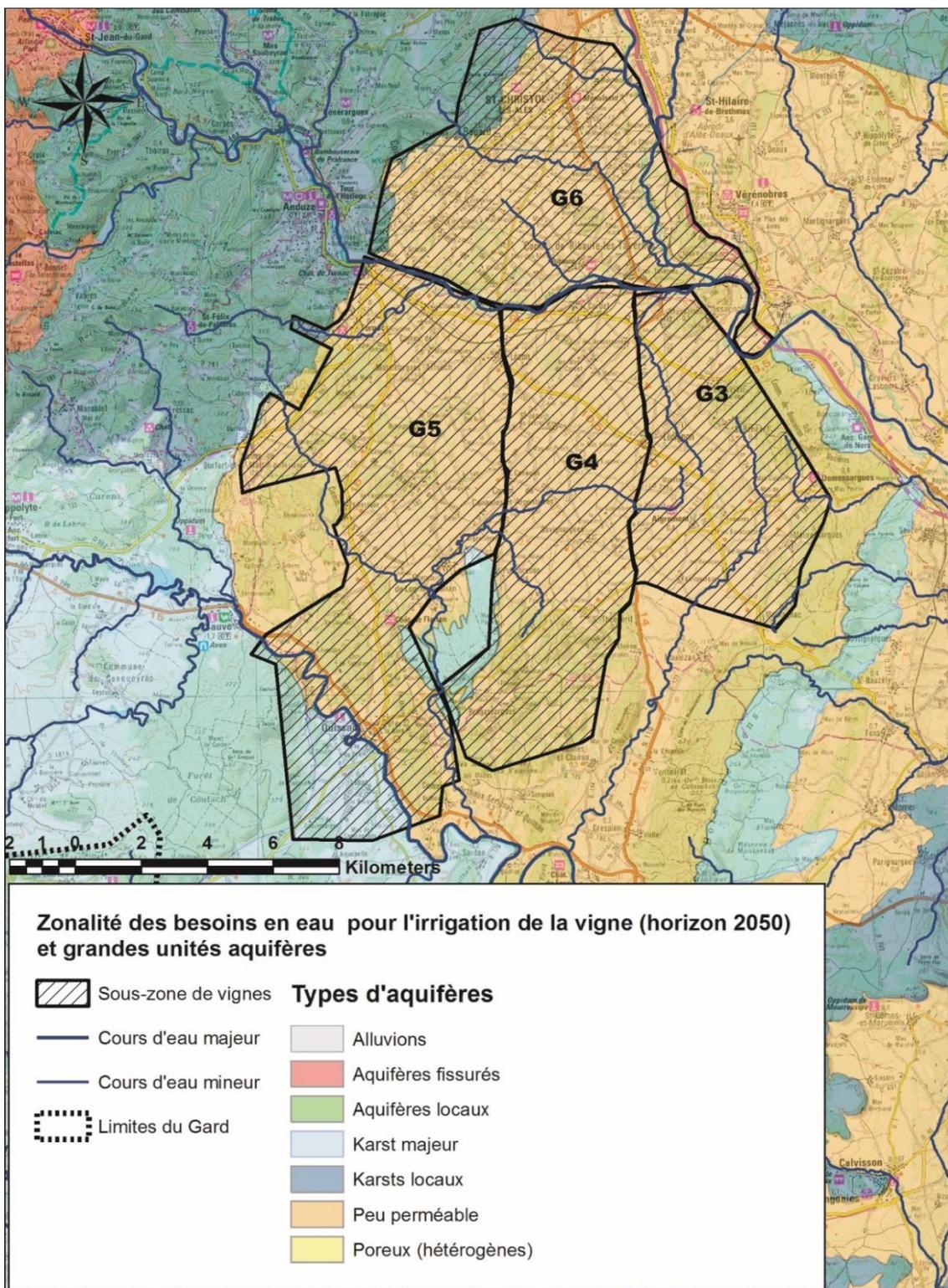
### Peu de ressources mobilisables :

- En partie centrale, et sur une proportion importante de ce secteur géographique, ce sont les marnes aptiennes qui affleurent. Très épaisses (de 200 à 400 m), elles sont réputées imperméables ;
- Dans la partie Nord du secteur, les sédiments oligocènes, qui remplissent le fossé tectonique d'Alès, sont réputés très peu perméables ;
- Dans la partie occidentale du secteur, on observe quelques lambeaux de calcaires hauteriviens (G5 avec seulement 10 km<sup>2</sup> d'affleurements) ; ces ressources sont très peu connues aujourd'hui mais on sait que ces aquifères sont drainés par le Crieulon (risque d'impact certain sur le Vidourle) ;
- Dans la partie Sud du secteur, on observe des calcaires jurassiques sous couverture, qui émergent au milieu des marnes aptiennes. Il s'agit de ressources mal connues, avec un risque de volumes renouvelables faibles ; de plus, toute exploitation de cet aquifère aurait un impact certain sur le Crieulon (alimentation indirecte du Crieulon par les sources du Mas de Planta).

**Au vu de ces considérations, il n'est pas envisageable de satisfaire le besoin identifié par une mobilisation des eaux souterraines.**



## Localisation des secteurs G3 à G6 sur fond géologique



## BASSIN VERSANT DE LA TAVE (C9, C10 ET C11)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 3,2 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 900 l/s en pointe.

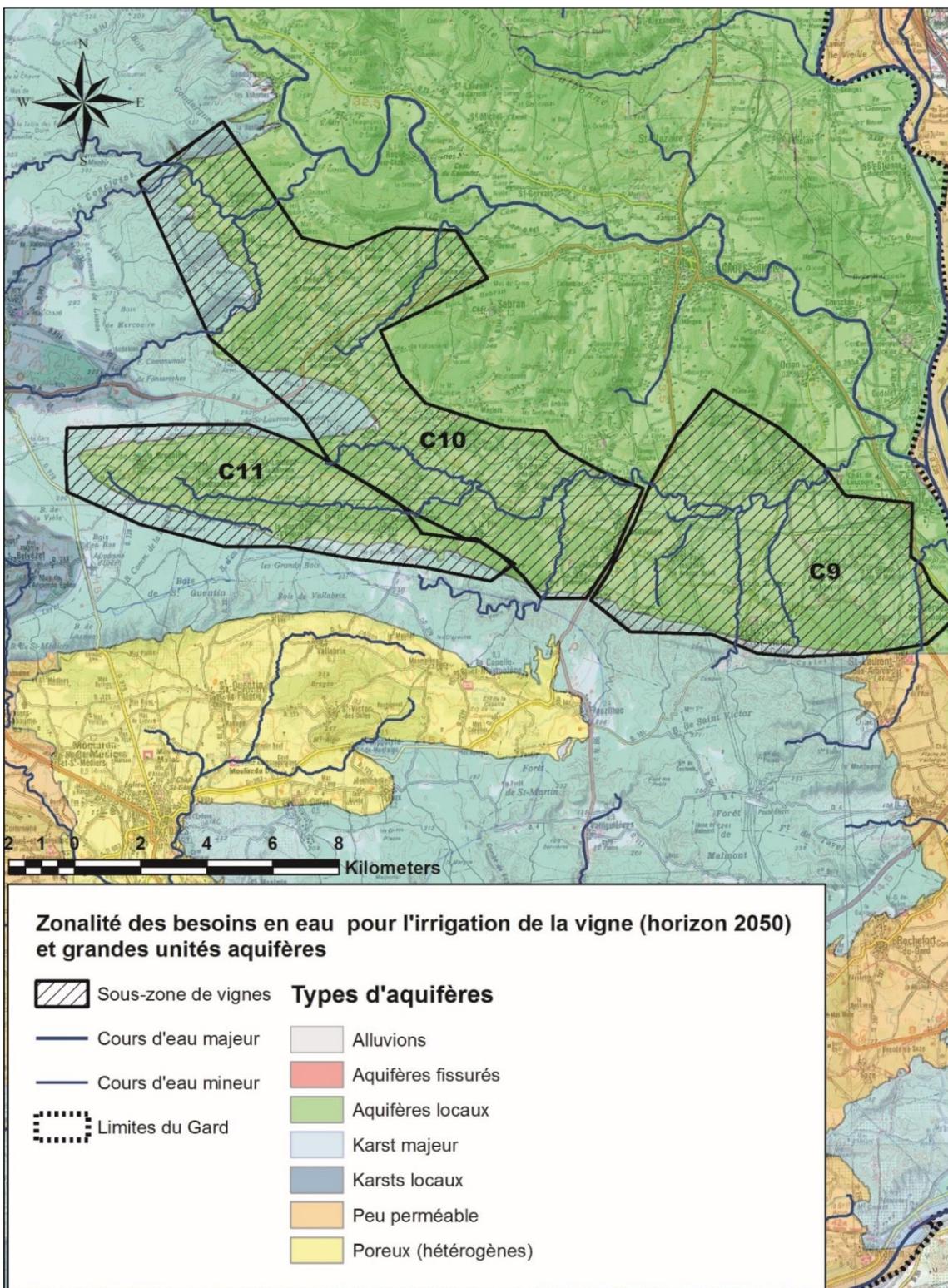
### Des ressources en eaux souterraines non mobilisables :

- Systèmes karstiques urgoniens (avec notamment le système qui alimente la source majeure du Moulin des Fontaines). Ces systèmes peuvent être considérés à ce jour comme mal connus mais la configuration hydrogéologique laisse supposer que ces systèmes sont majoritairement contributifs au bassin versant de la Tave ;
- Aquifères du Crétacé supérieur : sables et grès du Cénomaniens inférieur, calcaires, grès et sables du Turonien, calcaires, calcaires gréseux et grès du Coniacien. Ces systèmes hydrogéologiques contribuent de façon certaine au soutien d'étiage de la Tave.

**Tous ces aquifères sont ainsi fortement contributifs au soutien d'étiage de la Tave. Or, les partenaires locaux et les services de l'État ont alerté sur une dégradation des débits d'étiage de la Tave ces dernières années. Au vu de ce constat, il est jugé non recommandable de chercher à exploiter ces unités aquifères.**



Localisation des secteurs C9 à C11 sur fond géologique



## BAS BASSIN VERSANT DE LA DROUDE (G10)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 0,8 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 210 l/s en pointe.

### Les ressources mobilisables :

- Sédiments oligocènes très peu perméables ;
- Calcaires de l'Éocène (environ 10 km<sup>2</sup> à l'affleurement) probablement drainés par la Droude. Une étude locale est nécessaire car on peut considérer le fonctionnement hydrogéologique de cet aquifère comme inconnu (aucune étude dédiée, absence de suivi piézométrique et non identification des exutoires) ;
- Réservoir urgonien « enfoui » sous de grandes profondeurs (supérieures à 400 m).

Le seul aquifère potentiellement mobilisable concerne les séries carbonatées de l'Éocène.

Elles affleurent dans la partie Nord-Ouest du bassin de Saint Chaptès sur environ 30 km<sup>2</sup> ; selon les approches proposées dans l'étude pilotée par l'EPTB Gardons (Hydrofis - BRLi - Hydrogéosphère, 2019), la recharge moyenne interannuelle par la seule infiltration des eaux de pluie serait d'environ 300 l/s (le débit fictif d'infiltration associé est de l'ordre de 10 l/s/km<sup>2</sup>) ; des pertes dans la Droude sont susceptibles de venir recharger cette nappe.

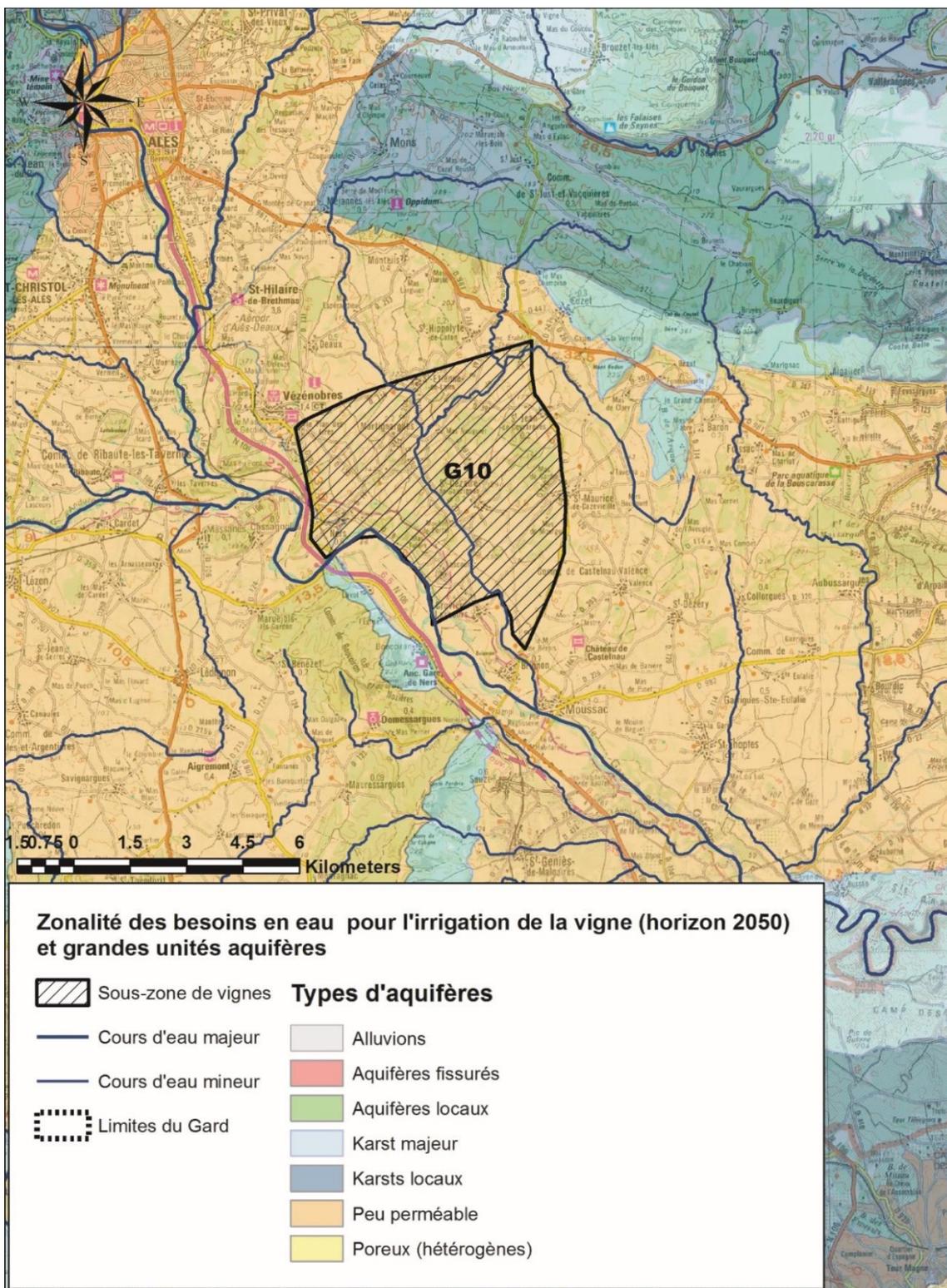
Selon cette même étude, l'absence d'exutoire identifié pour cette formation aquifère laisse supposer qu'elle pourrait alimenter l'aquifère urgonien drainé par le Gardon.

### ***In fine*, solliciter cette formation peut être considéré comme un moyen incertain, aléatoire et coûteux :**

- Risque de déséquilibre quantitatif (objectif de prélèvements de l'ordre de grandeur de la recharge moyenne) avec un impact potentiel sur la Droude ou sur le Gardon alimenté par le système karstique urgonien ;
- Pas de garantie des débits de pointe. Il sera *a priori* difficile d'obtenir des forages avec des débits supérieurs à 50 l/s ;
- Investissement lourds : au moins 300 000 euros d'études préalables (caractérisation du réservoir, mise en place d'un suivi piézométrique, suivi des débits de la Droude avec une caractérisation des dynamiques d'assecs sur au moins trois cycles hydrologiques), environ 320 000 euros en prospection (coût estimé pour 32 forages tests) et au moins 160 000 euros en équipement (coût estimé pour 8 ouvrages de production avec un débit cible prévisionnel de 30 l/s).



## Localisation du secteur G10 sur fond géologique



## BASSIN DE SAINT CHAPTES (G8, G9, G17 ET G18)

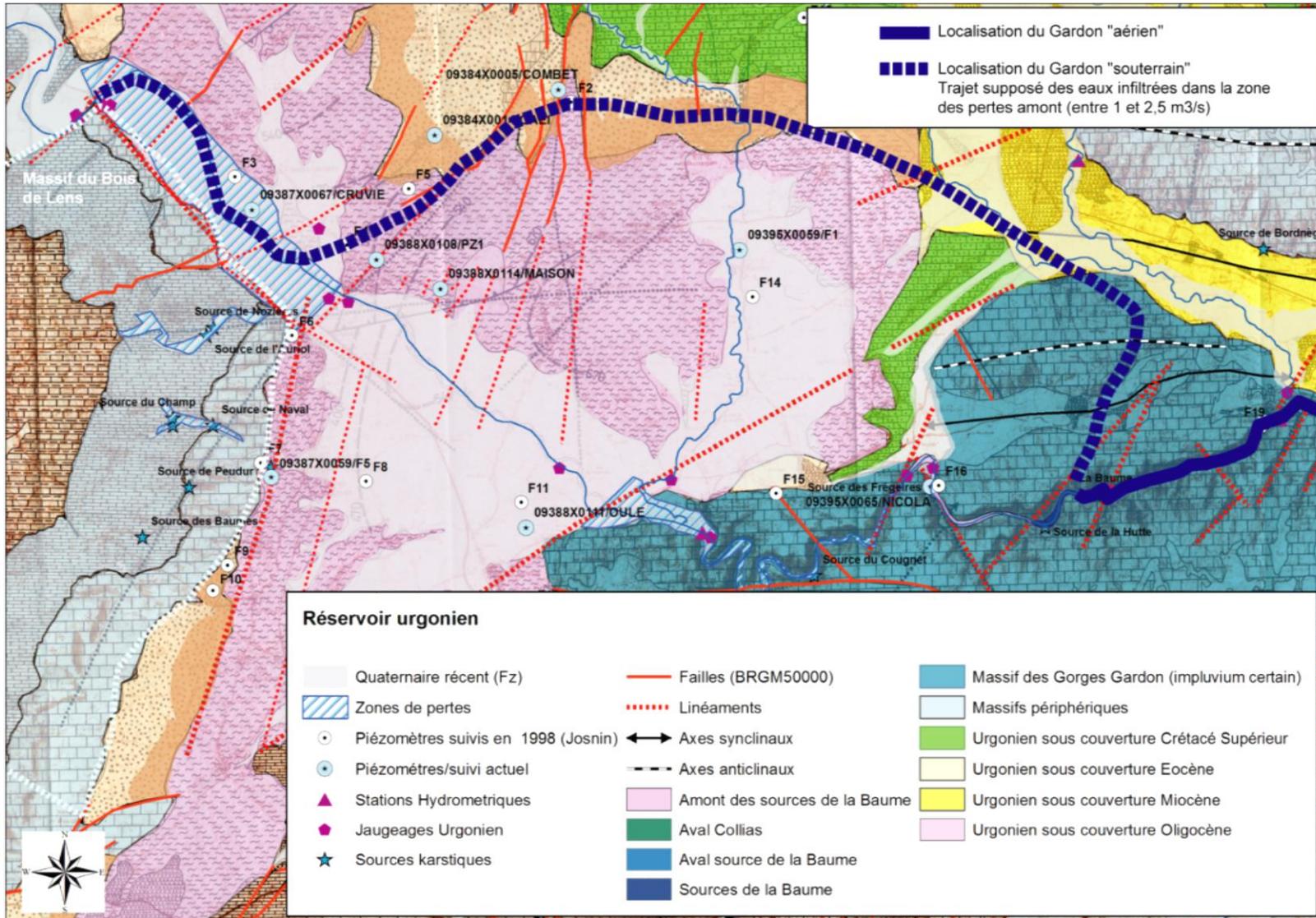
### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 3,6 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 1 000 l/s en pointe.

### Ressources potentiellement mobilisables :

- Les calcaires de l'Eocène potentiellement en connexion avec l'aquifère urgonien (G9) ;
- Le réservoir urgonien : « enfoui » sous de grandes profondeurs (supérieures à 400 m) pour G8 et G18 mais abordable pour G9 et G17 mais avec des impacts forts sur les débits d'étiage du Gardon à la Baume (compartiment aval).

Figure 69 : Modèle conceptuel du système karstique urgonien



Source : Hydrofis (2019)

**En première approche, on peut donc considérer, au regard des enjeux en termes de volumes à prélever, que les seuls aquifères sollicitables sont les séries carbonatées de l'Éocène et/ou l'aquifère urgonien que l'on peut supposer en interrelation hydraulique.**

L'étude pilotée par l'EPTB Gardons (Hydrofis - BRLi - Hydrogéosphère, 2019) a permis d'aboutir aux grands résultats suivants :

- Dans l'état des connaissances actuelles, l'hypothèse la plus plausible pour expliquer les débits en fin d'étiage relativement élevés à la Baume (de l'ordre de 1,5 m<sup>3</sup>/s dans la situation actuelle) est celle d'un réseau karstique majeur qui relie les pertes entre Ners et Boucoiran (seules pertes « actives » en période estivale) et la zone de restitution principale à l'étiage qui est concentrée sur les sources de la Baume.

Pour les étiages sévères, on a une relation forte entre les volumes qui « rentrent » dans le réservoir au droit de cette zone de pertes et le débit d'étiage du Gardon. Or, ce réseau karstique serait localisé sur la bordure Nord du bassin oligocène de Saint Chaptès ; il passerait approximativement au milieu des sous-zones G9, G18 et G17.

- L'impact de tout prélèvement par forages sur le débit à la Baume dépend de la distance au réseau actif et des paramètres hydrodynamiques locaux, qui ne peuvent être connus *a priori*.

À titre d'exemple :

- si les conditions hydrodynamiques locales sont défavorables (bonne connexion au système de drains actifs), il faut théoriquement s'éloigner de plus de 5 km du chemin principal pour impacter de moins de 50% du volume prélevé le débit à la Baume en période estivale ;
- si les conditions hydrodynamiques locales sont plus favorables (mauvaise connexion au système de drains actifs), il faut s'éloigner de seulement 2 km du chemin principal pour impacter de moins de 50% du volume prélevé le débit à la Baume en période estivale.

Cette situation complexe a conduit les auteurs de l'étude à recommander, pour tout projet de nouveau prélèvement par forage, une approche graduée (mise en place de paliers bas, suivi des impacts piézométriques sur au moins quatre cycles hydrologiques puis, potentiellement, autorisation de paliers plus élevés), avec la réalisation systématique d'études hydrogéologiques adaptées à la complexité du milieu (suivi par des hydrogéologues qualifiés et mise en œuvre de pompages d'essais avec suivi au lointain sur au moins un piézomètre judicieusement implanté).

Au vu de ces considérations, il est possible d'envisager des prélèvements par forage dans la partie sous couverture du bassin de Saint Chaptès (sous-secteur G8) mais seulement sous réserve d'un protocole de vérification et de contrôle adapté et très exigeant en termes de moyens et d'objectifs.

**Quoi qu'il en soit, la situation actuelle est limitée par une problématique environnementale forte. La satisfaction d'un DOE fixé aujourd'hui à 1 700 l/s à Remoulins ne laisse pas de marge de manœuvre pour de nouveaux prélèvements, même faiblement impactants ; l'étude EVP a en effet déterminé un QMNA<sub>5</sub> de 1400 l/s dans la situation actuelle<sup>59</sup>.**

Cette valeur de DOE est le fruit d'un long processus d'élaboration. Ce processus s'était toutefois heurté à un déficit de connaissance : en particulier manque de connaissance sur les relations entre Gardon et aquifères karstiques, manque de fiabilité de la station de Remoulins.

Il avait été indiqué que la valeur de ce DOE (comme pour d'autres points du bassin) pourrait être retravaillée au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances. On peut indiquer ici pour mémoire que, si dans ce cadre d'une révision liée à une amélioration des connaissances, la valeur de ce DOE devait un jour être revue à la baisse, une marge de manœuvre en matière de volume prélevable pourrait alors se dégager sur le karst urgonien.

<sup>59</sup> Valeur de QMNA<sub>5</sub> mentionnée dans l'EVP Gardons. Compte-tenu des différents jaugeages réalisés ces dernières années (étude karst, mesures stations EPTB/CNRS, jaugeages SPC BRLi/SPC de 2017-2019 notamment) il est possible que le QMNA<sub>5</sub> se situe dans les faits entre 1 500 l/s et 1 700 l/s.



Une solution potentielle pour accroître le prélèvement dans le karst urgonien est la mise en place d'une gestion active de cette nappe. Dans certains aquifères karstiques, il est en effet possible de mettre en place une gestion dite active de l'exploitation des ressources en eau souterraine. Il s'agit alors, par des forages implantés près des zones d'exutoires, voire dans l'exutoire lui-même, de prélever au-delà du débit de restitution ; cela provoque alors l'assèchement de l'exutoire naturel et cette perte est alors composée artificiellement par un retour d'une partie des eaux pompées vers cet exutoire. C'est le mode de gestion actuel des sources du Lez dans le département voisin de l'Hérault et c'est un mode de gestion étudié et envisagé pour les sources de Dardennes, dans le Département du Var.

**En ce qui concerne une telle gestion active de l'aquifère urgonien, l'étude pilotée par l'EPTB Gardons (Hydrofis - BRLi - Hydrogéosphère, 2019) a permis de conclure à une difficulté opérationnelle certaine à mettre en place de telles modalités de prélèvements.**

Nous reproduisons ici de façon littérale l'intégralité de l'analyse qui est proposée dans cette étude :

« Avant d'étudier la possibilité d'une gestion active de l'aquifère urgonien, il faut en rappeler les spécificités :

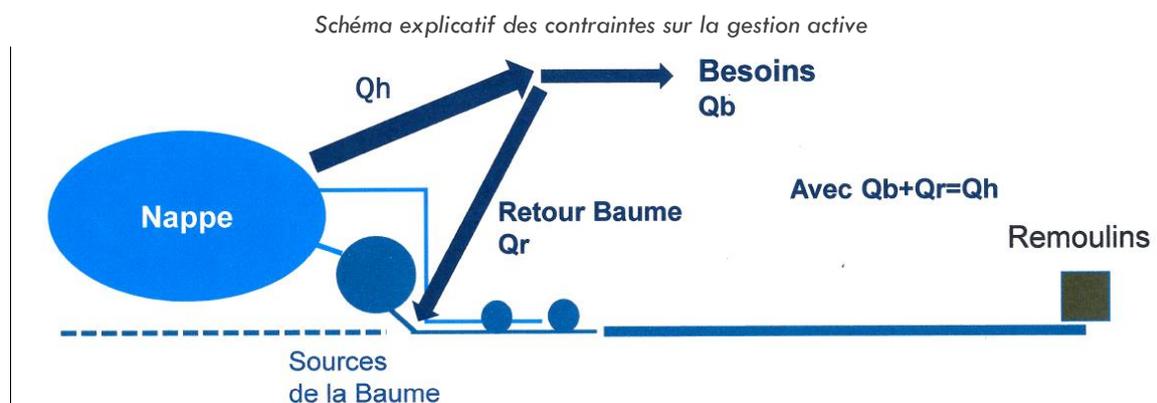
- À l'étiage, 90% du débit est restitué par le karst au droit des sources de la Baume. Les gorges du Gardon sont un espace naturel exceptionnel fortement dépendant au caractère aquatique de ces milieux, protégé par plusieurs dispositifs réglementaire ou contractuels ; il est inimaginable d'assécher le Gardon en période estivale entre les sources de la Baume et Collias.
- Le débit d'étiage correspondant à un  $QMNA_5$  (débit mensuel moyen observé une année sur cinq) est estimé compris entre 1 500 et 1 700 l/s à Remoulins (forte incertitude liée à des séries chroniques courtes et de fortes incertitudes sur les mesures de débit à l'étiage). Il serait expliqué pour 1 400 à 1 500 l/s par les résurgences du système karstique et par 100 à 200 l/s environ par les apports de l'Alzon. Le débit de 1 500 l/s est aujourd'hui acté comme objectif de gestion pour le bon état écologique du cours d'eau et des milieux associés.

**Il résulte de ces deux considérations que toute gestion active sera contrainte par un objectif de conservation d'un débit minimal de 1 500 l/s au droit des sources de la Baume.**

Cette contrainte interdit de facto toute gestion active en champ, proche des sources de la Baume qui produirait un assèchement complet des sources de la Baume. Dans un tel schéma, il serait nécessaire de pomper suffisamment et pour prélever un débit cible et pour ramener 1 500 l/s dans le Gardon au droit des sources.

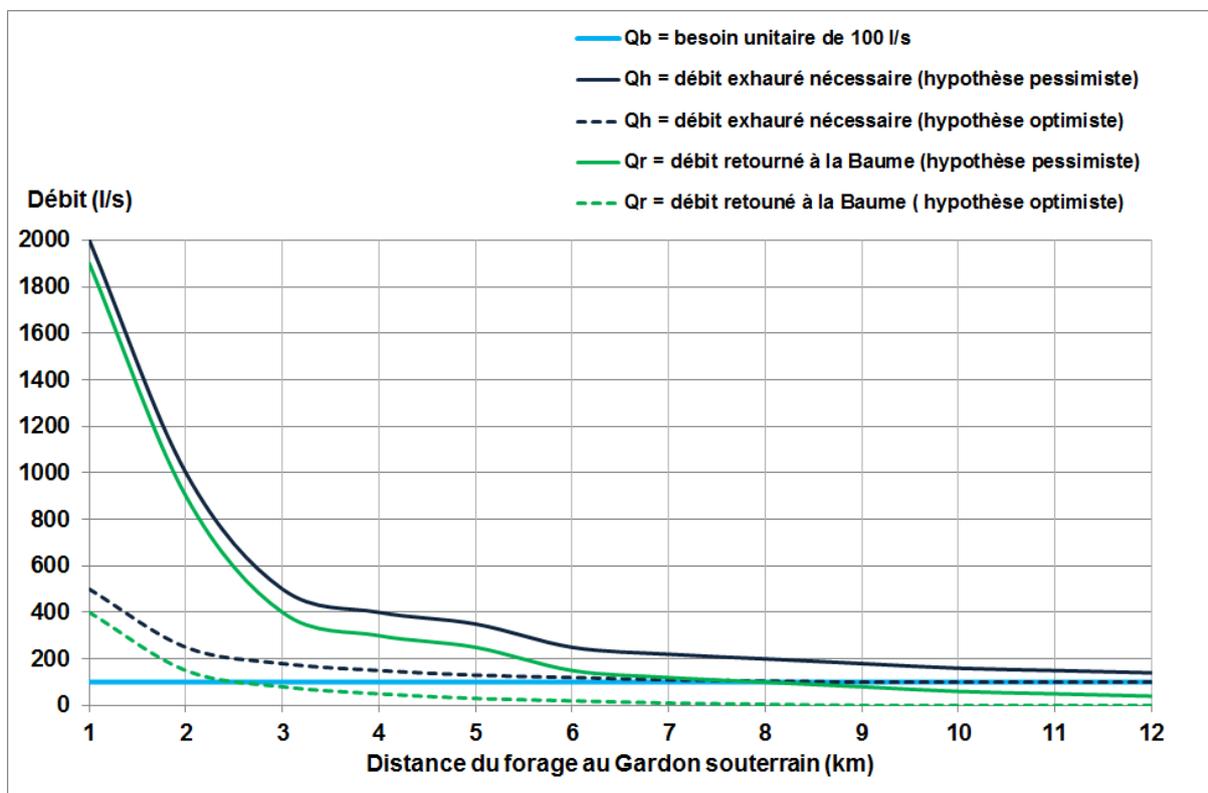
Nous avons vu que l'impact sur le débit à la Baume pouvait être anticipé par une estimation haute et basse, exprimé en % de réduction du débit à l'exutoire, principalement fonction de la distance au Gardon souterrain.

Pour tout nouveau prélèvement dans l'aquifère urgonien, le débit exhauré ( $Q_h$ ) devra être réparti entre une part pour la satisfaction des besoins ( $Q_b$ ) qui justifient le prélèvement et une part qui sera retournée à la Baume ( $Q_r$ ). Le schéma ci-dessous essaie d'illustrer cette contrainte.



On peut ainsi traduire ces contraintes par deux graphes (hypothèse favorable et hypothèse défavorable) qui déterminent  $Q_h$ ,  $Q_b$  et  $Q_r$  en fonction de la distance du point de prélèvement

Équilibre à respecter pour une gestion active du karst urgonien.



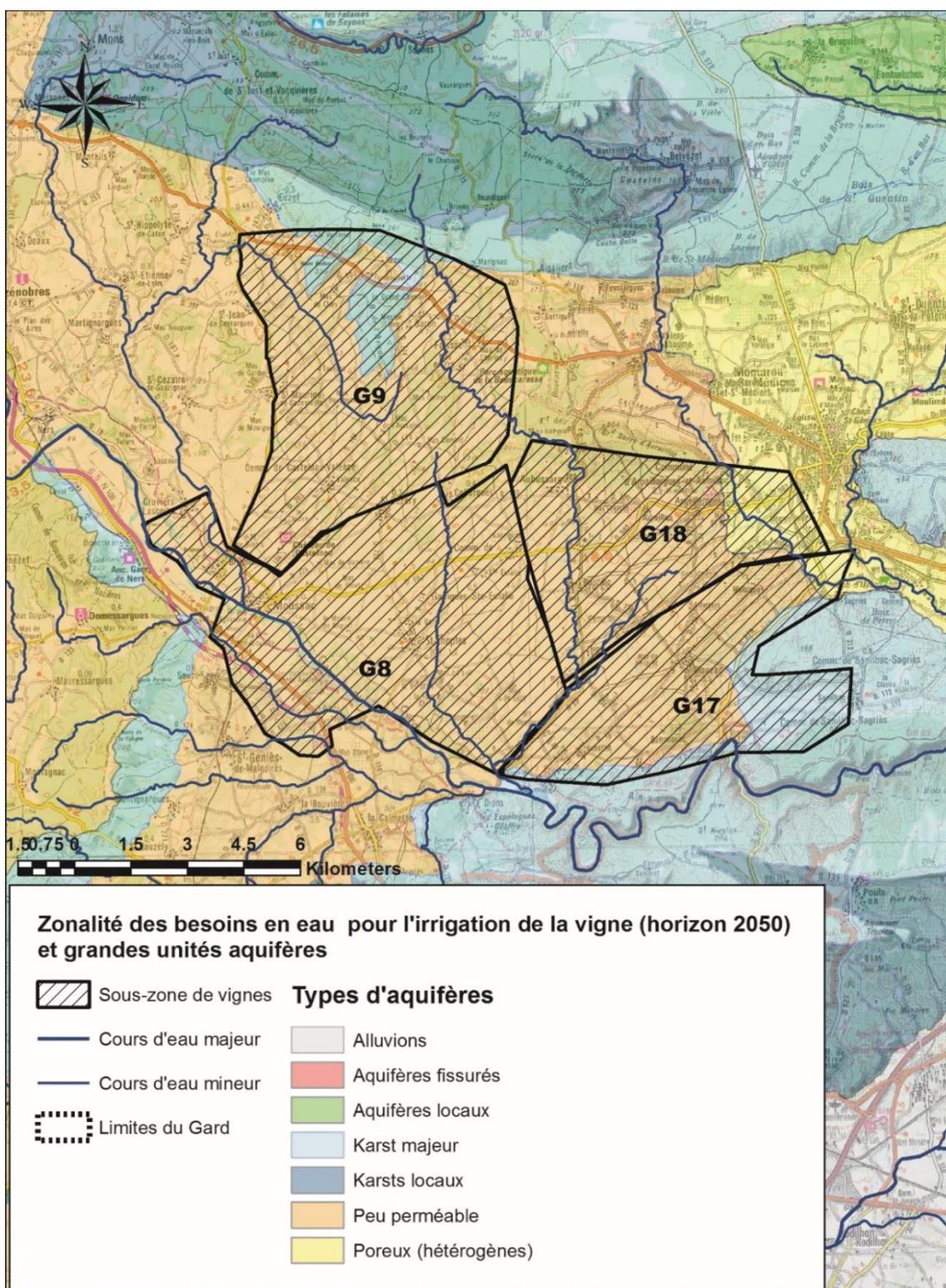
À titre d'exemple, un forage à 4 km de la Baume est susceptible de générer un déficit aux exutoires compris entre 35 et 75%. Si on veut satisfaire un besoin unitaire d'environ 100 l/s, il faudra pomper soit 150 l/s pour remettre 50 l/s dans le Gardon (hypothèse optimiste), soit pomper 400 l/s et en rejeter 300 l/s dans le Gardon pour compenser la baisse de débit aux sources de la Baume (hypothèse pessimiste). Il sera alors nécessaire de ramener ces débits via des installations appropriées (tuyaux correctement dimensionnés pour 50 ou 300 l/s sur une distance de 4 km).

**Ce schéma permet de mettre en évidence la difficulté opérationnelle d'une éventuelle gestion active du Gardon qui est en grande partie dépendante des conditions hydrodynamiques locales d'implantation d'éventuels forages :**

- Dans le cas d'un forage implanté dans un milieu très diffusif (hypothèse défavorable), il faut une implantation à plus de 7 km du Gardon souterrain pour commencer à avoir un ratio acceptable (débit d'exhaure de l'ordre de 200 l/s pour un besoin satisfait de 100 l/s). Cela implique que soit on décide de minimiser les longueurs du retour vers les sources de la Baume mais on aura alors un ratio d'exploitation très défavorable (avec un débit dit de retour très important), soit on cherche un ratio acceptable mais il faut accepter de mettre en place des systèmes de retour à la Baume sur plus de 7 km.
- Dans le cas d'un forage implanté dans un milieu moins diffusif (hypothèse favorable), on obtient un ratio acceptable (50-50) pour une distance forage-Gardon souterrain de 2,5 km. Notons qu'au-delà de 6 km, l'impact aux exutoires est tellement faible qu'il n'est plus obligatoire d'envisager un retour artificiel vers le Gardon. »



Localisation des secteurs G8, G9, G17 et G18 sur fond géologique



## BASSIN VERSANT DE LA BRAUNE (G1, G2, G7)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 1,2 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 320 l/s en pointe.

### Les ressources mobilisables :

Dans ce secteur situé en rive droite du Gardon, la seule ressource mobilisable est le système karstique urgonien du Bois de Lens ; selon l'étude pilotée par l'EPTB Gardons (Hydrofis - BRLi - Hydrogéosphère, 2019), il s'agit d'un compartiment annexe du système karstique drainé par le Gardon. Son fonctionnement hydrogéologique est bien documenté. Il présente une recharge moyenne interannuelle forte (environ 7 Mm<sup>3</sup>/an pour 35 km<sup>2</sup>) et s'ils sont bien positionnés, les forages peuvent être relativement productifs (environ 100 l/s).

Les impacts environnementaux d'éventuels prélèvements dans ce karst seront des impacts indirects et différés sur les débits du Gardon à la Baume.

Attention, il est nécessaire de poser un point d'alerte : il existe un risque d'improductivité en période estivale (fort battement piézométrique avec un aquifère en position structurale défavorable) et un conflit potentiel avec forage AEP de Saint-Geniès-de-Malgoirès.

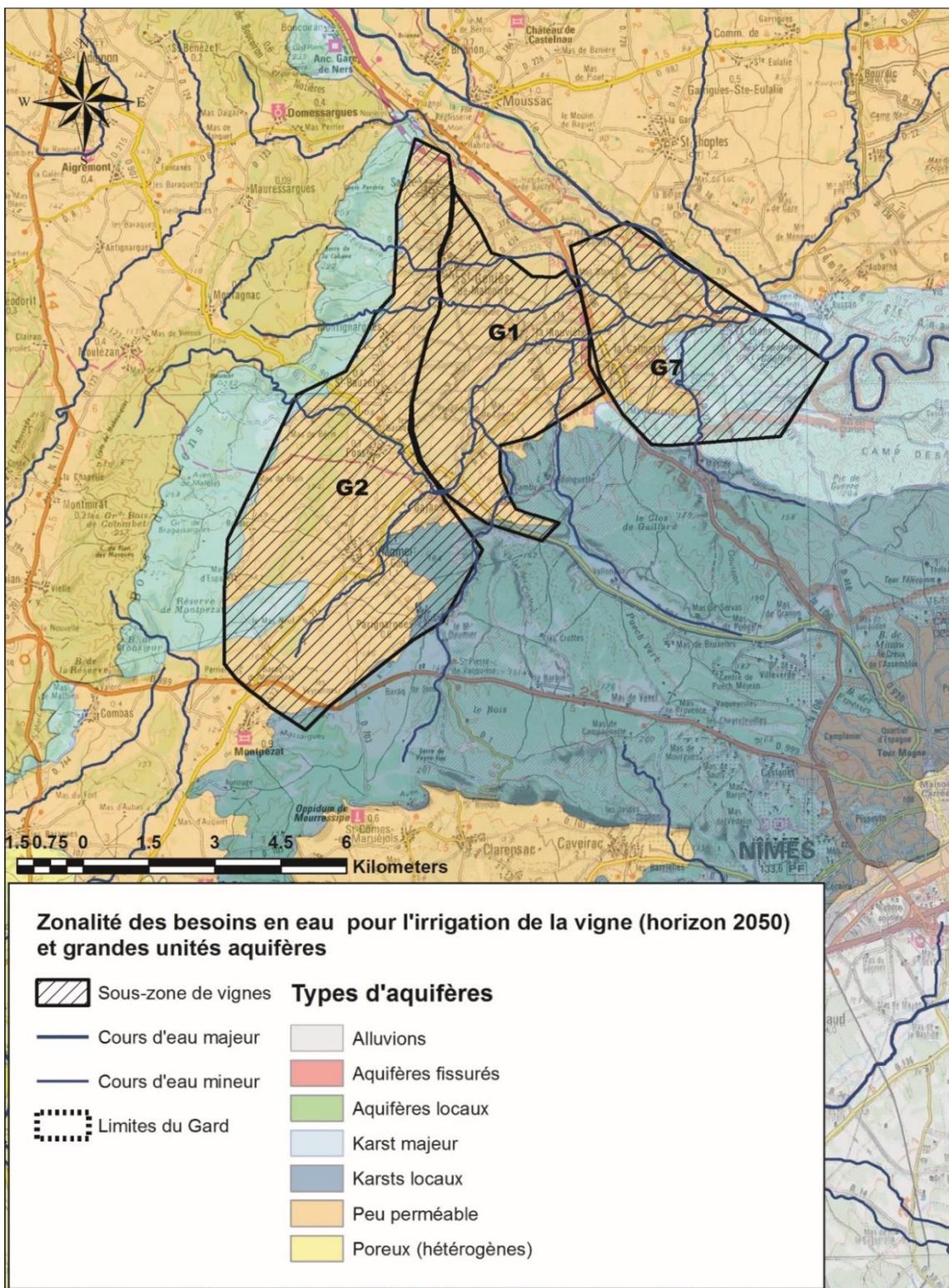
**Solliciter cette ressource apparaît donc aujourd'hui comme une opportunité à étudier avec des incertitudes fortes à lever. Il est possible que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié.**

D'un point de vue exploitation, il faut envisager la mise en place d'au moins 4 ouvrages de production avec un débit cible prévisionnel de 80 l/s, à positionner en bordure des remplissages oligocènes (profondeur prévisionnelle de 300 m avec TN =200 et NP entre 100 et 30 m NGF). Ce positionnement implique une distribution vers les zones de vignes qui nécessitera la mise en place de linéaire conséquent de tuyaux (environ 8 km entre les forages et la zone de vignes la plus éloignée).

Les investissements correspondants sont : environ 100 000 euros d'études préalables, environ 400 000 euros en prospection (coût estimé pour 16 forages tests) et au moins 200 000 euros en équipement (coût estimé pour 4 ouvrages de production).



Localisation des secteurs G1, G2 et G7 sur fond géologique



## UZÈGE (G11, G12, G13, G14, G15 ET G16)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 2,2 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 610 l/s en pointe.

### Les ressources mobilisables :

- Molasses miocènes (80 km<sup>2</sup>).
- Sables et grès du Cénomaniens (20 km<sup>2</sup>).
- Réservoir urgonien : au nord, système karstique drainé par la Fontaine d'Eure ; risque d'impact fort sur la source (captage AEP d'Uzès). Au sud, système karstique drainé par le Gardon ; risque d'impact fort sur les exutoires de ce système et donc sur les débits du Gardon en période estivale.

**Au vu de cette configuration hydrogéologique, il est possible d'envisager une sollicitation des séries hétérogènes peu perméables du Miocène et du Cénomaniens (mollasses, sables et grès).**

Ces aquifères peuvent être considérés comme actuellement mal connus et mal décrits (la dernière synthèse de qualité est la thèse de Ricolvi en 1968). Le suivi piézométrique est lacunaire.

En ce qui concerne leur potentiel, elles affleurent sur environ 100 km<sup>2</sup> ; la recharge moyenne interannuelle par la seule infiltration des eaux de pluie peut être estimée à environ 20 Mm<sup>3</sup>/an (recharge annuelle par infiltration des eaux de pluie de 200 mm). La productivité attendue des forages est faible (entre 20 et 80 l/s).

**On peut, en première approche, juger que la ressource est suffisante au regard des besoins identifiés mais qu'elle sera difficile à mobiliser. Il est possible que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié.**

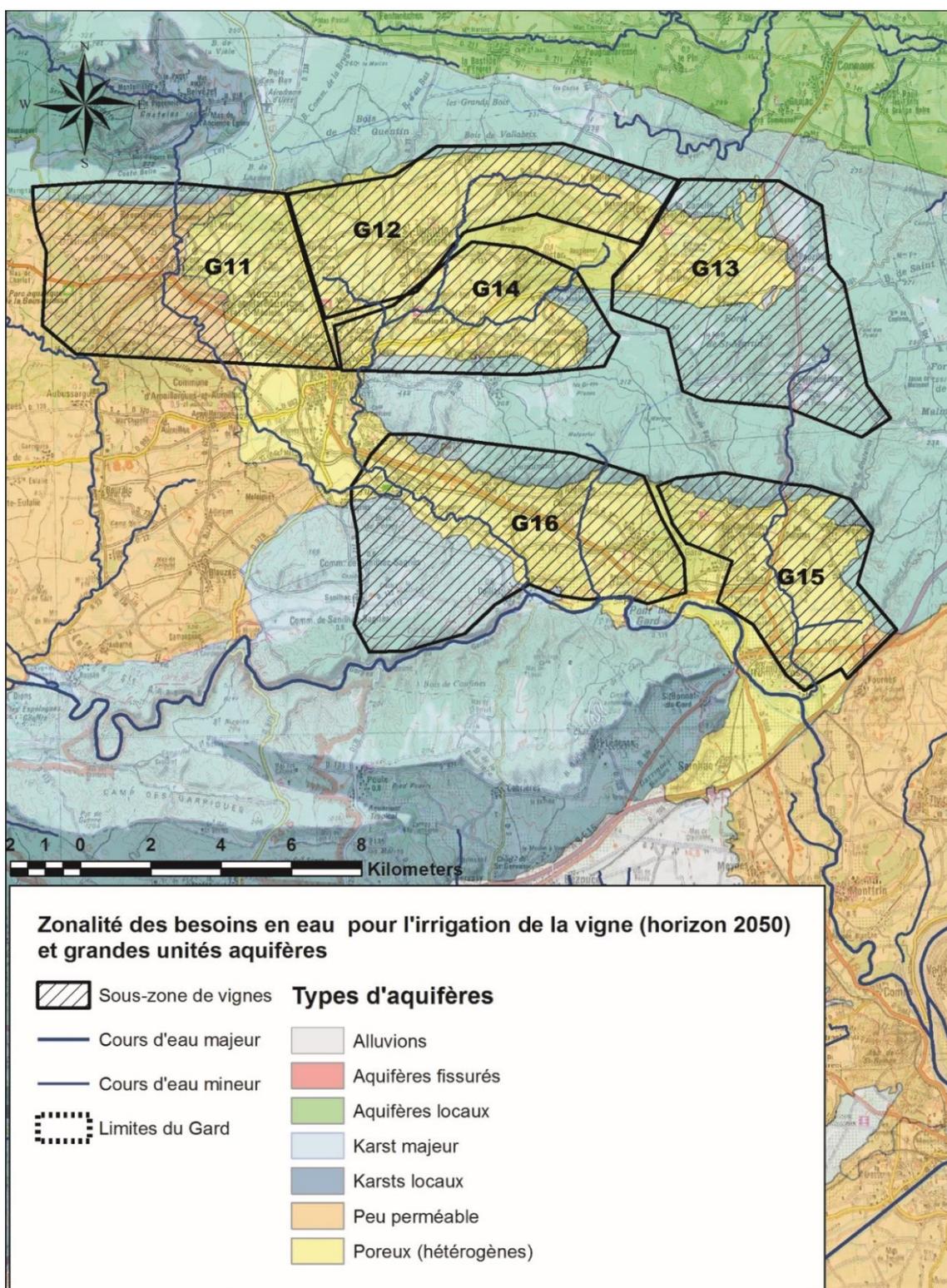
Soulignons les points suivants :

- Il y a un risque conflit potentiel avec forages AEP qui sollicitent déjà cette ressource. Il faudra prendre les précautions nécessaires pour que tout nouveau prélèvement agricole dans ces ressources n'impactent pas les champs captants AEP en place.
- Il existe un risque de diminution du débit d'étiage de l'Alzon. Il faudra impérativement réaliser des études scientifiques robustes au préalable (suivi piézométrique renforcée puis mise au point d'un modèle numérique indispensable pour anticiper les effets d'éventuels nouveaux prélèvements en période estivale sur les cours d'eau superficiels).

Les investissements seront importants si on vise la satisfaction de la totalité du besoin identifié : environ 300 000 euros d'études préalables, environ 1 200 000 euros en prospection (coût estimé pour 120 forages tests) et au moins 300 000 euros en équipement (coût estimé pour 30 ouvrages de production). Il sera nécessaire de prévoir un suivi piézométrique renforcé et durable pour valider l'absence d'impact sur l'Alzon (coût non estimé).



Localisation des secteurs G11 à G16 sur fond géologique



## BASSIN DE PUJAUT (C2, C3, C5, C6, C7 ET C8)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 3,6 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 1 000 l/s en pointe.

### Les ressources mobilisables :

- Sédiments oligocènes très peu perméables.
- Réservoirs urgoniens : massif des Angles (40 km<sup>2</sup>) avec une alimentation masquée des alluvions du Rhône ; terminaison orientale du massif de Malmont (50 km<sup>2</sup> ?) qui est un système karstique peu fonctionnel (exutoires « diffus »).

**Il est possible d'envisager une sollicitation des massifs karstiques urgoniens de Malmont et des Angles ; notons toutefois que ce sont des réservoirs carbonatés, probablement karstifiés, dont le comportement hydrogéologique est actuellement mal connu.**

On peut cependant faire l'hypothèse d'une recharge forte (environ 18 Mm<sup>3</sup>/an pour un impluvium d'environ 90 km<sup>2</sup> et une recharge annuelle par infiltration des eaux de pluie de 200 mm). On peut supposer des forages potentiellement productifs (environ 100 l/s) s'ils venaient à recouper les systèmes de drains karstiques actifs.

A priori, il n'y aura pas d'impacts sur les cours d'eau pour le massif des Angles (alimentation masquée des alluvions du Rhône). D'éventuels prélèvements futurs dans le Malmont risquent par contre d'impacter les petits hydro systèmes secondaires (nappes dans les cailloutis villafranchiens et dans les colluvions).

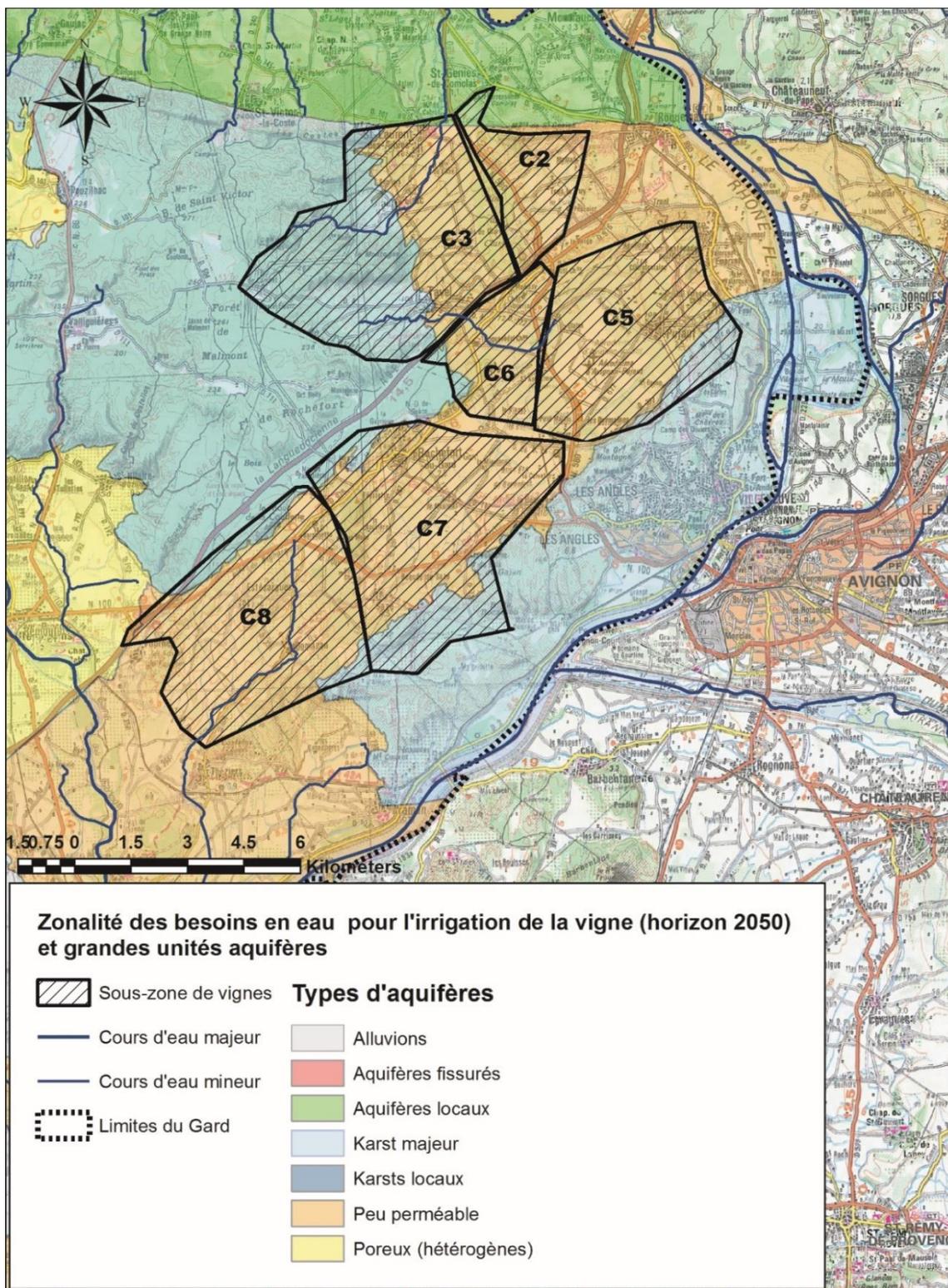
Il y a donc un besoin d'études préalables pour implanter de façon optimale les ouvrages et minimiser les éventuels impacts sur les hydro systèmes superficiels.

**In fine, on peut considérer la sollicitation de ces aquifères comme une opportunité à étudier. Il est possible que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié.**

Notons que les investissements seront importants : environ 100 000 euros d'études préalables (en particulier pour étudier les liens entre massif de Malmont et hydro systèmes superficiels sur au moins trois cycles hydrologiques), environ 1 000 000 euros en prospection (coût estimé pour 40 forages tests) et au moins 500 000 euros en équipement (coût estimé pour 10 ouvrages de production). Les forages seront déportés par rapport aux zones de vignes et il faudra intégrer des coûts supplémentaires nécessaires au transport de l'eau.



## Localisation des secteurs C2 à C8 sur fond géologique



## BAS DU BASSIN VERSANT DE LA CÈZE (A1, A2, A3, C1, C4, C12, C13 ET C14)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 6,7 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 1 900 l/s en pointe.

### Ressources mobilisables :

**Pour les sous-zones en bordure ou sur la plaine alluviale du Rhône, on peut envisager une sollicitation des alluvions du Rhône et, localement, de l'Ardèche ; il s'agit des sous-zones A1, A2, A3, C1, C4.**

Le cumul des besoins pour ces sous-zones représente un enjeu de production de l'ordre 2,7 Mm<sup>3</sup>/an avec un débit de pointe de 750 l/s.

La nappe alluviale du Rhône peut être jugée comme puissante avec la capacité à interfacer ces besoins ; la nappe alluviale de l'Ardèche serait moins productive (sédiments plus fins).

Il y aura bien évidemment besoin d'études préalables pour implanter de façon optimale les ouvrages et éviter tout conflit avec des usages déjà en place.

**Solliciter la nappe alluviale du Rhône ou celle de l'Ardèche peut donc être considérée comme une opportunité à étudier.**

Les investissements seront importants : environ 100 000 euros d'études préalables, environ 1 000 000 euros en prospection (coût estimé pour 40 forages tests) et au moins 500 000 euros en équipement (coût estimé pour 10 ouvrages de production). Les forages seront déportés par rapport aux zones de vignes et il faudra intégrer des coûts supplémentaires nécessaires au transport de l'eau.

**Pour les sous-zones situées plus à l'intérieur des terres (C12, C13, C14), dans la partie basse du bassin versant de la Cèze, la seule ressource en eau souterraine mobilisable concerne les séries supposées perméables des formations du Crétacé supérieur.**

Citons :

- Sables et grès du Cénomaniens inférieur.
- Calcaires, grès et sables du Turonien.
- Calcaires, calcaires gréseux et grès du Coniacien

Le cumul des besoins pour ces sous-zones représente un enjeu de production de l'ordre 4 Mm<sup>3</sup>/an avec un débit de pointe de 1 100 l/s.

Ces aquifères sont très mal connus et on note une absence de descriptions de leur comportement hydrogéologique dans la littérature scientifique et technique.

Ceci étant, au vu de la configuration hydrogéologique de ces aquifères locaux, on peut supposer que tout nouveau prélèvement dans ces nappes risque d'impacter les petites sources et les ruisseaux secondaires qui sont alimentés de façon diffuse par ces nappes. Notons que la Cèze présente un débit d'étiage aujourd'hui acceptable dans sa partie aval. Toute politique de prélèvements dans ces aquifères annexes a peu de chance d'impacter le débit de la Cèze mais elle aura probablement pour effet d'« assécher » ce territoire en faisant disparaître les ruisseaux secondaires aujourd'hui en eau durant la période estivale.

**Un tel risque nous paraît majeur et nous ne pouvons que recommander des études détaillées et un suivi environnemental approfondi de tous les hydrosystèmes dans la basse vallée de la Cèze avant toute implantation de nouveau forage.**

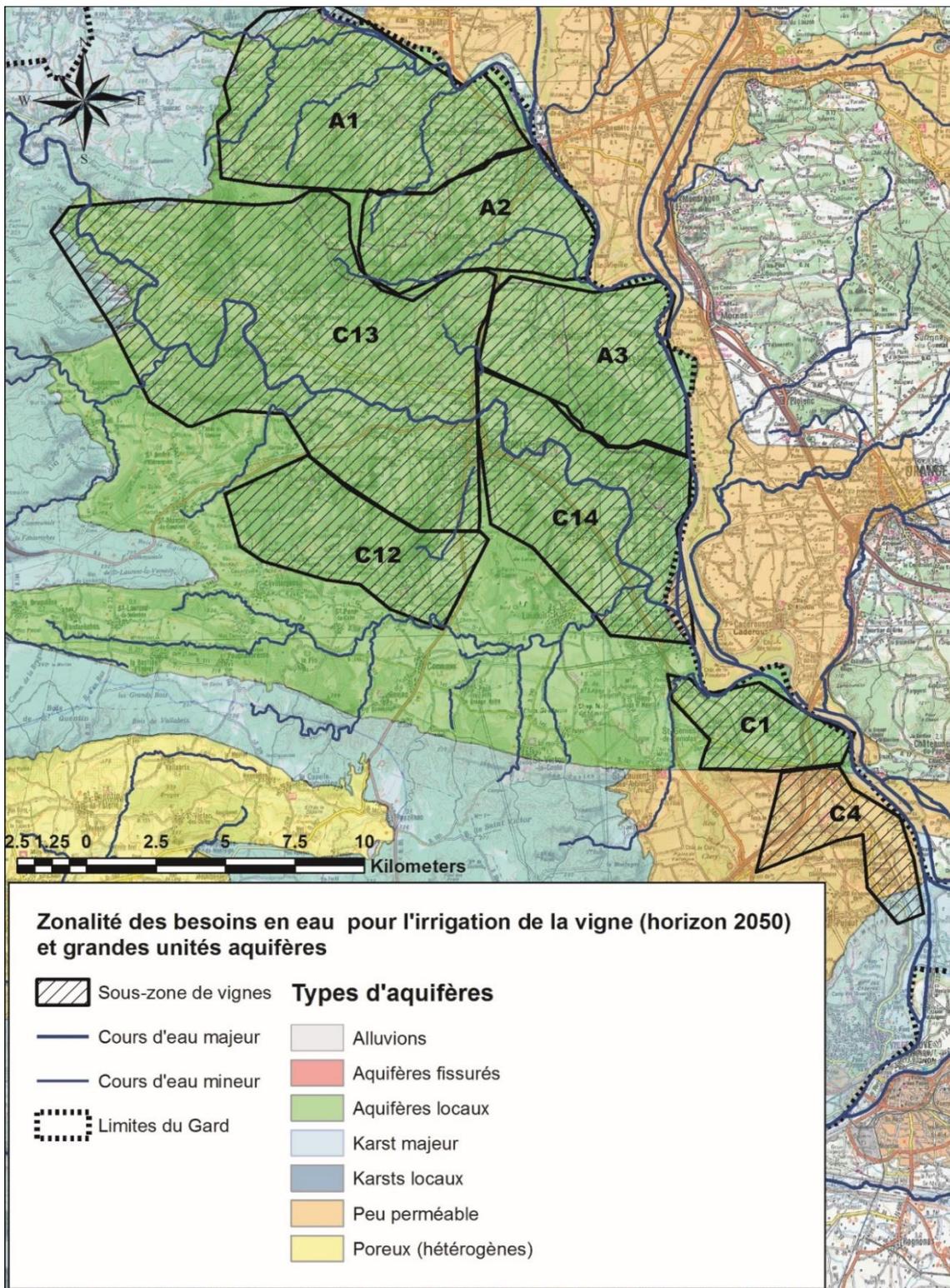


De plus, sur la base des connaissances actuelles, on peut faire l'hypothèse d'une recharge relativement faible (environ 13 Mm<sup>3</sup>/an pour un impluvium d'environ 130 km<sup>2</sup> avec une recharge annuelle moyenne de 100 mm) ; on observe que le ratio ressource estimé / besoin est de l'ordre de 3, ce qui est indice médiocre qui peut amener à douter de la disponibilité de la ressource à satisfaire la totalité des besoins identifiés.

Pour finir, il faut s'attendre à obtenir des forages faiblement productifs (débit cible maximal de 40 l/s). Les investissements seront très importants si on vise à satisfaire la totalité des besoins identifiés : environ 300 000 euros d'études préalables (avec caractérisation des séries aquifères, étude détaillée des liens entre eaux souterraines et hydro systèmes superficiels, avec notamment un suivi hydrométrique adapté sur au moins trois cycles hydrologiques), environ 1 600 000 euros en prospection (coût estimé pour 160 forages tests) et au moins 800 000 euros en équipement (coût estimé pour 40 ouvrages de production).

**Mobiliser les nappes des séries aquifères du Crétacé supérieur est une option qui fait face à de sérieuses difficultés. Les coûts seront importants et une telle option devra d'abord lever des incertitudes majeures (impact potentiel sur les cours d'eau et besoin impératif de valider l'ordre de grandeur de la recharge et la présence de réserves mobilisables en période estivale). Il est possible et probable que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié.**

Localisation des secteurs A1, A2, A3, C1, C2, C4, C12, C13, C14 sur fond géologique





## PIÉMONT (P1 ET P2)

### Besoins pour le scénario considéré :

- Environ 1,1 Mm<sup>3</sup>/an.
- Environ 300 l/s en pointe.

### Les ressources mobilisables :

Pour les sous-zones P1 et P2, on peut envisager une sollicitation des aquifères karstiques urgoniens à l'Est du bassin oligocène d'Alès. Il s'agit d'aquifères puissants (système karstique drainé par la Cèze).

On peut faire les hypothèses d'une recharge forte (au moins 8 Mm<sup>3</sup>/an pour des impluviums locaux de 2x20 km<sup>2</sup> et une recharge moyenne interannuelle de 200 mm/an) et des forages potentiellement productifs (environ 100 l/s), sous réserve qu'ils recoupent des drains des systèmes karstiques actifs.

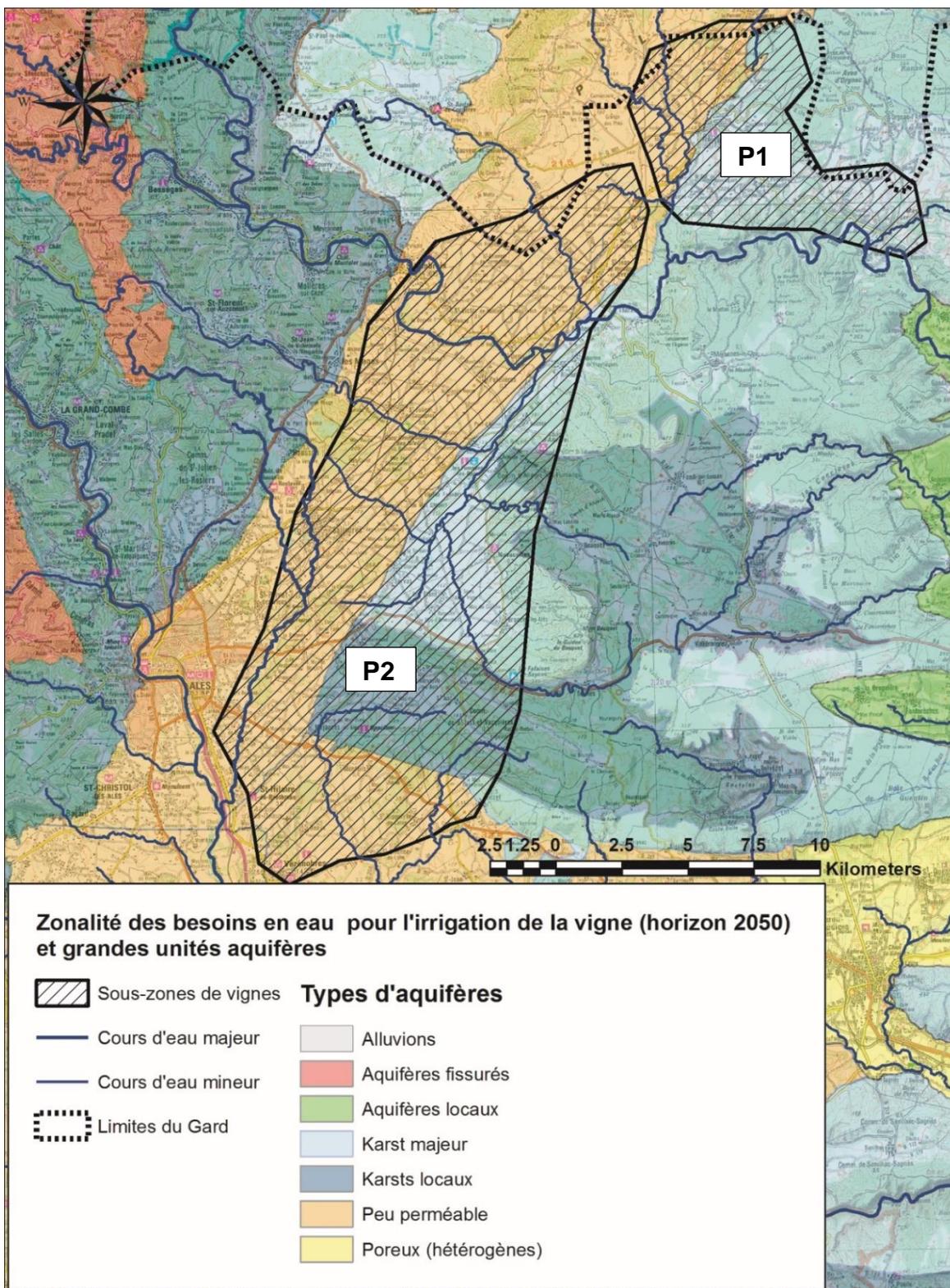
Au vu des connaissances actuelles sur ces systèmes karstiques, il faut s'attendre à un impact sur les débits des sources qui alimentent la Cèze dans la partie centrale des gorges (entre la source des Fées et celle de Force Mâle). Ces sources « remettent » de l'eau dans la Cèze après une zone de pertes dans la partie amont des gorges à partir du Pont de Tharoux. Un programme de recherche récent a permis de montrer que ces apports à la Cèze sont compris entre 100 et 200 l/s en fin de période estivale. La satisfaction de la totalité des besoins identifiés conduit potentiellement à un risque d'assèchement temporaire mais total de ces sources. Notons qu'aujourd'hui ces apports à la Cèze se perdent à nouveau dans le système karstique en quelques kilomètres vers l'aval, avant d'être restitués à nouveau à la Cèze dans la zone de restitution basse des gorges, située entre les sources de Monteil et celle de Marnade.

Cela pose la question de l'acceptation d'assecs plus étendus spatialement et temporellement au regard des exigences de la DCE. Si ces assecs devaient être jugés inacceptables, il sera nécessaire de réaliser des études techniques approfondies pour essayer d'implanter d'éventuels forages agricoles de manière à limiter l'impact sur le débit aux exutoires.

**Solliciter ces aquifères urgoniens peut donc être considéré comme une opportunité à étudier. Il est possible, et probable, que les volumes mobilisables soient inférieurs au besoin identifié.**

Il faudra prévoir environ 300 000 euros d'études préalables, environ 300 000 euros en prospection (coût estimé pour 12 forages tests) et au moins 300 000 euros en équipement (coût estimé pour 3 ouvrages de production ; profondeur des ouvrages difficiles à estimer).

Localisation des secteurs P1 et P2 sur fond géologique





## DIMENSIONNEMENT ET ESTIMATION DES COÛTS

### Mobilisation

Le dimensionnement et les coûts ont été estimés par Hydrofis (expert hydrogéologue) en intégrant pour chaque secteur :

- Les études préalables nécessaires ;
- La prospection (forages tests) ;
- L'équipement (ouvrages de production).

Les hypothèses ont porté sur les besoins de la vigne et la profondeur des aquifères (hypothèses présentées dans le corps du rapport).

*Estimation des coûts pour les solutions « Mobilisation des eaux souterraines »*

Secteurs	Aquifères cible	Paramètres techniques				Coûts d'investissement	
		Surface en vigne non irrigable 2019 équipée dans le scénario 80 %	Volume à mobiliser (Mm3/an)	Nb forages exploitation	HMT	Mobilisation - MIN (€)	Mobilisation - MAX (€)
G3, G4, G5, G6	Sans	3 520	4,2				
C9, C10, C11	Sans	2 640	3,2				
G10	Calcaires du Lutétien du bassin de St Chaptes	640	0,8	8	100-200 m	800 000	800 000
G8, G9, G17 et G18	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment aval	2 960	3,6	5 à 12	200-600 m	1 000 000	5 000 000
G1, G2 et G7	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment annexe du Bois de Lens	960	1,2	4	100-200 m	700 000	700 000
G11, G12, G13, G14, G15 et G16	Molasses miocènes et séries du Cénomanién	1 840	2,2	30	100 m	1 500 000	2 000 000
A1, A2, A3, C1, C4,	Alluvions du Rhône et de l'Ardèche	2 240	2,7	10	< 20 m	1 500 000	2 000 000
C2, C3, C5, C6, C7, C8	Massifs karstiques urgoniens de Malmont et des Angles	3 040	3,6	10	200-300 m	1 500 000	2 000 000
C12, C13, C14	Séries aquifères du Crétacé supérieur dans la vallée de la Cèze	3 360	4,0	40	100 m	2 500 000	3 000 000
P1 et P2	Aquifères karstiques urgoniens au Sud du bassin d'Alès (secteur de Barjac)	880	1,1	2	200-300 m	500 000	1 000 000
	<b>TOTAL (orange + vert)</b>	<b>Environ 17 000 ha</b>	<b>Environ 20 Mm3/an</b>	<b>Entre 100 et 120 forages</b>		<b>10 000 000</b>	<b>16 500 000</b>

## Adduction

Le cout travaux des conduites structurantes a été estimé à partir de prix d'ordre au mètre linéaire selon le diamètre des conduites. Le tableau suivant indique les prix d'ordre retenus.

*Prix d'ordre retenus pour les conduites structurantes*

DN (MM)	PO RETENUS POUR LE SD GARD (€/ML)
1 600	1 520
1 500	1 420
1 400	1 330
1 200	1 140
1 000	900
900	850
800	760
700	670
600	570
500	480
400	390
300	330
250	240
200	190

Les hypothèses en matière de dimensionnement ont portées sur la distance entre le(s) forage(s) et les zones de vignes :

*Hypothèses de dimensionnement pour distance Forages/Zones à desservir*

SECTEURS	AQUIFÈRES CIBLE	DISTANCE FORAGE/VIGNES
G10	Calcaires du Lutétien du bassin de St Chaptes	1 à 5 km
G8, G9, G17 et G18	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment aval	1 à 8 km
G1, G2 et G7	Système karstique urgonien drainé par le Gardon. Compartiment annexe du Bois de Lens	1 à 8 km
G11, G12, G13, G14, G15 et G16	Molasses miocènes et séries du Cénomanién	Distribution locale
A1, A2, A3, C1, C4,	Alluvions du Rhône et de l'Ardèche	1 à 4 km
C2, C3, C5, C6, C7, C8	Massifs karstiques urgoniens de Malmont et des Angles	1 à 4 km
C12, C13, C14	Séries aquifères du Crétacé supérieur dans la vallée de la Cèze	Distribution locale
P1 et P2	Aquifères karstiques urgoniens au Sud du bassin d'Alès (secteur de Barjac)	1 à 10 km



## Desserte

Le cout travaux des réseaux de desserte a été estimé à partir de prix d'ordre à l'hectare selon la densité de desserte de la poche desservie. Le tableau suivant indique les prix d'ordre retenus.

*Prix d'ordre retenus pour les réseaux de desserte*

DENSITÉ DE DESSERTE	PRIX ORDRE RETENU	
1-Bonne	6 000	€/ha
2-Moyenne	9 000	€/ha
3-Mauvaise	12 000	€/ha

En cohérence avec la densité estimée des poches pour la solution « Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional » les hypothèses suivantes ont été posées :

*Hypothèses concernant la densité des zones de desserte*

SECTEURS	DENSITÉ MOYENNE DES POCHEs
G10	2-Moyenne
G8, G9, G17 et G18	2-Moyenne
G1, G2 et G7	3-Mauvaise
G11, G12, G13, G14, G15 et G16	2-Moyenne
A1, A2, A3, C1, C4	1-Bonne
C2, C3, C5, C6, C7, C8	1-Bonne
C12, C13, C14	2-Moyenne
P1 et P2	3-Mauvaise

## Énergie

Les hypothèses sont présentées dans le corps du rapport.

# Annexe 4. Méthode et hypothèses associées à la solution « Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du réseau hydraulique régional »

<b>1</b>	<b>MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES STRUCTURANTES .....</b>	<b>257</b>
1.1	DÉTERMINATION DES POCHES DE DESSERTE .....	257
1.2	ÉTUDE DE TRACÉ POUR ALIMENTER LES POCHES DE DESSERTE .....	259
1.3	DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES STRUCTURANTES .....	261
1.3.1	Présentation de la méthode et du modèle .....	261
1.3.2	Loi de débit et coefficient de foisonnement .....	261
1.3.3	Superficie considérée .....	262
1.3.4	Cote piézométrique imposée dans le réseau .....	262
1.3.5	Débit de dimensionnement .....	263
1.3.6	Caractéristiques des conduites .....	263
1.3.6.1	Matériau, Pression nominale et vitesses admissibles .....	263
1.3.6.2	Calcul pertes de charges .....	264
<b>2</b>	<b>MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES STATION DE POMPAGE .....</b>	<b>265</b>
2.1	EMPLACEMENT .....	265
2.2	DIMENSIONNEMENT .....	265
<b>3</b>	<b>MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES RÉSEAUX DE DESSERTE .....</b>	<b>265</b>
<b>4</b>	<b>HYPOTHÈSES SUR LES COÛTS DES TRAVAUX .....</b>	<b>266</b>
4.1	CONDUITES STRUCTURANTES .....	266
4.2	STATION DE POMPAGE .....	266
4.3	RÉSEAUX DE DESSERTES .....	267
4.4	DIVERS ET ALÉAS .....	267
<b>5</b>	<b>HYPOTHÈSES SUR LES AUTRES COÛTS .....</b>	<b>267</b>
5.1	OPÉRATION ET MAINTENANCE .....	267
5.2	COUT D'ÉNERGIE .....	267



Cette annexe présente la méthode retenue pour le dimensionnement et l'estimation des coûts de la solution « Transfert d'eau du Rhône depuis le Rhône ou un canal du Réseau hydraulique régional ». Elle complète les éléments présentés au chapitre 6.6.4.

Les infrastructures proposées sont décomposées en 3 familles :

- Conduites structurantes ;
- Station de pompage (SP) ;
- Réseaux de dessertes.

## HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT - GÉNÉRAL

Le tableau suivant indique les hypothèses retenues pour le dimensionnement des infrastructures.

*Hypothèses retenues pour le dimensionnement des infrastructures*

Paramètres	Valeur retenue
Besoin unitaire vigne - volume annuel (m <sup>3</sup> /ha)	1 200
Débit de pointe (m <sup>3</sup> /h/ha)	1,20
Efficience à la parcelle	95%
Efficience entre borne et SP	80%
Foisonnement en tête de réseau	70%

Sont présentées ci-après en plusieurs chapitres :

- La méthode de dimensionnement des conduites structurantes ;
- La méthode de dimensionnement des stations de pompage ;
- La méthode de dimensionnement des réseaux de desserte ;
- Les hypothèses sur les couts des travaux ;
- Les hypothèses sur les autres coûts.

# 1 MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES STRUCTURANTES

Le dimensionnement des infrastructures a été réalisé en 3 étapes :

- Détermination des poches de dessertes,
- Etude de tracé pour alimenter les poches de desserte,
- Dimensionnement des conduites structurantes.

## 1.1 DÉTERMINATION DES POCHEs DE DESSERTE

A partir des parcelles de vignes issues du RPG 2017, 3 zones de besoins ont été identifiées :

- La zone A pour « Ardèche »,
- La zone C pour « Cèze »,
- La zone G pour « Garrigues ».

La première étape a consisté à définir grossièrement au sein de chaque zone des poches de desserte de besoins. 35 poches de desserte ont ainsi été définies en prenant en compte plusieurs critères tels que la densité des parcelles, la localisation relativement aux bassins versants, la présence d'obstacles physiques (cours d'eau, autoroute, ...) ou topographiques.

Les poches de dessertes retenues sont consultables dans le corps du rapport (sous-chapitre 4.1.4 « Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation de la vigne ») ou dans l'atlas cartographique de l'étude.

Les tableaux suivants indiquent les surfaces de vignes par poche en différenciant :

- La surface totale de vigne en 2019,
- La surface déjà irrigable en 2019,
- La surface non irrigable en 2019.

Tableau 1-1 : surfaces de vignes par poches de desserte – Zone A

Poche de desserte	Surface totale (2019) (ha)	Surface déjà irrigable (2019) (ha)	Surface non irrigable (2019) (ha)
A1	900	100	800
A2	700	0	700
A3	900	100	800
<b>Total</b>	<b>2 500</b>	<b>200</b>	<b>2 300</b>



Tableau 1-2 : surfaces de vignes par poches de desserte – Zone C

Poche de desserte	Surface totale (2019) (ha)	Surface déjà irrigable (2019) (ha)	Surface non irrigable (2019) (ha)
C1	200	0	200
C2	300	0	300
C3	900	0	900
C4	300	0	300
C5	500	0	500
C6	300	0	300
C7	500	0	500
C8	1 300	0	1 300
C9	2 000	0	2 000
C10	1 100	0	1 100
C11	200	0	200
C12	600	0	600
C13	2 300	0	2 300
C14	1 300	0	1 300
<b>Total</b>	<b>11 800</b>	<b>0</b>	<b>11 800</b>

Tableau 1-3 : surfaces de vignes par poches de desserte – Zone G

Poche de desserte	Surface totale (2019) (ha)	Surface déjà irrigable (2019) (ha)	Surface non irrigable (2019) (ha)
G1	600	0	600
G2	500	0	500
G3	1 100	0	1 100
G4	1 300	0	1 300
G5	1 400	0	1 400
G6	600	0	600
G7	100	0	100
G8	1 300	400	900
G9	1 400	0	1 400
G10	800	0	800
G11	300	0	300
G12	300	0	300
G13	300	0	300
G14	200	0	200
G15	700	0	700
G16	500	0	500
G17	700	0	700
G18	700	0	700
<b>Total</b>	<b>12 800</b>	<b>400</b>	<b>12 400</b>

## 1.2 ÉTUDE DE TRACÉ POUR ALIMENTER LES POCHEs DE DESSERTe

Une fois les poches de dessertes définies, un tracé de conduites structurantes entre le Rhône et ces poches de dessertes a été proposé.

Le tracé des canalisations a été déterminé à partir des photos aériennes disponibles (Google Earth) et a suivi autant que possible les règles suivantes :

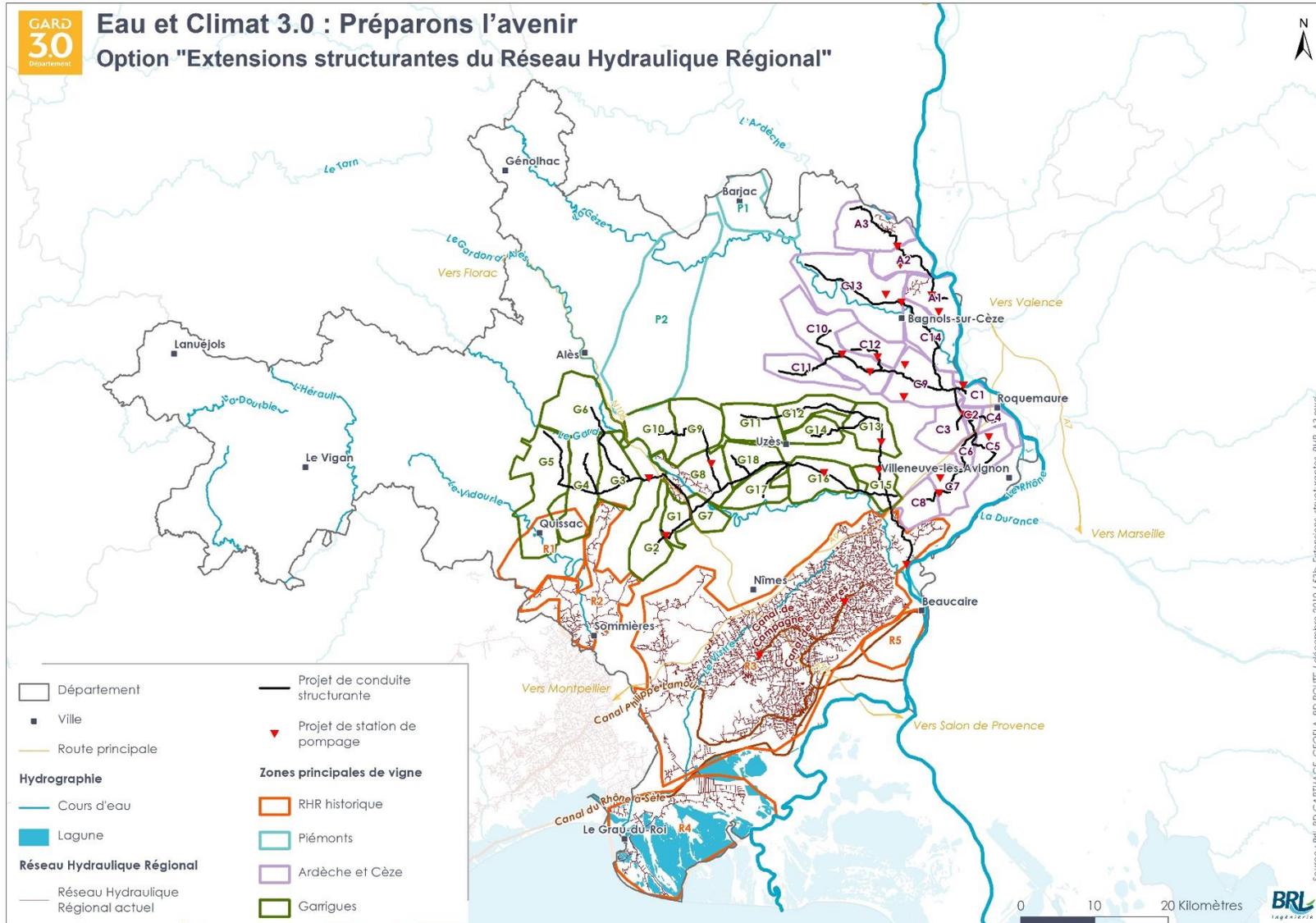
- Implantation des prises sur le Rhône à proximité de prises existantes ;
- Limitation des traversées d'obstacles majeurs (cours d'eau, voie ferrée, autoroute...);
- Mise en place des canalisations en zone agricole.

**Nota :** pour la zone G, le choix de créer un réseau de desserte depuis le Rhône plutôt que par piquage sur des canaux existants du RHR se justifie par :

- La localisation des poches de besoins : les poches à desservir sont assez éloignées des canaux existants. La desserte depuis ces canaux nécessiterait la mise en place d'une longue « tête morte » de réseau c'est à dire la pose d'une canalisation sur un grand linéaire sans desserte de besoin ;
- L'existence d'une prise et d'une station de pompage au niveau de la prise du Rhône proposée.

La carte suivante présente le tracé retenu pour les conduites structurantes.

Carte 1-1 : tracés des conduites structurantes retenues



## 1.3 DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES STRUCTURANTES

### 1.3.1 Présentation de la méthode et du modèle

L'optimisation du réseau projeté se fait à l'aide du logiciel « RESEAU » développé par BRLi.

À partir de plusieurs données d'entrée (piézométrie à l'amont de l'extension, tracé et positionnement des bornes), ce logiciel permet d'optimiser le diamètre des conduites pour obtenir le réseau le plus économique respectant les conditions hydrauliques fixées dans le modèle (pression en amont des branchements et vitesses d'écoulement dans les conduites).

Dans le cas où les pressions minimales ne seraient pas atteintes, le dimensionnement d'un surpresseur s'avérerait nécessaire.

### 1.3.2 Loi de débit et coefficient de foisonnement

La loi de débit utilisée pour les modélisations hydrauliques de réseaux d'eau brute est la loi de type Grandes Propriétés avec débits souscrits dominés. Elle permet d'approcher le débit transité en tout point du réseau en fonction du débit souscrit dominé.

Cette loi se base sur la notion de foisonnement. Le foisonnement consiste à approcher le fait qu'en un point donné du réseau, toutes les bornes situées en aval ne sont pas ouvertes simultanément ni forcément à 100% de leur débit contractuel. Ainsi, le débit souscrit dominé ne correspond pas au débit circulant.

Nous avons donc en chaque point A du réseau :

$$Q_A = C_A * Q_{SA}$$

Avec :

$Q_A$  = débit transitant au point A

$Q_{SA}$  = débit souscrit dominé au point A = somme du débit souscrit en aval de A

$C_A$  = Coefficient de foisonnement dépendant de  $Q_{SA}$

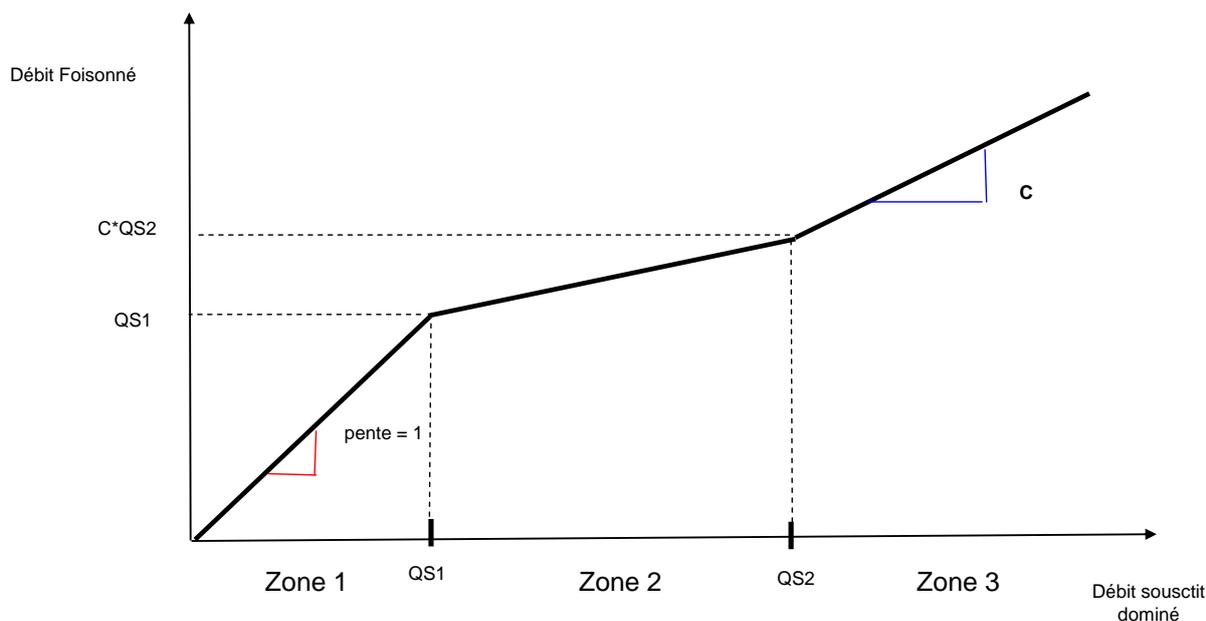
Les principes de la loi de débit sont définis comme suit :

- Pour les zones où il y a peu de débits souscrits en aval (Zone 1), il est probable que les usagers ouvrent tous leurs bornes ou prises en même temps, on prend donc un coefficient de foisonnement  $C_A = 1$ .
- À l'inverse, en tête de réseau (Zone 3), il est peu probable que tous les usagers utilisent l'eau en même temps, on considère que le foisonnement est maximal (ce qui revient à considérer une valeur de  $C_A = C$ ). À noter que, par définition, ce segment croise l'origine des axes si on le prolonge vers la gauche.
- Pour les points du réseau qui ne sont pas situés à proximité de l'origine hydraulique ou de la fin du réseau (Zone 2), on considère que le foisonnement varie linéairement entre les deux valeurs extrêmes ci-dessus (approximation intuitive).

Ces principes sont traduits graphiquement ci-après.



Description de la loi de débit cumulée à partir du débit souscrit dominé



**Pour le dimensionnement des conduites structurantes les hypothèses suivantes ont été retenues :**

- Coefficient de foisonnement (C) de 0,7 en tout point du réseau (s'agissant de conduites structurantes on considère que l'on se trouve dans la zone 1 du graphe précédent)

### 1.3.3 Superficie considérée

Trois scénarios de superficies (horizon 2050) ont été considérés :

- Scénario 1 : « 30% »,
- Scénario 2 : « 50% »,
- Scénario 3 : « 80% ».

Les surfaces correspondantes sont décrites précisément au sous-chapitre 4.1.4 « Quels besoins en eau supplémentaire pour l'irrigation de la vigne »).

### 1.3.4 Cote piézométrique imposée dans le réseau

La pression minimale souhaitée dans le réseau est la suivante :

- 1 bar minimum en tout point du réseau ;
- Cote piézométrique minimum au point de desserte de chaque poche : Z (cote altimétrique) du point le plus défavorable de la poche + 30 m + pertes de charges entre le point de desserte et le point le plus défavorable de la poche.

## 1.3.5 Débit de dimensionnement

Le débit de dimensionnement a été calculé à des hypothèses d'efficacité du réseau et de foisonnement. Le tableau suivant indique le débit de dimensionnement retenu.

Tableau 1-4 : Débit de dimensionnement retenu

Débit de pointe (m <sup>3</sup> /h/ha)	1.20
Efficacité à la parcelle	95%
Efficacité entre borne et SP	80%
Foisonnement	70%

<b>Débit de dimensionnement (m<sup>3</sup>/h/ha)</b>	<b>1.11</b>
--	-------------

## 1.3.6 Caractéristiques des conduites

### 1.3.6.1 Matériau, Pression nominale et vitesses admissibles

Pour les simulations hydrauliques sous le logiciel RESEAU, les matériaux, pressions nominales et vitesses suivantes sont considérées.

Tableau 1-5 : Conduites utilisées par le logiciel d'optimisation RESEAU

Matériau	PN (bars)	DN (mm)	Diamètre intérieur (mm)	V mini (m/s)	V maxi (m/s)
Fonte	16	200	200	0,5	2,0
Fonte	16	250	250	0,5	2,0
Fonte	16	300	300	0,5	2,0
Fonte	16	400	400	0,5	2,0
Fonte	16	500	500	0,5	2,0
Fonte	16	600	600	0,5	2,0
Fonte	16	700	700	0,5	2,0
Fonte	16	800	800	0,5	2,0
Fonte	16	900	900	0,5	2,0
Fonte	16	1000	1000	0,5	2,5
Fonte	16	1200	1200	0,5	2,5
Fonte	16	1400	1400	0,5	2,5
Fonte	16	1500	1400	0,5	2,5
Fonte	16	1600	1400	0,5	2,5



### 1.3.6.2 Calcul pertes de charges

Pour le dimensionnement des conduites avec le logiciel RESEAU, les calculs de perte de charge dans la canalisation sont déterminés par la formule de Lechapt et Calmon suivante :

$$J = L \times Q^M \times D^{-N}$$

Avec :

- J, perte de charge linéaire en mm/m,
- Q, débit transitant dans la canalisation en m<sup>3</sup>/s,
- D, diamètre intérieur de la canalisation en m,
- L, M et N coefficients de Lechapt et Calmon dépendants de la rugosité des conduites.

Les rugosités retenues pour le dimensionnement des conduites sont les suivantes :

Tableau 1-6 : Rugosité retenues en fonction du matériau et de l'état de la canalisation

Matériau	Rugosité tuyau retenu (mm)
Fonte	0.5

Une majoration de 10% pour prendre en compte les pertes de charge singulières diffuses (coudes, points singuliers...) a été intégrée.

En résumé les coefficients de pertes de charges retenus sont les suivants :

Tableau 1-7 : Coefficients de pertes de charges utilisés pour le dimensionnement des conduites sous RESEAU

Matériau	PN (bars)	DN (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Rugosité tuyau retenue (coefficients formule de Lechat et Calmon)		
				L	M	N
Fonte	16	200	200	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	250	250	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	300	300	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	400	400	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	500	500	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	600	600	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	700	700	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	800	800	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	900	900	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	1000	1000	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	1200	1200	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	1400	1400	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	1500	1400	1,54	1,96	5,19
Fonte	16	1600	1400	1,54	1,96	5,19

## 2 MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES STATION DE POMPAGE

### 2.1 EMPLACEMENT

L'emplacement des stations de pompages et surpresseurs a été choisi :

- Pour les stations de tête : à proximité de prises existantes sur le Rhône,
- Pour les surpresseurs : de sorte à limiter la PN des conduites à 16 bars.

### 2.2 DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement des stations de pompage a consisté à définir les couples débit / HMT afin de déterminer la puissance de chaque station.

Les débits de dimensionnement des stations de pompage est identique à celui des conduites (cf. paragraphe 1.3.5).

La HMT des stations de pompage ont été définies à partir des conditions de pressions définies au paragraphe 1.3.4.

- La puissance hydraulique pour chaque station de pompage a été calculée à partir de la formule suivante :

$$P = \frac{9.81 \times Q \times H}{r_p \times r_m}$$

265

Avec :

- P = Puissance hydraulique de la pompe (en kW),
- Q = débit de la pompe en m<sup>3</sup>/s,
- H = HMT de la pompe (en mCE),
- r<sub>p</sub> = rendement des pompes (70% dans le cadre de l'étude),
- r<sub>m</sub> = rendement du moteur (90% dans le cadre de l'étude).

## 3 MÉTHODE DE DIMENSIONNEMENT DES RÉSEAUX DE DESSERTE

A ce niveau d'étude (échelle départementale, réflexion stratégique), le dimensionnement des réseaux de desserte n'a pas été effectué.



## 4 HYPOTHÈSES SUR LES COÛTS DES TRAVAUX

### 4.1 CONDUITES STRUCTURANTES

Le coût travaux des conduites structurantes a été estimé à partir de prix d'ordre au mètre linéaire selon le diamètre des conduites. Le tableau suivant indique les prix d'ordre retenus.

Tableau 4-1 : Prix d'ordre retenus pour les conduites structurantes

DN (mm)	Prix d'ordre retenus pour l'étude (€/ml)	Plus-value rocher (€/ml)
1 600	1 520	130
1 500	1 420	120
1 400	1 330	110
1 200	1 140	92
1 000	900	76
900	850	68
800	760	61
700	670	54
600	570	48
500	480	35
400	390	30
300	330	25
250	240	23
200	190	21

### 4.2 STATION DE POMPAGE

Le coût travaux des stations de pompage a été estimé à partir de prix d'ordre selon la puissance hydraulique de la station. Le tableau suivant indique les prix d'ordre retenus.

Tableau 4-2 : Prix d'ordre retenus pour les stations de pompage

Puissance hydraulique KW	Prix ordre SP (€/kW)
10	8 500
50	5 600
100	4 500
200	3 600
500	2 700
1 000	2 200
2 000	1 800
3 000	1 500
4 000	1 400
5 000	1 300
6 000	1 300
7 000	1 300

## 4.3 RÉSEAUX DE DESSERTES

Le cout travaux des réseaux de desserte a été estimé à partir de prix d'ordre à l'hectare selon la densité de desserte de la poche desservie. Le tableau suivant indique les prix d'ordre retenus.

Tableau 4-3 : Prix d'ordre retenus pour les réseaux de desserte

Densité de desserte	Prix ordre retenu (€/ha)
1-Bonne	6 000
2-Moyenne	9 000
3-Mauvaise	12 000

## 4.4 DIVERS ET ALÉAS

A ce stade d'étude, les couts travaux ont été augmenté de 20 % pour prendre en compte les divers et aléas.

# 5 HYPOTHÈSES SUR LES AUTRES COÛTS

## 5.1 OPÉRATION ET MAINTENANCE

Les couts annuels d'Opération et Maintenance (O&M) ont été estimés à partir de ratio sur le montant des travaux selon le type d'ouvrage. Le tableau suivant indique les ratios retenus.

L'estimation de ces coûts par ces formules reste très approximative.

Tableau 5-1 : Ratios retenus pour estimer les couts annuels d'Opération et Maintenance

Type de d'ouvrage	Ratio retenu pour les couts annuels d'O&M (en % du montant des travaux)
Station de Pompage partie Génie Civil	0.50%
Station de Pompage partie Electromécanique	2.00%
Conduites structurantes	1.00%
réseaux de dessertes	1.00%

## 5.2 COUT D'ÉNERGIE

Les couts énergétiques ont été calculés en considérant un cout moyen de 0,08 € du kWh.



**BRL**  
*Ingénierie*



[www.brl.fr/brli](http://www.brl.fr/brli)

*Société anonyme au capital de 3 183 349 euros  
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862  
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19*

1105, avenue Pierre Mendès-France  
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5  
FRANCE  
Tél. : +33 (0) 4 66 87 50 85  
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09  
e-mail : brli@brl.fr