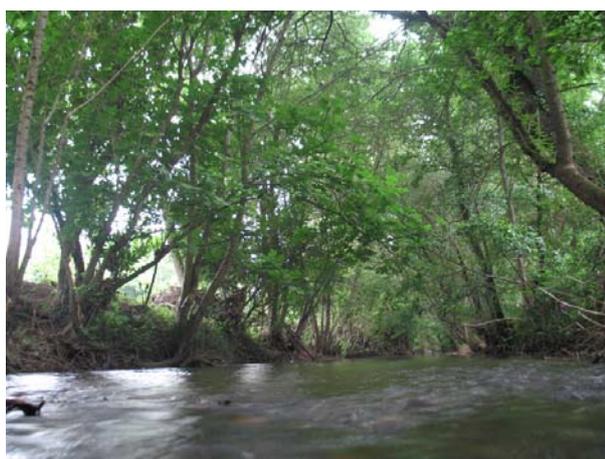




*Gestion quantitative de la ressource en eau
du bassin versant de l'AUDE
Etude de détermination des volumes prélevables*



72 rue Riquet
31000 Toulouse
Tél 05 61 62 50 68
Fax 05 61 62 65 58
E-mail eaucea@eaucea.fr

RAPPORT Phase 3
Consommations et
ressources disponibles
Décembre 2013

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	7
2	RAPPEL DES FACTEURS PHYSIQUES.....	9
2.1	La ressource en eau naturelle du bassin versant : quelques éléments de géographie physique	9
2.2	Hydrogéologie	11
2.3	Hydrographie naturelle et artificielle	16
2.4	Régimes hydrologiques	18
2.5	Autres informations hydrologiques mobilisées	19
3	ZONAGE OPERATIONNEL	21
3.1	En périphérie du bassin versant physique, les grands ouvrages de stockage impliqués dans la gestion du bassin	21
3.2	Le schéma hydraulique du bassin versant : une clé pour décrire la ressource	21
3.3	Quatre unités de gestion issues du découpage SDAGE.....	23
3.4	Identification des sous bassins (décembre 2012)	24
3.5	L'Aude aval complexité des échanges en zone littorale.....	24
4	HYDROMETRIE : ETAT DES LIEUX DES DONNEES EXPLOITABLES	27
4.1	Localisation.....	27
4.2	Commentaires sur la fiabilité et pertinence des stations	28
4.3	Séries hydrométriques disponibles	30
4.4	Identification d'un réseau de contrôle opérationnel	31
5	RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS : DESINFLUENCER LES DEBITS MESURES AVEC LE « MODELE D'IMPACT »	32
5.1	Méthodologie du « Modèle d'impact hydrologique »	34
5.2	Prélèvements et consommations : principes généraux	35
5.3	Le cas des prélèvements en nappes	36
5.4	Le cas de la réalimentation des nappes et des retours aux rivières	39
6	PRISE EN COMPTE DE L'IMPACT DES USAGES	40
6.1	Eau potable et stations d'épuration.....	40
6.2	Usages industriels.....	41
6.3	Prélèvements pour l'alimentation du canal du midi et de la Robine.....	43
6.3.1	<i>Description du système alimentaire.....</i>	43
6.3.2	<i>Canal de jonction</i>	45
6.3.3	<i>Le canal de la Robine</i>	46
6.3.4	<i>Les pertes des canaux VNF.....</i>	47
6.4	La Gestion des réservoirs	50
6.4.1	<i>Recensement.....</i>	50
6.4.2	<i>Bilan du système alimentaire Lauragais Montagne Noire.....</i>	53
6.4.3	<i>Hydroélectricité.....</i>	54
6.4.4	<i>AEP.....</i>	56
6.4.5	<i>Autres réservoirs.....</i>	56
6.4.6	<i>Projets.....</i>	57
6.5	Les Grands transferts.....	58
6.6	Les usages agricoles.....	58
6.6.1	<i>Distribution des surfaces concernées.....</i>	58
6.6.2	<i>Les prélèvements bruts et nets (consommation)</i>	61
6.6.3	<i>Cas des cultures irriguées par aspersion ou goutte à goutte.....</i>	61
6.6.4	<i>Cas des réseaux gravitaires et de la submersion</i>	66
6.7	Bilan des prélèvements nets avant soutien d'étiage: 103,3 Mm ³ de juin à octobre	69

7	ESTIMATION RAISONNEE DE LA RESSOURCE NATURELLE : LES DEBITS DE REFERENCE NATURELLE A L'ETIAGE	72
7.1	Illustration des produits du Modèle d'impact.....	72
7.2	Modélisation pluie débit pour compenser l'insuffisance des mesures	73
7.3	Présentation des résultats.....	77
7.3.1	<i>Synthèse bassin</i>	77
7.3.2	<i>Le Rébenty</i>	78
7.3.3	<i>La Salz</i>	78
7.3.4	<i>Le Sou</i>	78
7.3.5	<i>Le Lauquet</i>	79
7.3.6	<i>Le Lampy</i>	79
7.3.7	<i>La Rougeanne</i>	79
7.3.8	<i>Le Fresquel</i>	80
7.3.9	<i>L'Orbiel</i>	80
7.3.10	<i>L'Argent Double</i>	80
7.3.11	<i>L'Ognon</i>	80
7.3.12	<i>L'Orbieu</i>	81
7.3.13	<i>La Cesse</i>	81
7.3.14	<i>La Berre</i>	81
7.3.15	<i>L'Aude</i>	81
7.4	Synthèse des valeurs statistiques retenues	83
8	ANNEXES	87
8.1	Prise en compte des dérivations des ASA par UG	87
8.2	Résultats des simulations du modèle pluie-débit	96

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Topographie du bassin versant Aude-Berre-Rieu	9
Figure 2 : Précipitations moyennes sur la période 1981-2010 (Météo France, AURELHY)	10
Figure 3 : Evapotranspiration potentielle annuelle moyenne sur la période 1981-2010 (Météo France, AURELHY)	11
Figure 4 : Géologie du bassin Aude-Berre-Rieu	12
Figure 5 : les masses d'eau souterraines du bassin Aude-Berre-Rieu	16
Figure 6 : Réseau hydrographique détaillé du bassin versant Aude-Berre-Rieu	17
Figure 7 Carte des modules naturels spécifiques (reconstitution Eaucéa 2013).....	20
Figure 8: Schéma hydraulique du bassin versant de l'Aude	22
Figure 9: Carte des Unités de Gestion du bassin versant de l'Aude-Berre-Rieu	23
Figure 10 : Unités de gestion et sous bassins versants du bassin versant de l'Aude : carte décembre 2012	24
Figure 11 Alimentation en eaux douces ou marines des étangs littoraux.....	25
Figure 12 Carte des stations hydrométriques étudiées.....	27
Figure 13 Position des piézomètres de l'Aude aval	37
Figure 14 Piézométrie de la nappe alluviale de l'Aude et débit de l'Aude	38
Figure 15 Contexte hydrogéologique des périmètres dominés par les principales ASA de l'Aude moyenne et aval	39
Figure 16 : Volumes consommés sur les ressources du bassin versant par l'industrie (Source: AE RM&C)	42
Figure 17 : Volumes prélevés pour l'industrie en 2009 – source BD Carthage et AERMC.....	43
Figure 18 : Barrage crevé de Pont de La Chauz (Août 2011)	44
Figure 19 : Débits moyens de prélèvements pour l'alimentation du canal du midi.....	45
Figure 20 : Plan schématique du canal et des principaux échanges hydrauliques Source VNF	49
Figure 21 : Distribution des volumes des retenues par unité de gestion	52
Figure 22 : Débits lâchés pour le soutien d'étiage (1998-2011)	55
Figure 11 : le complexe hydraulique de Moussoulens	60
Figure 23 Les paramètres culturaux pris en compte dans les modèles.....	63
Figure 24 : Prélèvements mesurés et simulés de l'ASA d'Olonzac en 2012.....	66
Figure 25 : les QMNA5 du bassin versant de l'Aude-Berre Rieux.....	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Estimation des volumes dynamique des nappes alimentaires des affluents de l'Aude	15
Tableau 2 : Principaux préleveurs industriels hors hydroélectricité dans le bassin de l'Aude en 2010	42
Tableau 3 : Volumes prélevés pour l'alimentation du canal de la Robine – données AE RMC	46
Tableau 4 : Volume des transferts d'eau destinée à l'irrigation par type d'opérateur	61
Tableau 5 Statistiques de la demande agronomique en eau des cultures irriguées en mm - période 1980/2011.....	64
Tableau 10 : Volume consommé net du bassin versant.....	70
Tableau 12 : Distribution des bilans « net » par usage et par sous bassins.....	71

1 INTRODUCTION

Le présent rapport décrit l'état de la ressource en eau telle qu'elle ressort de l'analyse des chroniques de débits mesurés aux stations principales du bassin, de piézométrie sur les aquifères en lien avec la ressource superficielle, des réservoirs artificiels et de leur gestion, des transferts intra et inter bassin et enfin des prélèvements en eau.

Le niveau de disponibilité des données est celui de décembre 2012. De nombreux prélèvements ne sont qu'imparfaitement décrits mais il est à ce jour impossible de compenser systématiquement le déficit d'information constaté. Ce constat est partagé par l'ensemble des partenaires de l'opération. En particulier il est admis que les données de reconstitution des débits naturels et de nombreux prélèvements ne peuvent être correctement représentés à un pas de temps inférieur au mois. Ce terme de dimensionnement de l'analyse n'interdit pas la collecte et l'organisation de données à des pas de temps plus fin, mais elles ne sont pas directement valorisées dans ce travail.

Les hypothèses permettant de contourner l'insuffisance de données mesurées sont présentées au fur et à mesure de leur nécessité, ce qui autorise la poursuite des travaux d'analyse tout en minimisant les facteurs d'incertitudes.

Dans le protocole qui associera l'ensemble des acteurs de la gestion au terme de cette étude, il conviendra de tenir compte de ces lacunes pour renforcer l'effort de métrologie et de suivi dans le futur.

2 RAPPEL DES FACTEURS PHYSIQUES

2.1 La ressource en eau naturelle du bassin versant : quelques éléments de géographie physique

Le relief du bassin versant est clairement organisé autour des deux massifs de la Montagne Noire au nord et des Pyrénées au sud. La zone littorale très plane hormis le massif de la Clappe et les Corbières conserve les traces de son passé deltaïque. A l'ouest, le Lauragais est une zone de « compétition » entre les versants méditerranéens et atlantiques. Le relief y est certes moyennement marqué mais l'orientation NE/SO des sources des axes hydrographiques du bassin du Fresquel indique sans doute une capture progressive au détriment du bassin de la Garonne

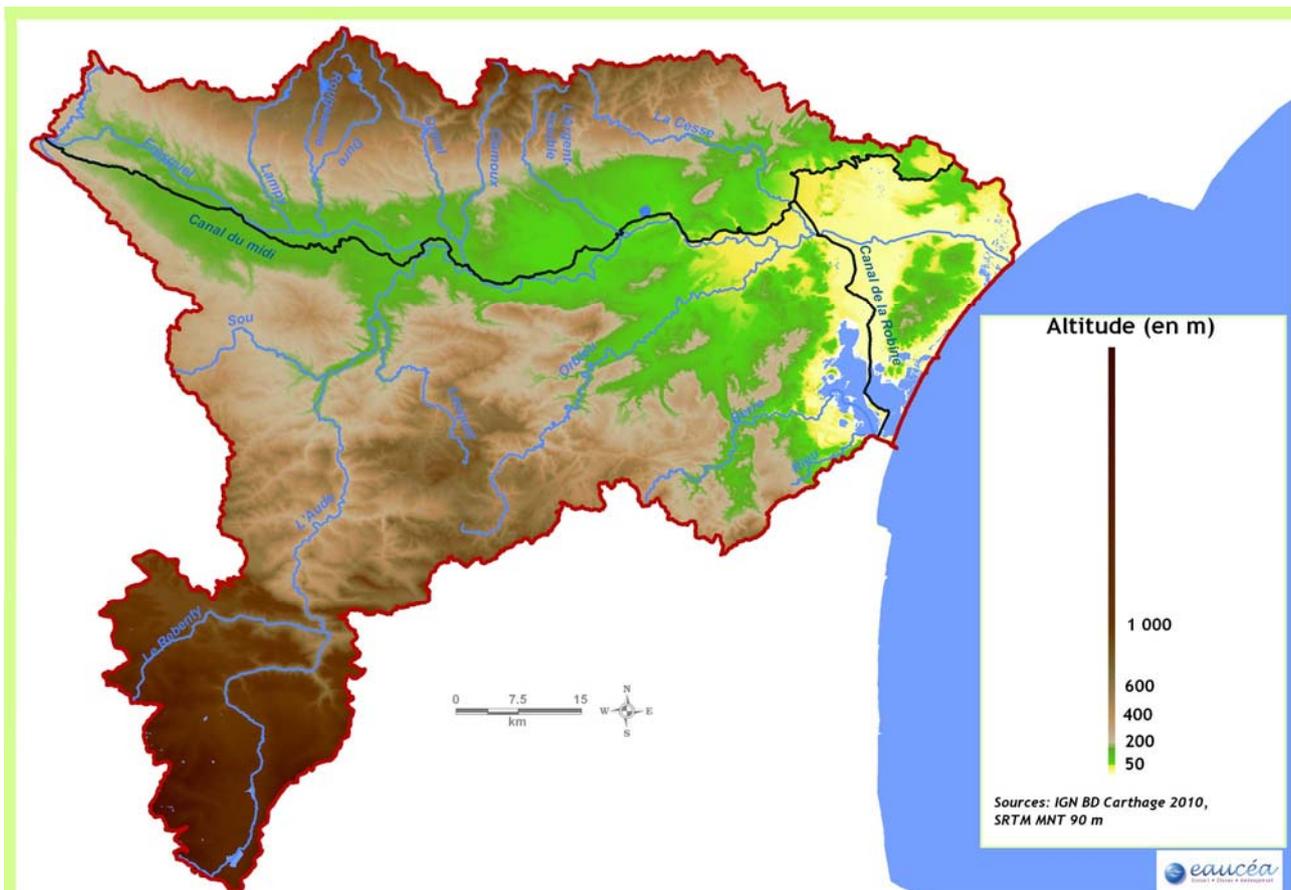


Figure 1 : Topographie du bassin versant Aude-Berre-Rieu

Sur le plan climatique, deux paramètres pilotent le cycle de l'eau : les précipitations et l'évaporation mesurée par l'ETP. Les cartes ci-dessous illustrent bien la diversité des climats avec un axe central et littoral plutôt sec à très sec et des marges montagneuses plus arrosées. Cette carte explique à elle seule les choix stratégiques qui ont prévalu depuis 1666 dans l'aménagement des réservoirs hydrauliques.

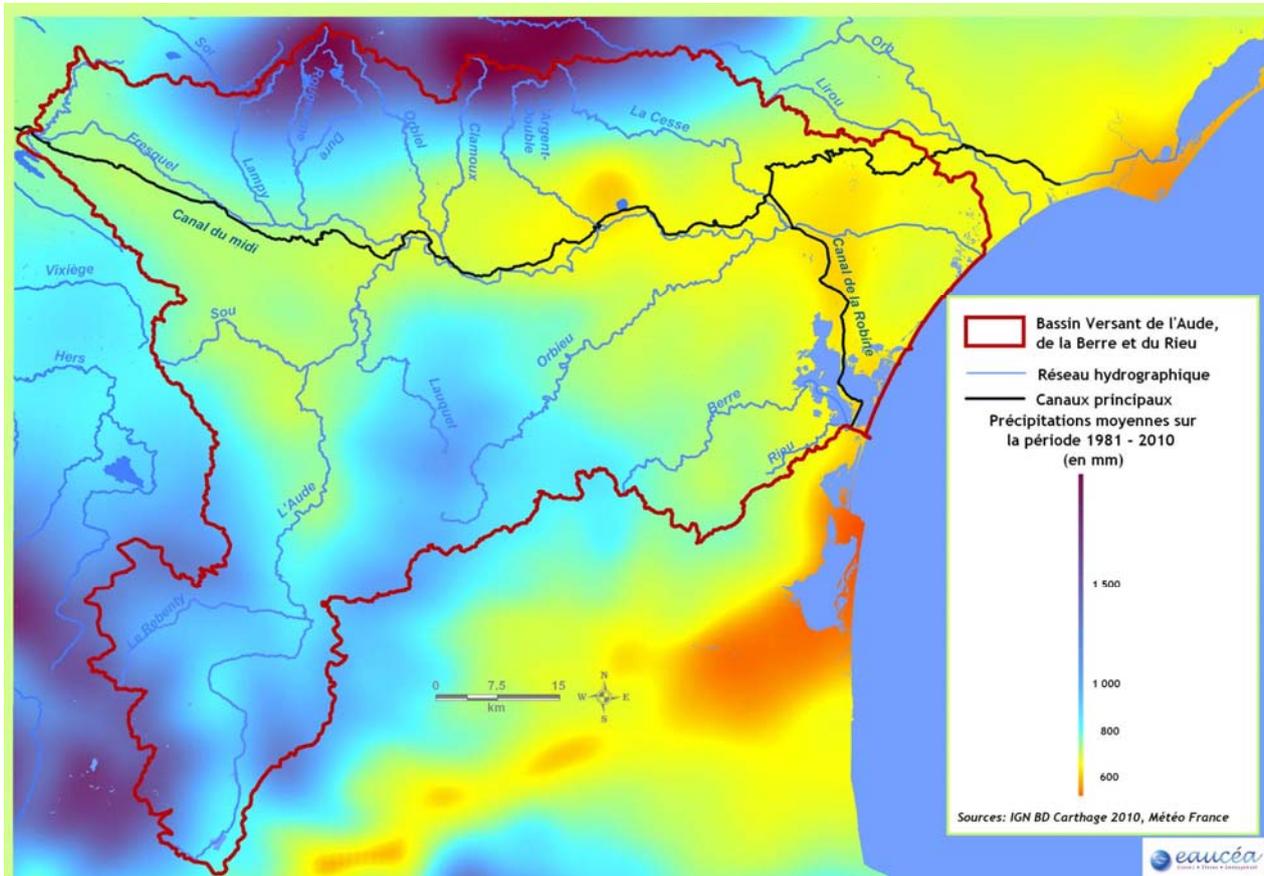


Figure 2 : Précipitations moyennes sur la période 1981-2010 (Météo France, AURELHY)

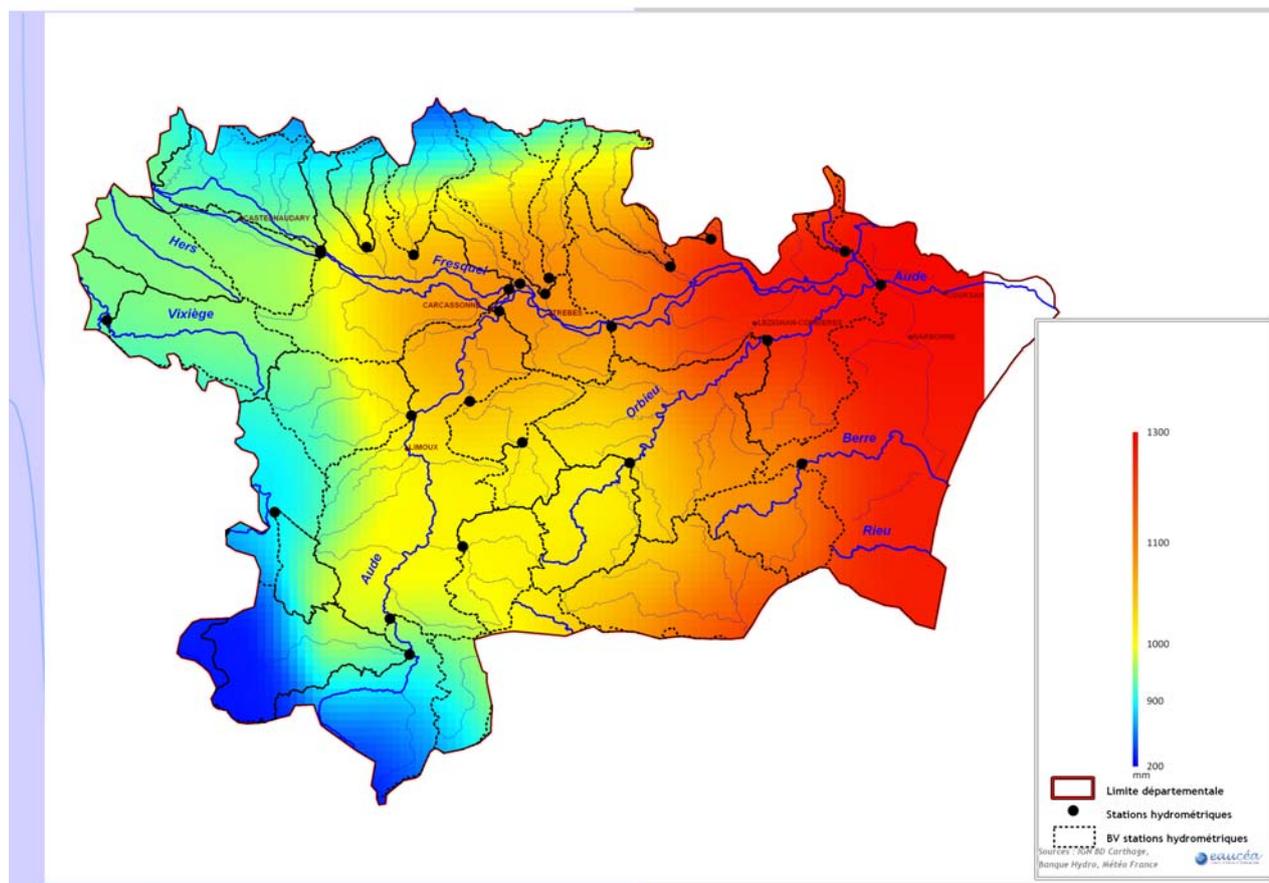


Figure 3 : Evapotranspiration potentielle annuelle moyenne sur la période 1981-2010 (Météo France, AURELHY)

2.2 Hydrogéologie

Sur le plan géologique la situation est complexe, expliquant entre autre la diversité des terroirs viticoles. On distingue cependant :

- les marges montagnardes sur substrats cristallins ou métamorphiques ;
- les zones de piémont ainsi que les Corbières ou le massif de la Clape dominés par une forte perméabilité et des manifestations karstiques (perte des cours d'eau) ;
- la zone axiale constituée par un vaste domaine sédimentaire où l'hydrologie est organisée au travers de systèmes alluviaux ou de systèmes plus originaux (dépression éolienne de Marseillette) ;
- et enfin la zone littorale dominée par un fonctionnement deltaïque mais avec une multiplicité de faciès.

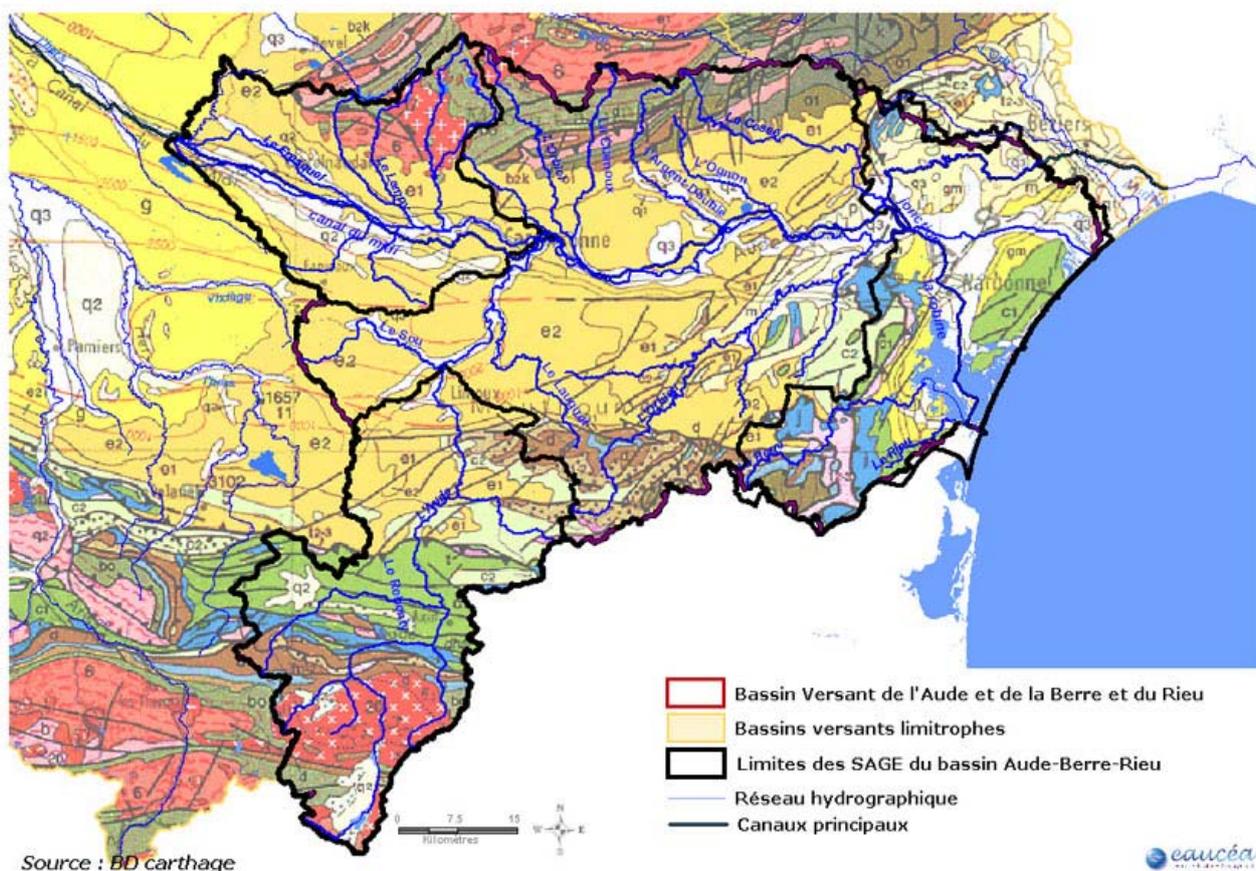


Figure 4 : Géologie du bassin Aude-Berre-Rieu

L'Aude prend sa source dans le massif granitique du Capcir à 2135 m d'altitude. Dans ce secteur, les dépôts constituent une ressource locale, comme la source Font Grosse qui délivre 10 l/s à l'étiage. La première partie jusqu'à Quillan lui fait traverser les contreforts pyrénéens, où les seules ressources en eaux souterraines notables sont représentées par les Karsts du Pays de Sault et de la forêt des Fanges. A l'aval de Quillan et jusqu'à la confluence avec l'Orbieu et la Cesse, se trouvent de petites plaines alluviales, qui longtemps ont représenté les seuls aquifères disponibles pour alimenter en eau potable les communes riveraines. C'est à partir de Sallèles-d'Aude que les alluvions de l'Aude connaissent un développement important. Ainsi à Narbonne cette ressource permet de délivrer 250 l/s pour l'alimentation en eau potable de la ville. A l'aval de Coursan, la qualité chimique des eaux rend la ressource inexploitable.

En amont du bassin versant, les affluents drainent essentiellement la rive gauche de l'Aude. Ce secteur est formé au sud d'une partie de socle granitique sur lequel des arènes peuvent contenir une ressource d'intérêt local. Plus au nord, le Rébenty recoupe des formations calcaréo-schisteuses imperméables et des secteurs plus karstifiés permettant des circulations d'eau plus importantes. Au vu des débits mesurés à Saint-Martin Lys, **le volume d'aquifère contribuant aux écoulements superficiels du Rébenty est évalué à 5,7 hm³ pour un bassin versant de 136 km².**

A l'aval de Quillan, les affluents de la rive droite de l'Aude drainent les massifs des Corbières et des Pyrénées orientales. Ce secteur présente un intérêt certain, mais sa complexité géologique et son éloignement des zones de consommation font qu'il est encore peu sollicité, malgré la présence de ressources de qualité. On peut citer, à l'ouest de ce secteur, les sources du Théron à Alet-les-Bains (débit moyen 300 l/s) et Alet thermal (débit moyen 100 l/s), qui alimentent Alet et en majeure partie Limoux ainsi que la source salée de la Sals ou Fontaine Salée avec un débit moindre, 15 l/s en moyenne et 5 l/s en étiage. Le suivi hydrométrique sur la Sals à Cassaigne permet d'évaluer le **volume d'aquifère contribuant aux écoulements superficiels à 2,8 hm³ pour un bassin versant de 132 km², soit deux fois moins que le Rébenty.**

Pour le secteur central (Lauquet et Orbieu), quelques sources froides ou à affinité thermique constituent la principale alimentation des cours d'eau à l'étiage (apports pour l'Orbieu à l'étiage estimés à 80 l/s). **Les volumes d'aquifère contribuant aux écoulements superficiels ont été évalués à 3,6 hm³ pour l'Orbieu, avec un bassin versant de 586 km² et de 0,5 hm³ pour le Lauquet, avec un bassin versant de 66 km².**

De même, dans la partie orientale, les sources de Quintillan et de Cascastel alimentent en totalité la Berre à l'étiage. Dans la partie aval de la Berre, les ressources en eau souterraine se retrouvent dans les alluvions de l'ancien lit de la Berre, ce sont des formations perméables qui sont recouvertes par plus de 10 mètres de limon et de marnes. En fait, il existe une nappe superficielle dans les limons, sables et graviers d'une épaisseur d'environ 5 mètres. Ces formations sont sollicitées par les puits servant à l'alimentation en eau potable de Sigean. Les alluvions captives de la Berre sont le siège d'une nappe exploitée pour l'alimentation en eau potable.

Pour les molasses éocènes qui s'étendent au nord de ces massifs, les ressources en eaux souterraines sont faibles. Dans ce secteur, seul le plateau de Lacamp forme une unité karstique perchée intéressante. L'exutoire principal, constitué par la source de Labastide-en-Val permet d'apporter un débit moyen de 30 l/s et 2 m³/s en hautes eaux.

Au nord de cette zone molassique de la rive droite de l'Aude se retrouve la Montagne de l'Alaric, auquel on peut rattacher l'anticlinal de Lagrasse. Ce secteur renferme quelques aquifères d'intérêt local. A l'est du massif, des calcaires renferment un aquifère captif important. Plusieurs sources permanentes (Font Calet, pont de l'eau chaude) ou temporaire (Font intruse, l'Estagnol) sont l'exutoire de cet aquifère, leur débit total peut être estimé à 50 l/s. Dans la partie ouest de l'Alaric, quelques sources apparaissent, mais leurs débits sont faibles, voire nuls à l'étiage.

A l'aval de Quillan, tous les affluents majeurs de la rive gauche, hormis le Sou, drainent la Montagne Noire.

Pour le Sou, la géologie du territoire est mal connue mais il ressort que les nappes d'eau sont extrêmement fragmentées, comme le relief et comme la composition texturale du sous-sol. Aussi les grandes sources sont rares ; quelques fontaines, anciennement captées, donnent de faibles débits à la base d'affleurements de terrains poreux plus importants. Cette ressource reste toutefois insuffisante pour soutenir les débits des cours d'eau à l'étiage. Le suivi hydrométrique sur le Sou à St Martin de Villeregan permet d'évaluer le **volume d'aquifère contribuant aux écoulements superficiels à 2,8 hm³ pour un bassin versant de 196 km².**

Le Fresquel ; qui conflue en rive gauche avec l'Aude au niveau de Carcassonne, s'écoule au pied de la montagne Noire exclusivement sur des calcaire éocènes. Ces formations donnent naissance localement à quelques sources qui sont exploitées pour l'alimentation en eau potable. Le Fresquel draine également les cours d'eau qui descendent de La Montagne Noire. Ces cours d'eau (Lampy, Rougeanne) prennent leur source sur les terrains cristallophylliens de la Montagne Noire, au Nord du bassin versant associés à des pentes fortes, ces formations favorisent le ruissellement hormis dans les parties superficielles altérées des granites où les eaux peuvent s'infiltrer si leur épaisseur est conséquente ou si la fracturation de la roche mère est importante. On dénombre de nombreuses petites sources, mais leurs débits d'étiage sont faible (quelques l/s). Ces cours d'eau recoupent ensuite les terrains de l'éocène qui présentent des faciès divers et peuvent localement se révéler être de bons aquifères.

Les alluvions récentes du Fresquel contiennent des nappes pouvant être sollicitées à un débit dépassant 10 m³/h, cependant l'épaisseur de ce réservoir est très rarement supérieure à 5 mètres. Cet aquifère alluvial permet l'alimentation en eau potable des communes de Pennautier et de Pézens. Les alluvions récentes du Lampy sont également exploitées à Saint-Martin-le-Vieil. Les alluvions anciennes forment des terrasses perchées dont les affleurements discontinus ne constituent que de médiocres aquifères qui se dénoient très rapidement après leur recharge par les pluies.

L'Orbiel, l'Argent Double, L'ognon et la Cesse drainent la Montagne Noire dans un axe Globalement nord-sud. Véritable château d'eau du système en termes de productivité hydraulique, la zone montagnarde est dominée par un contexte imperméable favorable aux écoulements de surface.

Au niveau de la zone axiale, se rencontrent de nombreuses petites sources alimentées par des failles ou des petites nappes très localisées dans les arènes de surface et vite taries. En conséquence sur ce socle métamorphique, gneissique ou granitique le débit d'étiage des sources est très faible et souvent inférieur à 1 ou 2 m³/h.

Deux larges bandes calcaires en appui sur la zone axiale sont recoupées par les gorges des cours d'eau. Cette configuration est favorable à des infiltrations des écoulements issues de la zone amont.

Les calcaires du Dévonien et du Cambrien, en contact avec les grès de Marcory (au Nord et au Sud) représentent des aquifères karstiques où la fracturation tectonique facilite le développement des karsts. Ce secteur est marqué par de nombreuses cavités et avens traduisant des échanges intenses avec la surface. Les réservoirs karstiques des sources du Pont-de-Cabrespine et du Moulin à Villeneuve-Minervoies, sont alimentés à partir d'infiltrations au niveau des zones d'affleurement présents au Nord-Est et à l'Est (Causse du Capitoul, la Garrigue, le Plo de l'Armourie, la garrigue Nizard, les garrigues de Villerambert) ainsi que des pertes au niveau des ravins des ruisseaux St Martin, de la Minière et de la Combe Escure. Au niveau de cette formation, les pertes peuvent s'avérer conséquentes : ainsi, les pertes de la Cesse, dites Moulin-Gentil, peuvent absorber un débit supérieur à 360 m³/h, entraînant en aval un tarissement de la rivière en période d'étiage.

Les formations éocènes se retrouvent sur le piedmont et sont recouvertes localement par les alluvions anciennes et récentes de l'Aude et de ses affluents, les formations éocènes présentent des caractéristiques hydrogéologiques très variables avec des faciès semi-perméables à imperméables, des niveaux à perméabilité d'interstices ou de chenaux.

Dans la plaine, les formations molassiques de Carcassonne qui affleurent sont peu perméables en surface. Elles donnent naissance à quelques sources très rarement pérennes. Parfois nulle, la productivité peut localement dépasser 1 m³/h par mètre de rabattement, lorsque les grès rencontrés s'avèrent grossiers et peu cimentés.

Les alluvions récentes, représentent un bon aquifère d'accompagnement des cours d'eau malgré une épaisseur réduite (généralement comprise entre 4 et 10 m). Ces alluvions, composées de sables et graviers ont une perméabilité de l'ordre de 10⁻³ m/s et peuvent être sollicitées à un débit dépassant 10 m³/h. La nappe contenue dans ces alluvions récentes est libre et la porosité varie généralement entre 1 et 5 %. Des débits supérieurs à 50 m³/h sont obtenus lorsqu'il y a réalimentation induite par la rivière, ce qui nécessite un degré de colmatage des berges peu marqué (cas actuel). De nombreuses communes sont alimentées en eau potable à partir de captages sollicitant les alluvions récentes. **L'aquifère alluvial est donc la ressource la plus largement exploitée pour l'alimentation en eau potable.**

Le Tableau suivant présente l'évaluation des volumes d'aquifères contribuant aux écoulements superficiels des principaux affluents:

Cours d'eau	Volume aquifère (estimation Stucky) en hm ³	BV au point de calcul en km ²
Rebenty	5.7	136
Sals	2.8	132
Sou	2.8	196
Argent Double	2.3	108
Ognon	1.3	47
Orbieu	3.6	586
Cesse	11.0	257

Tableau 1 Estimation des volumes dynamique des nappes alimentaires des affluents de l'Aude

Les principales masses d'eau souterraines identifiées par le SDAGE sont présentées dans la carte ci-dessous. Nous relevons que l'extension des aquifères alluviaux concernés par la ZRE est remarquable sur l'Orbieu aval.

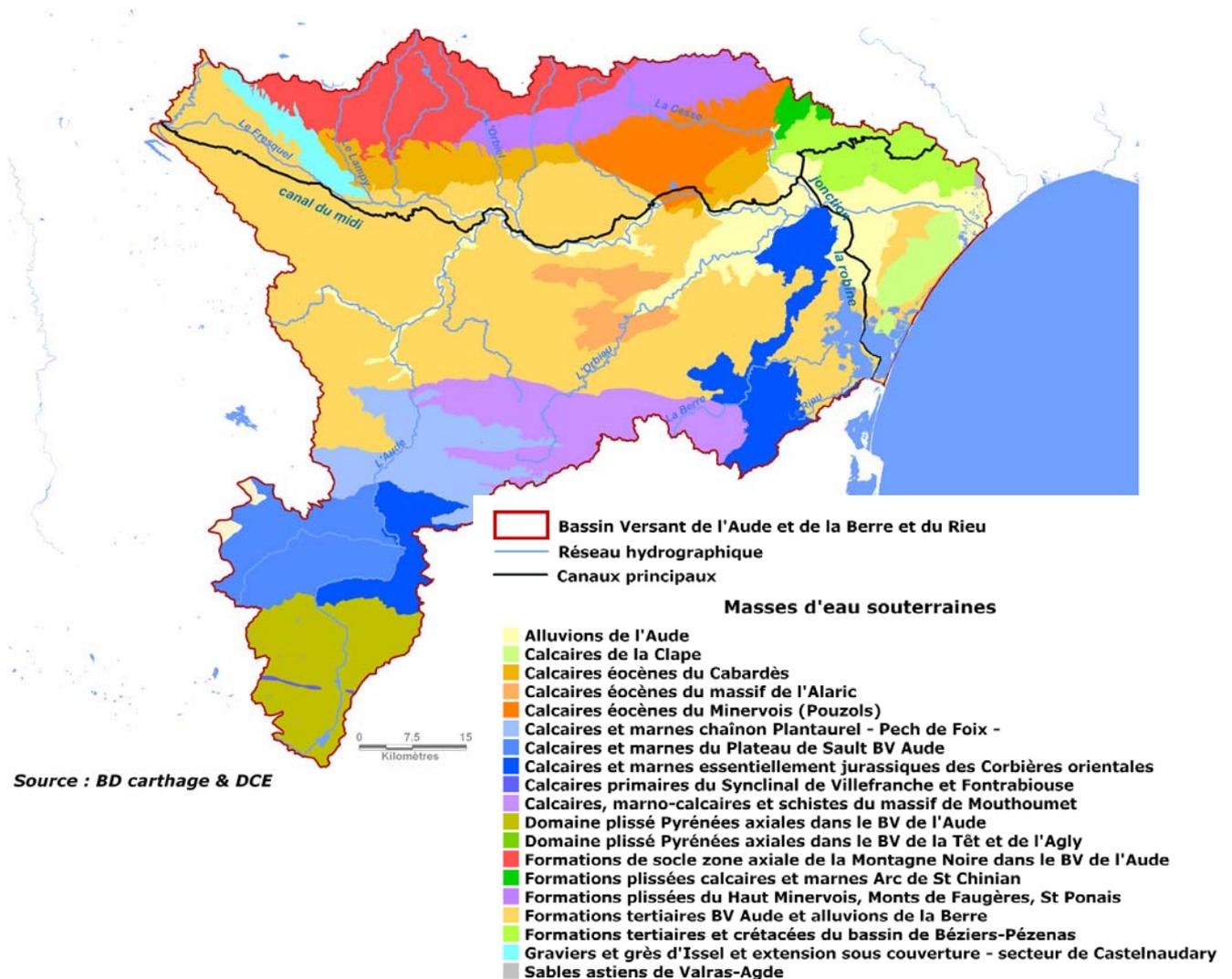


Figure 5 : les masses d'eau souterraines du bassin Aude-Berre-Rieu

2.3 Hydrographie naturelle et artificielle

L'hydrographie naturelle de surface résulte à la fois du climat et de la géologie. Les cours d'eau s'organisent dans un réseau principal articulé autour de l'Aude. Le secteur aval de l'Aude à caractère deltaïque contribue avec la Berre et le Rieu à l'alimentation des étangs de Bages-Sigean. Cette situation explique le regroupement de la Berre et du Rieu dans cette étude. Le réseau artificiel, dominé par le canal du midi, est extrêmement développé dans la zone deltaïque tant en rive droite qu'en rive gauche.

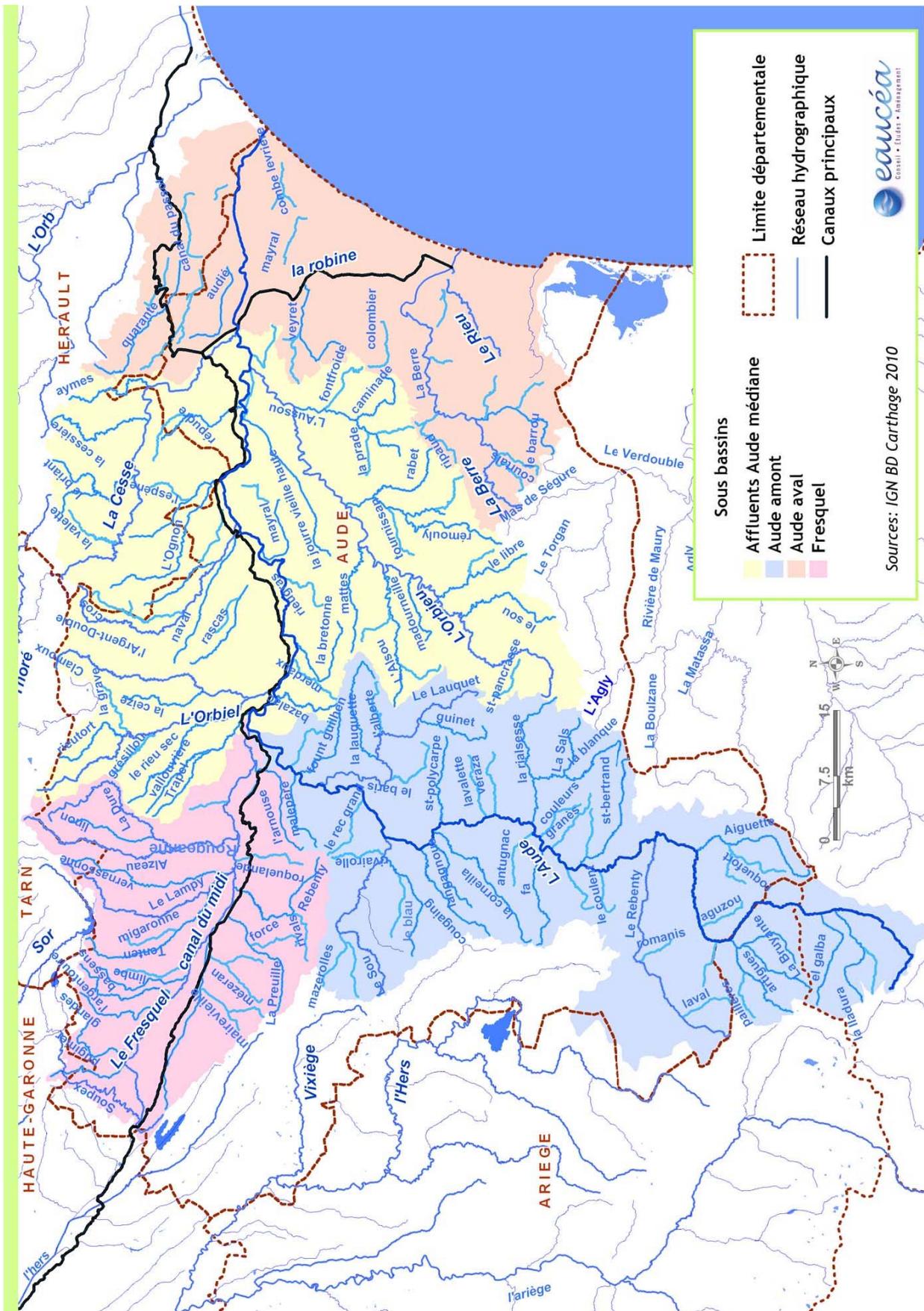
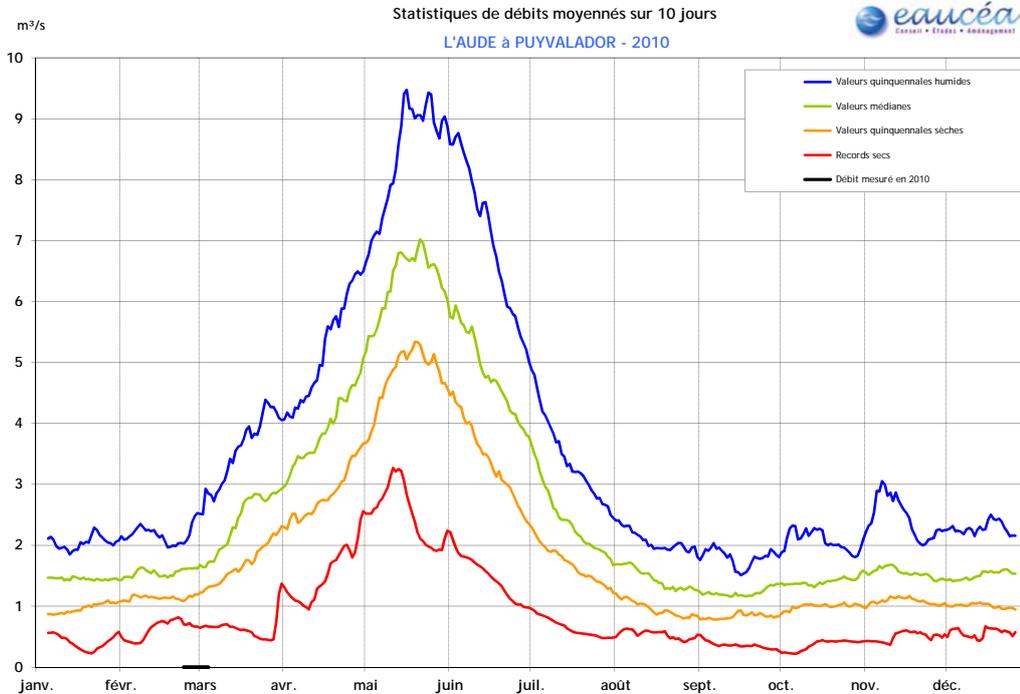


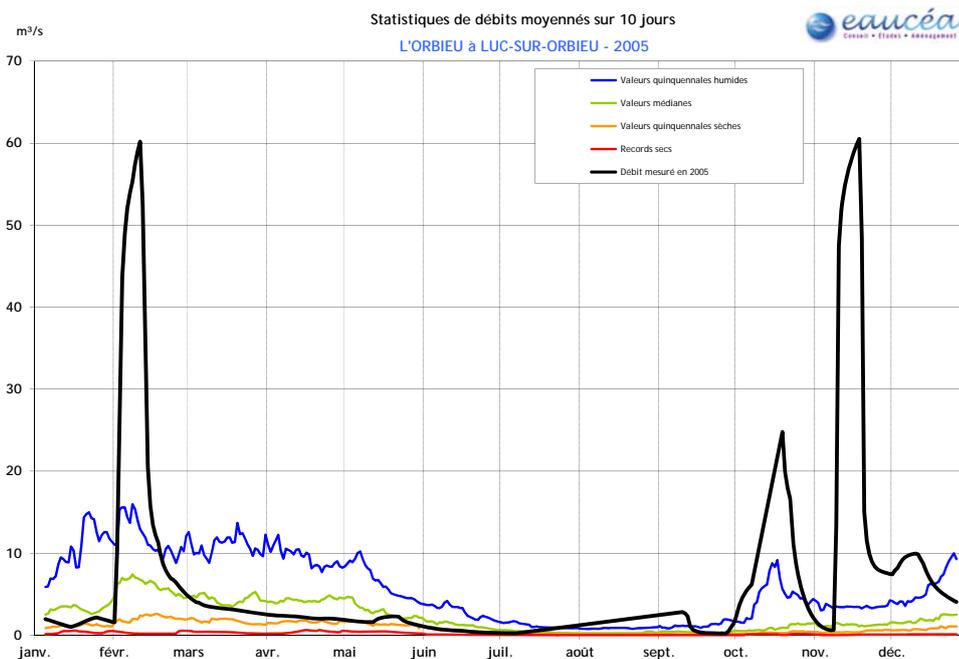
Figure 6 : Réseau hydrographique détaillé du bassin versant Aude-Berre-Rieu

2.4 Régimes hydrologiques

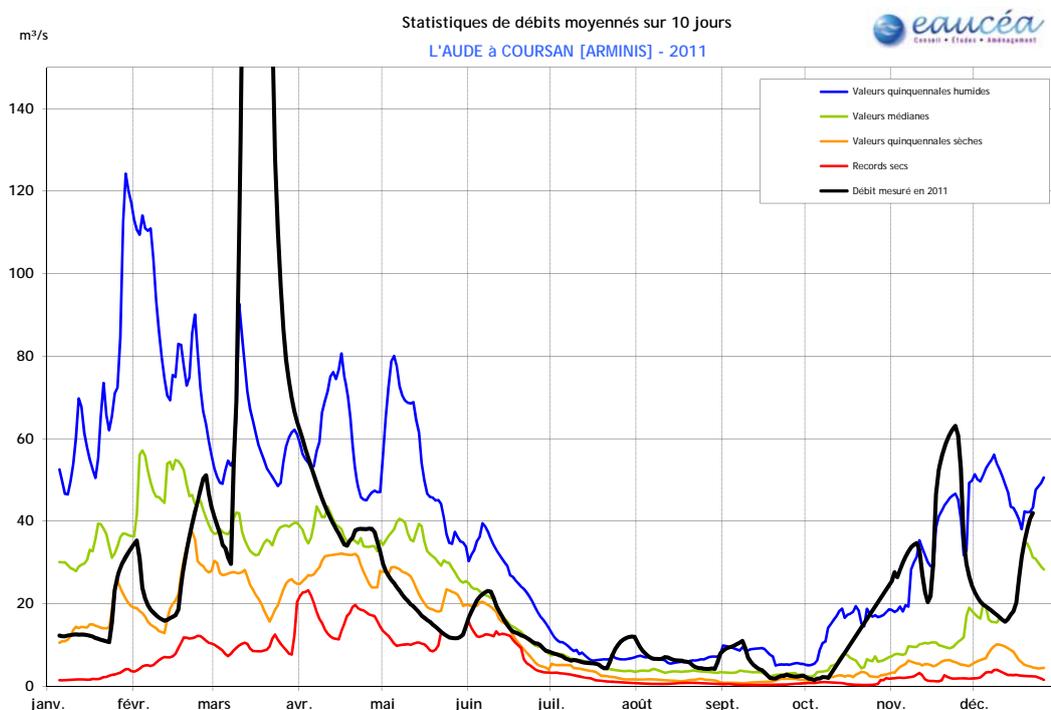
Le régime hydrologique est suivi par les stations hydrométriques distribuées sur le bassin versant. Les facteurs du régime sont assez homogènes sur le territoire avec cependant des nuances liées à l'hypsométrie (tranche d'altitude du bassin versant) avec une incidence du stock neigeux qui reste limitée aux Pyrénées. En amont la station de Puyvalador traduit ce profil purement nival.



Au cœur du bassin, le régime est clairement méditerranéen, caractérisé par des contrastes très forts entre étiage parfois absolu et crues brutales. Les effets hydrogéologiques peuvent venir amortir ces contrastes (cas de la Cesse).



A l'aval du bassin, la station de Coursan bien que peu fiable en étiage restitue bien ce cycle combiné avec une période de hautes eaux printanières, suivi d'étiage sévère qui peuvent être sensible dès le mois de juin et se prolongent au moins jusqu'en octobre et parfois jusqu'en décembre.



2.5 Autres informations hydrologiques mobilisées

Deux études sont mobilisées pour compléter l'information mobilisée :

- L'étude de premiers éléments quantitatifs en vue d'une gestion équilibrée du fleuve Aude en étiage pour la DDTM (Stucky 2009).
- La synthèse départementale des ouvrages de prélèvements constituant un obstacle à l'écoulement des eaux dans l'optique du relèvement général des débits réservés en 2014 (Eaucéa 2012). Dans cette dernière étude, un travail particulier a été établi pour corriger les estimations de module naturel à partir de régression pluie-débit permettant un calcul du module spécifique en tout point du bassin. Des données transmises par la dREAL ont permis un ajustement en zone de montagne dont le comportement hydrologique est spécifique. En dehors de la période d'étiage, les consommations sont faibles vis-à-vis des débits des cours d'eau ; on peut donc considérer que, hors période d'étiage, les débits naturels sont égaux aux débits mesurés hors influence locale forte particulière (hydroélectricité, dérivation des canaux). Ces influences ont été évaluées et prises en compte. Les modules naturels ont été reconstitués en tous points du bassin. La carte suivante présente les résultats des modules spécifiques naturels calculés et permet une première lecture du fonctionnement hydrologique général du bassin. Des nuances locales liées au contexte hydrogéologique ne peuvent pas être restituées à cette échelle.

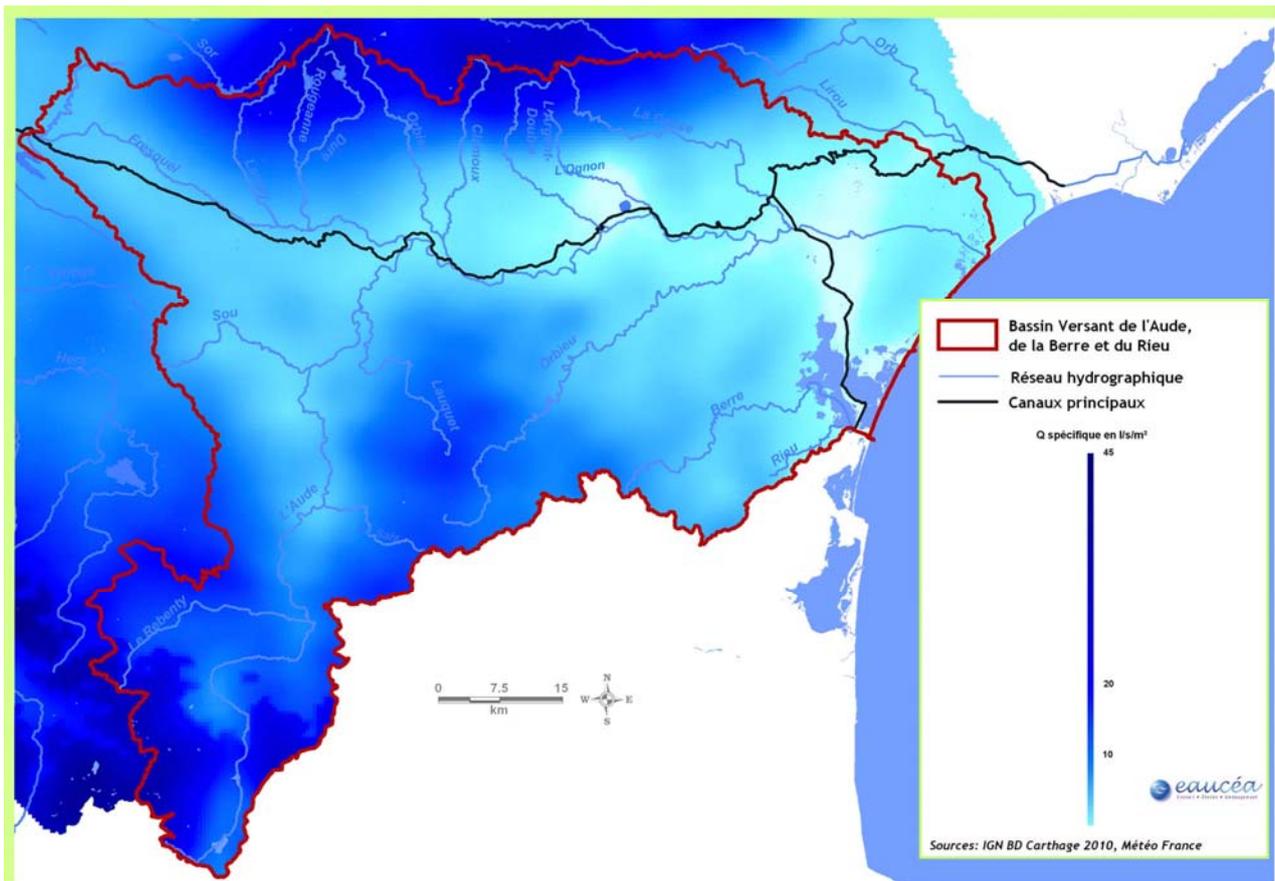


Figure 7 Carte des modules naturels spécifiques (reconstitution Eaucéa 2013)

3 ZONAGE OPERATIONNEL

3.1 En périphérie du bassin versant physique, les grands ouvrages de stockage impliqués dans la gestion du bassin

De fortes interrelations existent avec les bassins versants limitrophes de l'Aude. Ils constituent "les affaires étrangères" du bassin de l'Aude. Leur présentation détaillée fait l'objet d'un chapitre spécifique.

En amont, la topographie de la ligne de partage des eaux entre les versants atlantique et méditerranée a favorisé des mises en place de transferts d'eau. Le canal du Midi est le plus ancien et le plus emblématique, mais de grands systèmes hydrauliques de stockages et de transferts ont depuis complété l'œuvre de Riquet.

3.2 Le schéma hydraulique du bassin versant : une clé pour décrire la ressource

L'étude passe donc dans une première phase par un effort d'administration de la donnée ce qui signifie :

- Sa collecte, sa critique, sa validation collective et le cas échéant des hypothèses de reconstitution de données ;
- Son organisation dans un système qui gère les effets cumulatifs.

Cette organisation doit rendre compte de la distribution géographique des influences (prélèvement, restitution, transfert, stockage, etc..).

C'est le sens du schéma hydraulique présenté ci-après qui reprend de façon synthétique le réseau hydrographique, le canal du midi et les principaux ouvrages de transfert mais aussi les principales stations de contrôle hydrométrique.

Schéma hydraulique du bassin versant de l'AUDE



Figure 8: Schéma hydraulique du bassin versant de l'Aude

3.3 Quatre unités de gestion issues du découpage SDAGE

La proposition de découpage par entités hydrographiques de gestion et sous bassins versants, utile pour toute la suite de l'étude a été largement pré-validée dans un premier rapport d'étude publié en juin 2011. Ce qui a permis d'engager au plus tôt les opérations de terrain et de stabiliser les grandes unités d'analyse hydrologique en novembre 2012.

Il est proposé de scinder le périmètre en quatre unités hydrographiques de gestion issues du SDAGE, elles-mêmes subdivisées en sous-bassins. Les codes couleurs et les codes lettres présentés dans la carte ci-dessous seront conservés dans la suite de l'étude.

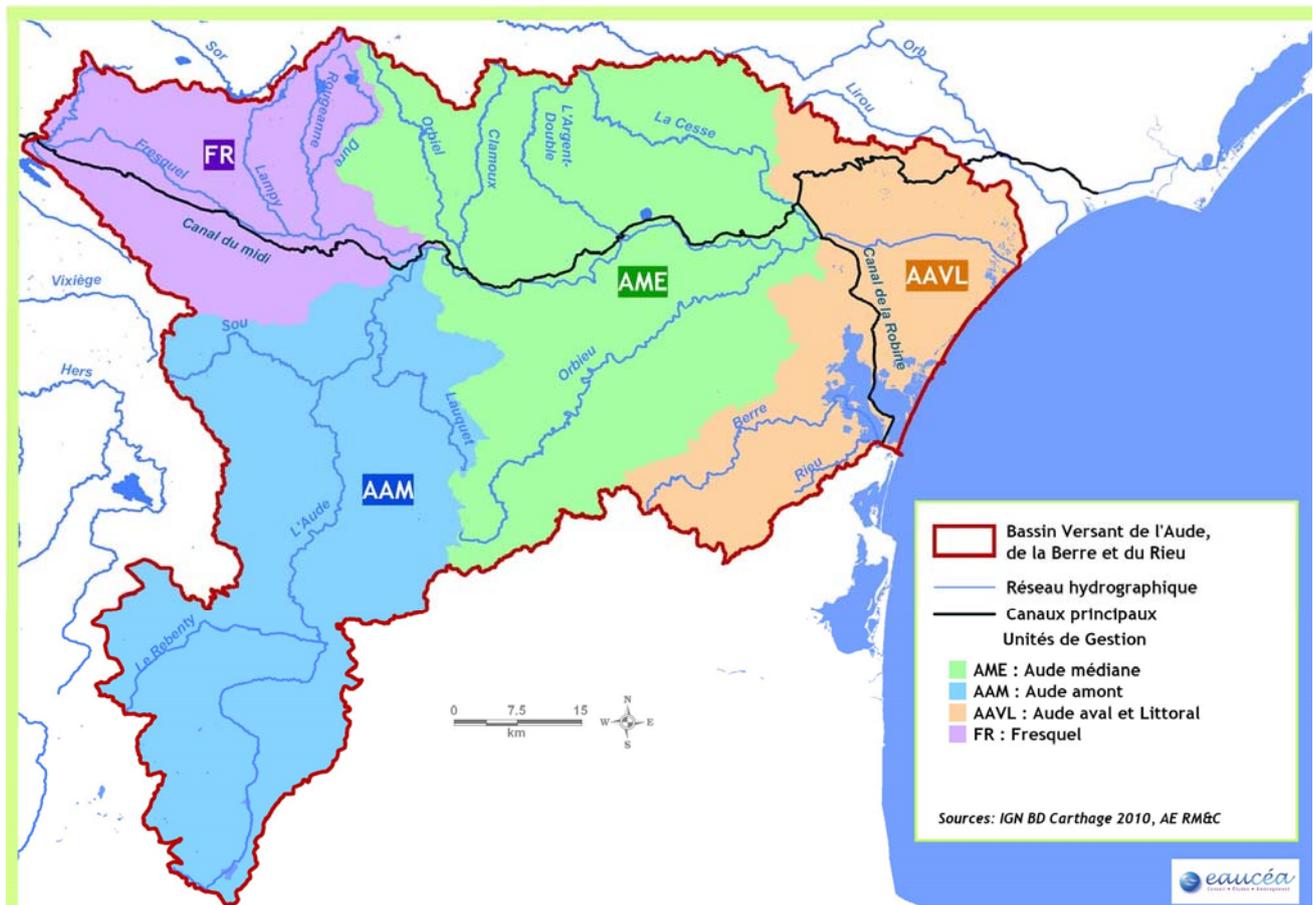


Figure 9: Carte des Unités de Gestion du bassin versant de l'Aude-Berre-Rieu

3.4 Identification des sous bassins (décembre 2012)

La carte et le tableau ci-après présentent le découpage proposé. Celui-ci comprend donc les 4 unités de gestion issues du SDAGE et les 21 sous-bassins versants. Ces unités de gestion (UG) correspondent, à quelques détails près, aux sous bassins versants SDAGE : Aude amont, Fresquel, Aude médiane et Aude aval et littoral (incluant Berre et Rieu mais aussi Bages-Sigean).

L'unité Basse plaine de l'Aude comprend le périmètre du canal de la Robine et de ses dépendances. Il ne correspond donc pas un périmètre strictement déterminé par la géographie physique. Son découpage relève de considération de gestion.

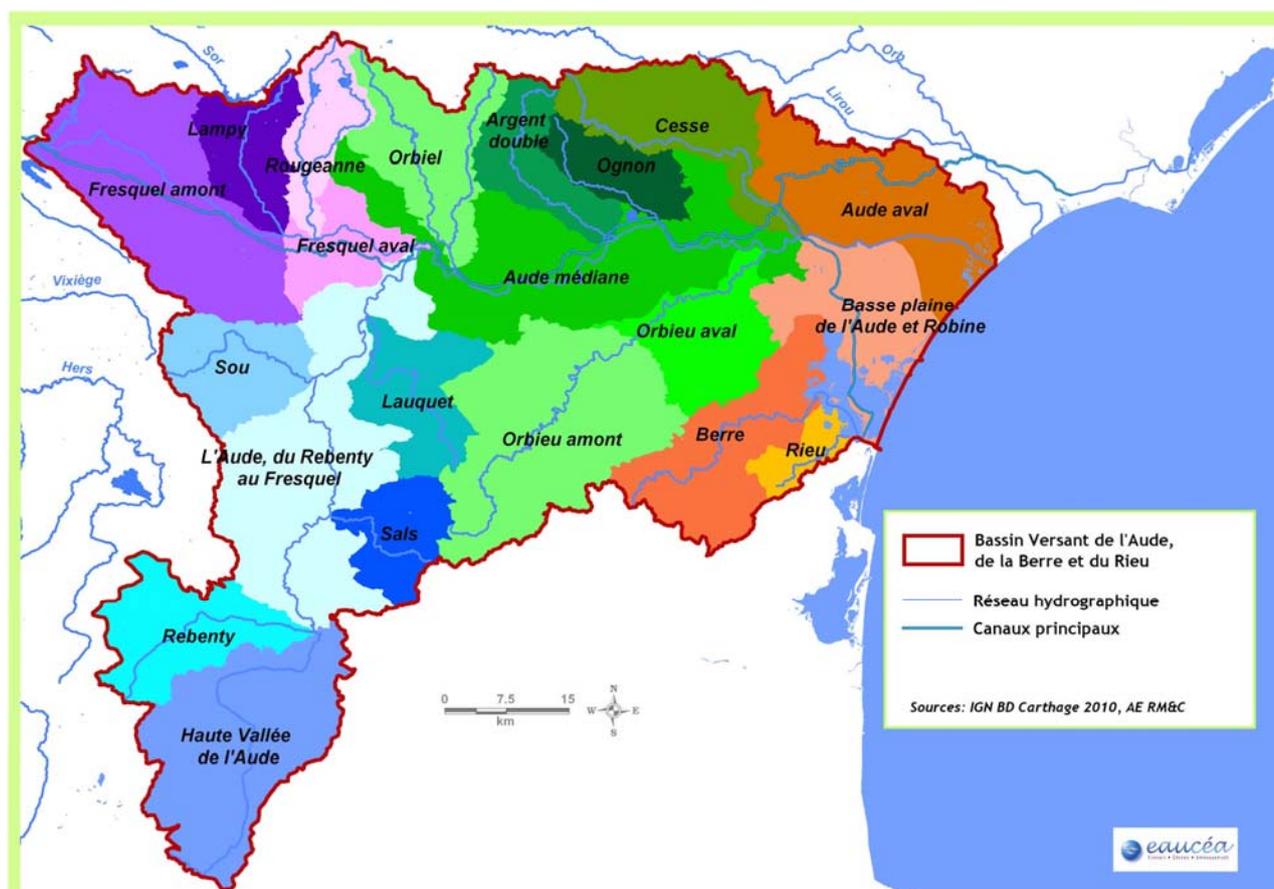


Figure 10 : Unités de gestion et sous bassins versants du bassin versant de l'Aude : carte décembre 2012

3.5 L'Aude aval complexité des échanges en zone littorale

La carte ci-après présente les principaux flux d'échange entre des zones humides et des étangs, des réseaux artificiels et le domaine maritime. La gestion quantitative a souvent pour but la maîtrise des niveaux d'eau, de la salinité ou bien est la résultante d'un schéma complexe entre drainage et inondation volontaire ou non de vastes surfaces. L'essentiel des volumes échangés se fait en hautes eaux hivernales mais certains flux estivaux peuvent être déterminants. Les principaux sont analysés au cas par cas au travers de l'étude des canaux VNF ou des ASA.

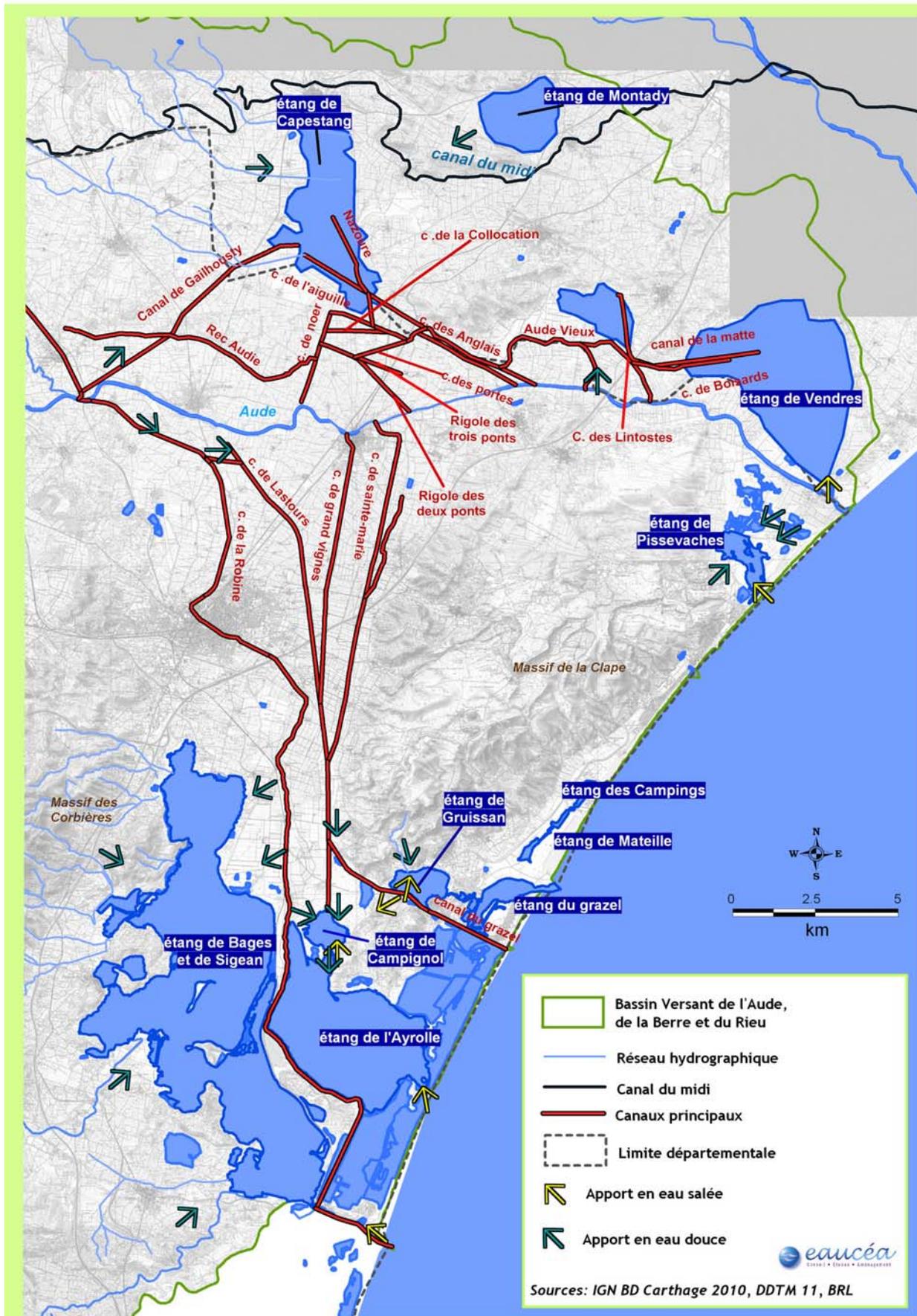


Figure 11 Alimentation en eaux douces ou marines des étangs littoraux

4.2 Commentaires sur la fiabilité et pertinence des stations

La principale difficulté provient de la fiabilité des données existantes et de leur complétude sur une période suffisante.

Une étude réalisée pour la DDTM de l'Aude publiée en novembre 2009 posait les principaux termes du diagnostic sur la plupart de ces stations inscrites dans le département de l'Aude. Une validation a été recherchée auprès du gestionnaire en décembre 2012 ; Cette validation modifie ponctuellement le diagnostic précédent. Les points nodaux du SDAGE sont surlignés en rouge.

Unité de Gestion	Sous bassin	Superficie Sous bassin	Points de gestion				Commentaires (1/12/2012)
			Code station	nom station	Superficie contrôlée par la station (recalcul Eaucéa)	% du sous bassin versant	
Aude amont (AAM)	Rebenty	242	Y1105010	LE REBENTY à SAINT-MARTIN-LYS	242	100%	Station difficile à jauger à l'étiage. Au vu du nuage de points des jaugeages réalisé à faible débit, la précision est évaluée à environ 10 durant l'étiage. Ce problème de précision concerne l'ensemble de la chronique
	Haute vallée de l'Aude	472	Y1112010	L'AUDE à BELVIANES-ET-CAVIRAC	734	156%	Station jugée fiable à l'étiage. La comparaison avec la station d'Axat montre toutefois un changement de comportement pour les années antérieures à 2006. Les débits à Belviannes pour les années antérieures à 2006 peuvent être considérées comme douteux.
	Sals	145	Y1135010	LA SALZ à CASSAIGNES	134	93%	Station jugée fiable à l'étiage. L'ensemble de la chronique est jugée fiable.
	Sou	197	Y1205010	LE SOU à SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	197	100%	Station jugée non fiable à l'étiage en raison de la configuration du site de mesuré et des difficultés pour jaugée les débits très faibles rencontrés régulièrement sur le sou, à savoir quelques 10 l/s. La chronique est jugée non fiable à l'étiage. Des travaux de réaménagement du seuil sont prévus pour l'année 2013. Ces travaux devrait permettre de fiabiliser la mesure à l'étiage pour les années à venir.
	Lauquet	194	Y1225020	LE LAUQUET à SAINT-HILAIRE [LE PECH]	175	90%	La station est jugée non fiable à l'étiage. En revanche la station en amont, Greffeil, est jugée fiable.
	L'Aude, du au Rebenty Fresquel	1 845	Y1232010	L'AUDE à CARCASSONNE [PONT NEUF]	1 841	100%	Station jugée beaucoup plus fiable que la station de pont vieux. Les données sont jugés fiables à l'étiage.
	Total	3 094					
Fresquel (FR)	Fresquel amont	503	Y1314010	LE FRESQUEL à VILLEPINTE	212	42%	La station est jugée fiable à l'étiage, le site est très propice à la mesure des débits d'étiage. L'ensemble de la chronique est validée. A noter un affouillement important sur le seuil. Des travaux sont prévus en 2013 pour consolider le seuil.
	Lampy	156	Y1345010	LE LAMPY à RAISSAC-SUR-LAMPY	59	38%	La station est jugée fiable à l'étiage sur les 5 dernières années, le reste de la chronique est jugé douteux.
	Rougeanne	141	Y1355210	LA ROUGEANNE à MOUSSOULENS	128	91%	La station est jugée fiable à l'étiage sur les 5 dernières années, le reste de la chronique est jugé douteux.
	Fresquel aval	933	Y1364010	LE FRESQUEL à CARCASSONNE [PONT ROUGE]	936	100%	La station est jugée fiable à l'étiage sur les 5 dernières années, le reste de la chronique peut présenter des problèmes en raison de la présence sur le seuil d'embâcles non nettoyées.
	Total	1 732					

Unité de Gestion	Sous bassin	Superficie Sous bassin	Points de gestion				
			Code station	nom station	Superficie contrôlée par la station (recalcul Eaucéa)	% du sous bassin versant	Commentaires (1/12/2012)
Aude médiane (AME)	Orbiel	251	Y1415020	L'ORBIEL à BOUILHONNAC [VILLEDUBERT]	241	96%	La station est jugé fiable à l'étiage. A noter une dégradation du seuil.
	Argent Double	163	Y1435410	L'ARGENT DOUBLE à LA REDORTE [LES SALICES]	105	64%	La station est jugée fiable pour les débits supérieurs à 50 l/s. En dessous de cette valeur la difficulté à réaliser des jaugeages entraine une forte incertitude quant à la validité de la courbe de tarage.
	Ognon	123	Y1445010	L'OGNON à PEPIEUX	49	40%	La station est jugée fiable pour les débits supérieurs à 40 l/s. En dessous de cette valeur la difficulté à réaliser des jaugeages entraine une forte incertitude quant à la validité de la courbe de tarage.
	Orbieu amont	543	Y1524020	L'ORBIEU à LAGRASSE [OA RD 3]			Ne peut pas servir pour mesurer les valeurs d'étiage. En revanche la station amont à SAINT-MARTIN-DES-PUITS est jugé fiable à l'étiage depuis 4 ans. Pour les anciennes années, les jaugeages sont jugés douteux
	Orbieu aval	754	Y1564010	L'ORBIEU à LUC-SUR-ORBIEU	586	78%	La station est jugée fiable depuis 4 ans, en raison des jaugeages très réguliers réalisés. Pour les anciennes années, le caractère mobile du radier naturel qui contrôle la ligne d'eau rend la mesure douteuse.
	Cesse	269	Y1605050	LA CESSÉ à MIREPEISSET	248	92%	La station est jugée fiable depuis 4 ans, en raison des jaugeages très réguliers réalisés. Le seuil en enrochement qui contrôle la ligne d'eau rend la mesure douteuse pour les années plus anciennes.
	Aude médiane	4 753	Y1612020	L'AUDE à MOUSSAN [MOUSSOULENS - ECLUSE]	4 922	104%	La station est jaugee à l'aval du seuil de Moussan, à l'aval de la dérivation du canal de la robine. A l'étiage, les débits passent par les deux passes à poisson du seuil. La présence d'embâcles dans les passes à poisson vient régulièrement perturber la mesure. En dehors de ces périodes la station est jugée fiable. Pour les débits supérieurs, quand la lame d'eau déverse sur le seuil, la largeur de l'ouvrage rend la mesure moins fiable.
	Total	6 856			6 150	90%	
Aude aval et littoral (AAVL)	Aude aval	5 288	Y1612040	L'AUDE à COURSAN [ARMINIS]			Station jugée non fiable à l'étiage. La ligne d'eau est contrôlée par un atterrissement naturel de gravier très mobile, qui rend impossible l'établissement d'une courbe de tarage stable. Nécessité de reconstitué une station fictive embouchure
	Basse plaine de l'Aude et Robine	312					Pas de station. Le système fonctionne en étiage avec une alimentation très majoritaire par le canal de la robine. La mesure des débits dérivés en tête de canal est très incomplète. Nécessité de créer une station fictive « étang de Bages »
	Berre	306	Y0824010	LA BERRE à VILLESEQUÉ-DES-CORBIÈRES [RIPAUD]	167	55%	La station est jugée globalement fiable à l'étiage. Le seuil permet un très bon contrôle de la ligne d'eau. Pour les très bas débits la difficulté à réaliser des jaugeages entraine une forte incertitude quant à la validité de la courbe de tarage.
	Rieu	60					Pas de station. Bassin à associer à la Berre
	Total	5 966					
TOTAL		17 649					

4.3 Séries hydrométriques disponibles

Code	Nom de la station	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
Y0824010	LA BERRE à VILLESEQUE-DES-CORBIERES [RIPAUD]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	0%	0%	16%	0%	92%	0%	0%			
Y1105010	LE REBENTY à SAINT-MARTIN-LYS	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	94%	0%	0%	0%		
Y1112010	L'AUDE à BELVIANES-ET-CAVIRAC	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	98%	0%	0%	
Y1135010	LA SALZ à CASSAIGNES	0%	0%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	42%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	92%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	55%	0%	0%
Y1205010	LE SOU à SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93%	81%	93%	0%	0%	
Y1225010	LE LAUQUET à GREFFIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	87%	100%	0%	
Y1225020	LE LAUQUET à SAINT-HILAIRE [LE PECH]	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1232010	L'AUDE à CARCASSONNE [PONT NEUF]	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1314010	LE FRESQUEL à VILLEPINTE	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	36%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1345010	LE LAMPY à RAISSAC-SUR-LAMPY	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	21%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1355210	LA ROUGEANNE à MOUSSOULENS	73%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1364010	LE FRESQUEL à CARCASSONNE [PONT ROUGE]	86%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	68%
Y1415020	L'ORBIEU à BOUILHONNAC [VILLEDIUBERT]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1422020	L'AUDE à MARSEILLETTE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	5%	68%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1435410	L'ARGENT DOUBLE à LA REDORTE [LES SALICES]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1445010	L'OGNON à PEPIEUX	99%	92%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1524010	L'ORBIEU à SAINT-MARTIN-DES-PUITS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1564010	L'ORBIEU à LUC-SUR-ORBIEU	100%	100%	51%	54%	65%	65%	68%	77%	100%	58%	88%	99%	100%	84%	67%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1605050	LA CESSÉ à MIREPEISSET	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	74%	77%	100%	100%	93%	77%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1612010	L'AUDE à MOUSSAN [MOUSSOULENS - VIADUC]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1612020	L'AUDE à MOUSSAN [MOUSSOULENS - ECLUSE]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	48%	100%	77%	94%	99%	100%	100%	98%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Y1612040	L'AUDE à COURSAN [ARMINIS]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

4.4 Identification d'un réseau de contrôle opérationnel

Le choix des stations regroupent donc des stations de référence suffisamment fiables ou corrigées qui fondent la métrologie et des stations fictives reconstituant des débits et utiles à la gestion planifiée des prélèvements.



5 RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS : DESINFLUENCER LES DEBITS MESURES AVEC LE « MODELE D'IMPACT »

En vue de déterminer les volumes prélevables dans les phases suivantes de l'étude, il est nécessaire de bien décrire la ressource naturelle du bassin. C'est l'objet principal de cette phase 3, avec la reconstitution naturelle des débits du bassin.

La reconstitution de débits naturels peut être effectuée de plusieurs manières. La méthode employée ici consiste à utiliser dans un premier temps un **modèle d'impact hydrologique** (cf illustration), afin de désinfluencer les **débits mesurés à chaque station** des **impacts anthropiques cumulés en amont des stations**.

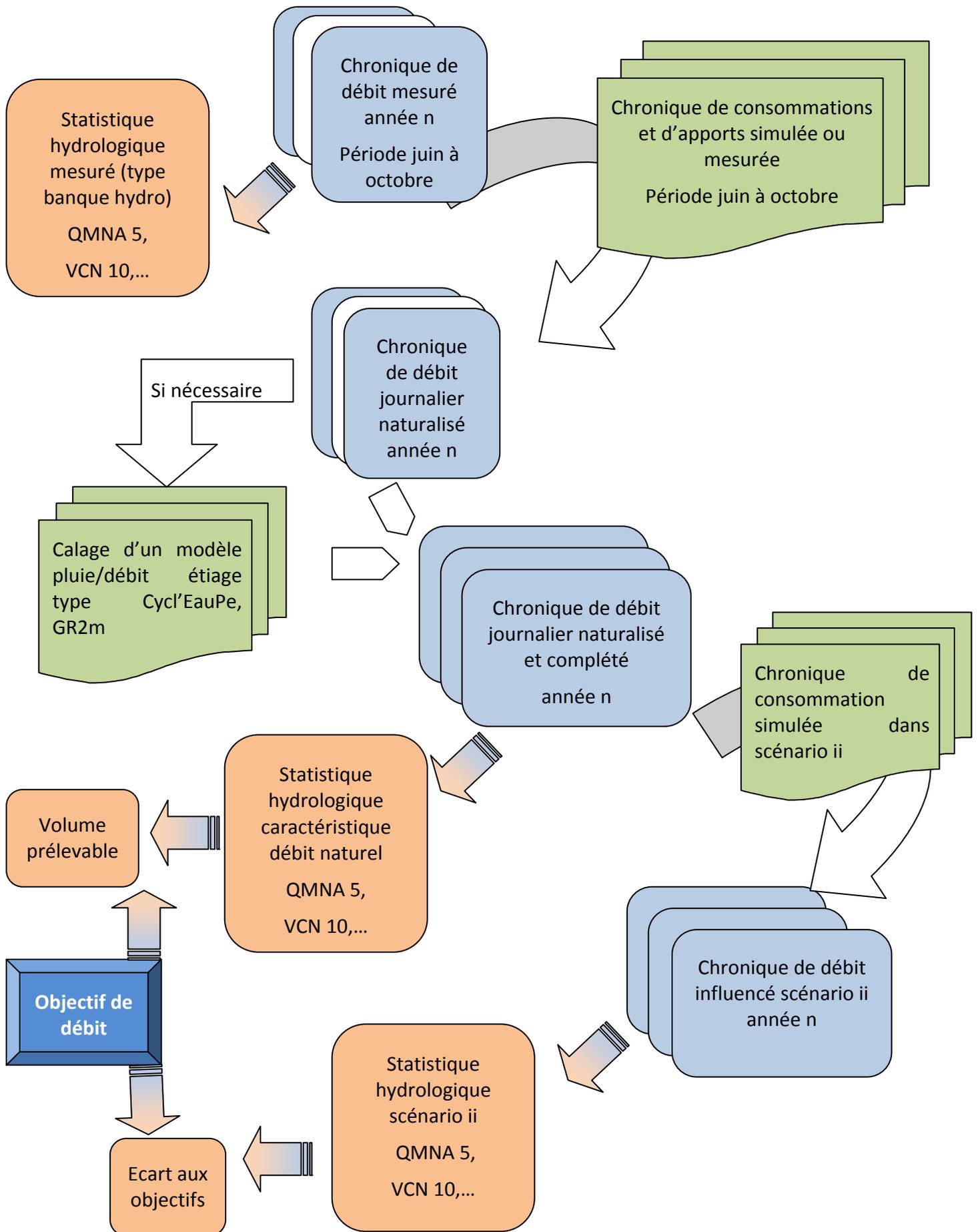
Chaque chronique annuelle d'entrée constitue un échantillon qui alimente **l'analyse statistique** ; Avec une trentaine d'année, il est possible de travailler sur des événements de fréquence rare (quinquennales ou décennales).

Ce modèle, développé par Eaucéa a fait l'objet de nombreuses applications au niveau national avec les limites suivantes :

- La qualité du résultat dépend bien entendu de la qualité des données hydrométriques mesurées au niveau des stations de référence mais aussi des données d'usages
- chaque station d'étude est associée à un jeu d'hypothèses spécifiques visant à décrire le plus précisément possible les influences hydrologiques de l'activité humaine sur une longue période. Ces hypothèses sont explicitées ci-après, avant la présentation des résultats par station.
- Par construction, le modèle s'applique au pas de temps journalier mais des résultats peuvent être restitués au pas de temps mensuel si la précision des données d'entrée ne permet pas une approche plus fine.

Il est parfois nécessaire de reconstituer des données manquantes ou manifestement erronées. Un modèle pluie débit devient alors nécessaire et peut se caler sur les quelques années les plus fiables issue de l'analyse du modèle d'impact.

Le modèle contient un module de calcul permettant de jouer des scénarios concernant par exemple l'évolution des consommations par usage. Ce module s'applique alors aux chroniques naturelles et produit une chronique influencée. Cette chronique permet une analyse des débits d'étiages et des écarts aux objectifs (par exemple un DOE).



5.1 Méthodologie du « Modèle d'impact hydrologique »

Le modèle d'impact hydrologique a été construit et utilisé depuis plus de 20 ans pour la mise en place de Plans de Gestion d'Étiage. Le modèle en évolution régulière, s'applique à l'échelle d'un bassin versant (Garonne, Tarn, Loire amont, Charente, Ardèche, etc.) pour la description de l'hydrologie naturelle et la simulation de scénarios de gestion de la ressource proposés dans le cadre des Plans de Gestion des Étiages ou des volets quantitatifs des SAGE ou des études volumes prélevables. Il est ici utilisé dans sa fonction "naturalisation des débits mesurés".

Le bassin est divisé en sous bassin, associées à des stations hydrométriques et définies par un ensemble de petites zones hydrographiques (sous entités des ZHY de la BD Carthage). Les calculs sont effectués au pas de temps journalier sur une période d'étiage élargie (1^{er} juin – 31 octobre).

Pour le modèle d'impact, les données de base sont :

- les données de débits journaliers mesurés aux stations hydrométriques sur la période 1980-2011 (ou à défaut la plus longue période disponible),
- l'inventaire des usages consommateurs d'eau et les débits associés mesurés ou reconstitués sur la même période
- l'inventaire des restitutions des réservoirs ou des retours des grands transferts d'eau (canal du midi par exemple) et les débits associés mesurés ou reconstitués sur la même période

Le modèle reconstitue les chroniques de débits « pseudo naturels » en désinfluençant **les débits mesurés** sur les stations de référence visées au chapitre 0, des prélèvements des différents usagers (AEP, industrie, agriculture) et des apports par lâchers de compensation ou de soutien d'étiage.

Débit mesuré + Influence historique = Débit reconstitué

Les influences historiques sont comptées positives lorsqu'elles correspondent à une consommation et négatives lorsqu'elles correspondent à des apports d'eau.

Débit mesuré + Consommations - Apports = Débit reconstitué

Les apports correspondent aux soutiens d'étiage et restitution, décrits précédemment.

Les consommations se basent sur la description la plus fine possible des usages de l'eau, effectuée dans les phases 1 et 2.

5.2 Prélèvements et consommations : principes généraux

Les usages de l'eau pesant sur la ressource ont été décrits lors des phases précédentes (bilan des prélèvements et de leur évolution).

Pour les besoins de la reconstitution des débits naturels, il est nécessaire de différencier les consommations des prélèvements ; il est également nécessaire de bien décrire le régime de ces consommations (cf. paragraphes suivants).

Les prélèvements sont des exports d'eau depuis le milieu naturel. Les consommations correspondent au bilan après restitution d'une part plus ou moins grande de l'eau prélevée.

- Les prélèvements d'eau potable retournent en partie au milieu après restitution par les stations d'épuration. Les rejets sont localisés géographiquement, afin de rendre compte des transferts éventuels entre lieux de pompage qui peut être extérieur au bassin de l'Aude et lieux de restitution.

- Pour les industries, une très grande part de l'eau est restituée au milieu après usage. Le coefficient de consommation est évalué à 7%.
- Pour l'agriculture, on considère que l'irrigation par aspersion ou goutte-à-goutte est correctement menée, c'est-à-dire que le prélèvement sert entièrement aux besoins de la plante : ainsi, la consommation égale le prélèvement. Pour l'irrigation gravitaire, les prélèvements sont souvent très supérieurs aux consommations effectives des cultures, une grande part est restituée au milieu naturel, soit par ruissellement soit par infiltration locale. Néanmoins, ce mode d'irrigation n'est pas optimal car le transport de l'eau et son utilisation "consomme" plus d'eau que strictement nécessaire aux cultures. Une part retourne vers les nappes et les rivières (cf. chapitres suivants).

5.3 Le cas des prélèvements en nappes

Beaucoup de prélèvements d'AEP sont effectués dans les nappes et la grande majorité dans les nappes alluviales ou les sources émergente.

Or, ces deux types de ressources participent directement à la réalimentation des cours d'eau qui les drainent. C'est pourquoi les prélèvements en nappe doivent être pris en compte au même titre que les prélèvements en eau superficielle. Le cas des champs captant de Narbonne illustre bien ce lien très direct entre la ressource fluviale et les eaux prélevées, la nappe jouant essentiellement le rôle de filtre mécanique.

Les plus gros prélèvements concernent les alluvions de l'Aude et la nappe de la Berre. Ces deux ressources répondent globalement aux besoins en termes de quantité. Cependant, ces deux nappes sont identifiées comme surexploitées par le SDAGE et pourraient ne pas atteindre le bon état quantitatif en 2015.

Depuis 2003 le Réseau de Surveillance et de Contrôle de l'état quantitatif des eaux souterraines suit l'évolution des Calcaires jurassiques des Corbières orientales, les alluvions de l'Aude, les formations tertiaires du bassin versant de l'Aude et alluvions de la Berre, les calcaires de la Clape et la nappe Astienne (en périphérie Est du périmètre).

Les alluvions de l'Aude et de la Berre sont les deux aquifères les plus exploités sur le périmètre de l'Aude aval. Le réseau de contrôle et surveillance les identifie d'ailleurs comme 2 aquifères au risque fort de non atteinte, d'ici 2015, du bon état quantitatif (source : agence de l'eau). Le SDAGE les identifie en déséquilibre quantitatif.

En 1985, le BRGM avait calculé le bilan hydrogéologique de la nappe alluviale de l'Aude. Les apports en eau représentaient alors 13,5 millions de m³ d'eau par an. Les prélèvements se répartissaient de la manière suivante :

- Eau potable : 8,8 millions de m³ par an,
- Industrie : 0,2 millions de m³ par an,
- Agriculture : 1,8 millions de m³ par an,
- Divers : 0,2 millions de m³ par an.

Soit au total 11 millions de m³ par an.

En se basant uniquement sur les données d'eau potable des communes du périmètre utilisant cette nappe, durant l'année 2000, presque 8 millions de millions de m³ ont été prélevés, soit un niveau équivalent à l'estimation BRGM. Or sur le périmètre du SAGE de 1999 à 2010 la population est passée de 108 207 à 127 408 soit 17,7% d'augmentation. La pression quantitative sur la ressource augmente donc de façon significative.

En 2010, le nouveau bilan établi à partir des données de redevance Agence de l'eau est le suivant :

- Eau potable : 15,3 millions de m³ par an,
 - Industrie : 0,2 millions de m³ par an,
 - Agriculture : 0,6 millions de m³ par an,
- Soit un total de 16,2 millions de mètres cube.

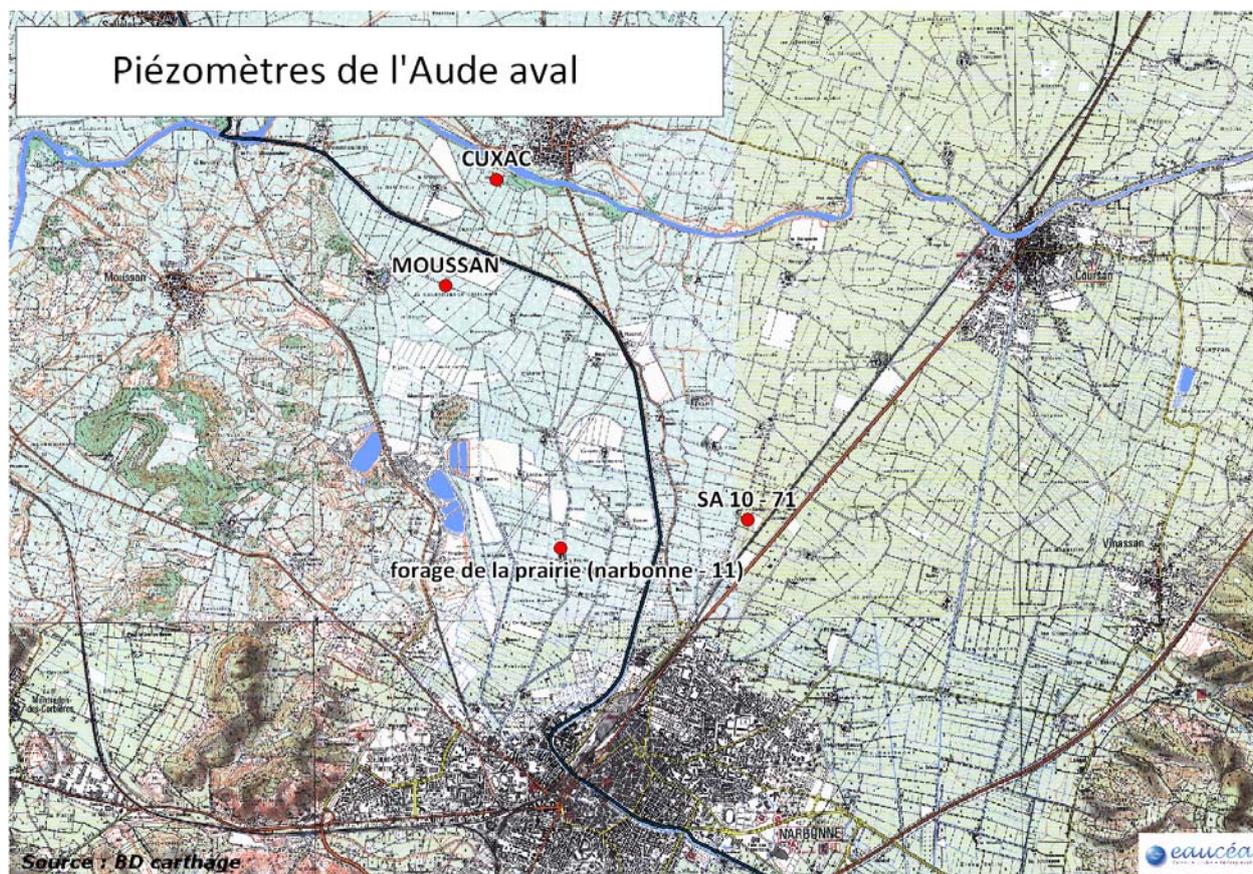


Figure 13 Position des piézomètres de l'Aude aval

Même si la pression a augmenté de manière très significative, il faut rappeler l'importance de l'hydrologie et des écoulements provenant de l'amont sur le niveau de la nappe alluviale de l'Aude aval. On constate en effet que les niveaux piézométriques de la nappe, près de Narbonne, sont corrélés à ceux de l'Aude. Les graphiques suivants présentent les niveaux des piézomètres de Cuxac (à proximité du fleuve) et ceux de Moussan (en retrait dans le delta de l'Aude) en comparaison aux débits de l'Aude Aval (Coursan), pour des questions d'échelle les débits sont exprimés en logarithme.

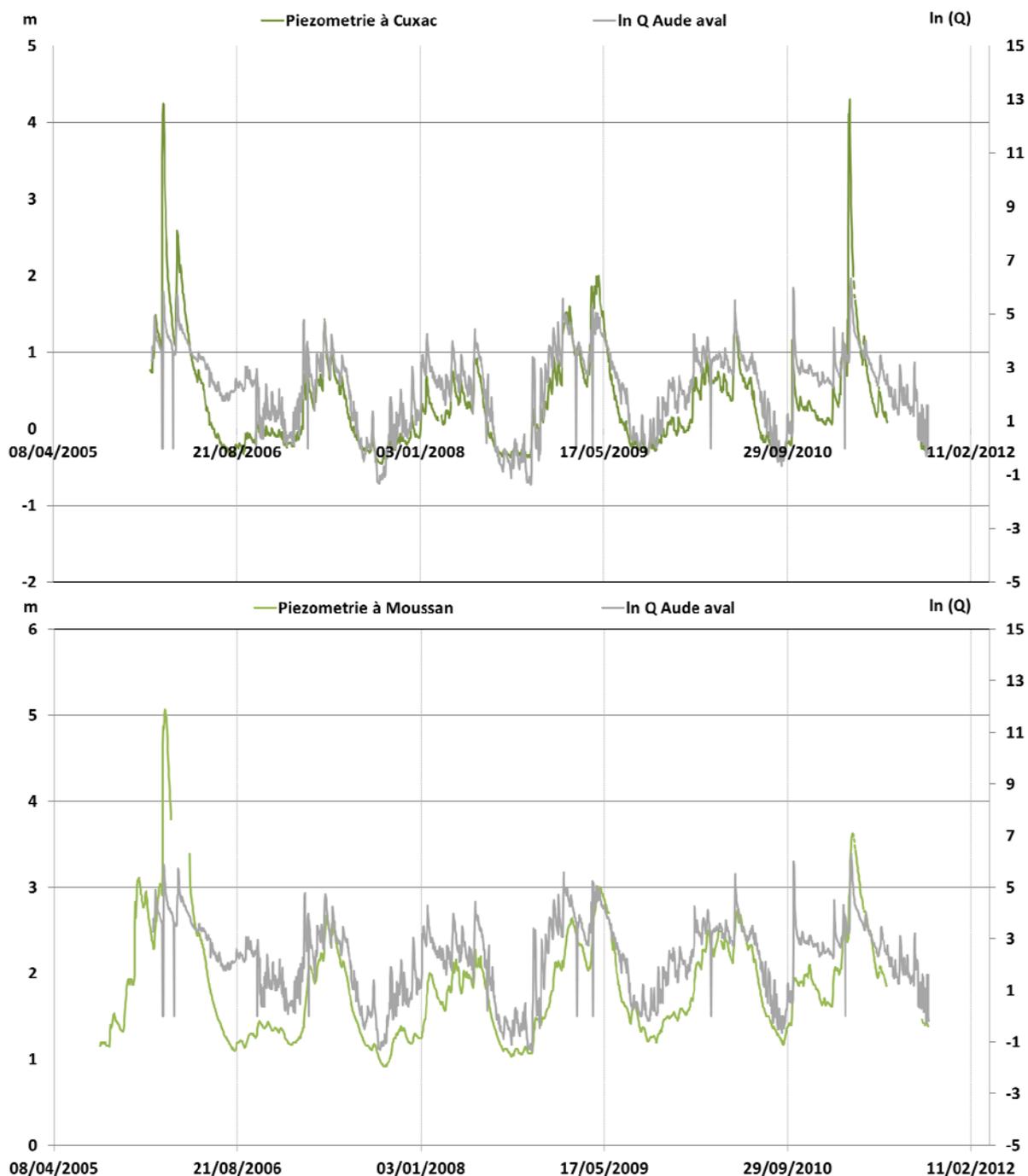


Figure 14 Piézométrie de la nappe alluviale de l'Aude et débit de l'Aude

Au vu de ces corrélations, on constate que l'hydrologie du bassin de l'Aude et le niveau de la nappe alluviale sont une seule et même ressource. **La gestion des débits de l'Aude est donc un enjeu majeur pour la pérennisation de l'alimentation en eau potable de la ville de Narbonne.**

5.4 Le cas de la réalimentation des nappes et des retours aux rivières

Les nappes se réalimentent tout d'abord par les précipitations directes. Il se trouve que les principaux aquifères alluviaux se situent dans une zone du bassin où le bilan pluviométrie évapotranspiration ne dégage quasiment aucune réalimentation directe.

Le mécanisme de réalimentation des nappes par les cours d'eau est souvent évoqué mais en réalité il reste rare car il suppose une inondation de grande ampleur sauf dans le delta de l'Aude ou des perméabilités très fortes et une topographie plane induisent des échanges très importants.

En revanche, le bassin de l'Aude se caractérise par deux situations qui relèvent de ce mécanisme :

- un réseau artificiel qui place souvent des canaux en position dominante par rapport à la nappe. Le cas de Luc sur Orbieu (pompage de Lézignan) illustre les liens fonctionnels entre réalimentation d'une nappe et pompage d'eau potabilisable.
- Des pertes karstiques qui réalimentent le compartiment souterrain et qui peuvent conduire à des transferts significatifs (Argent double, Berre).

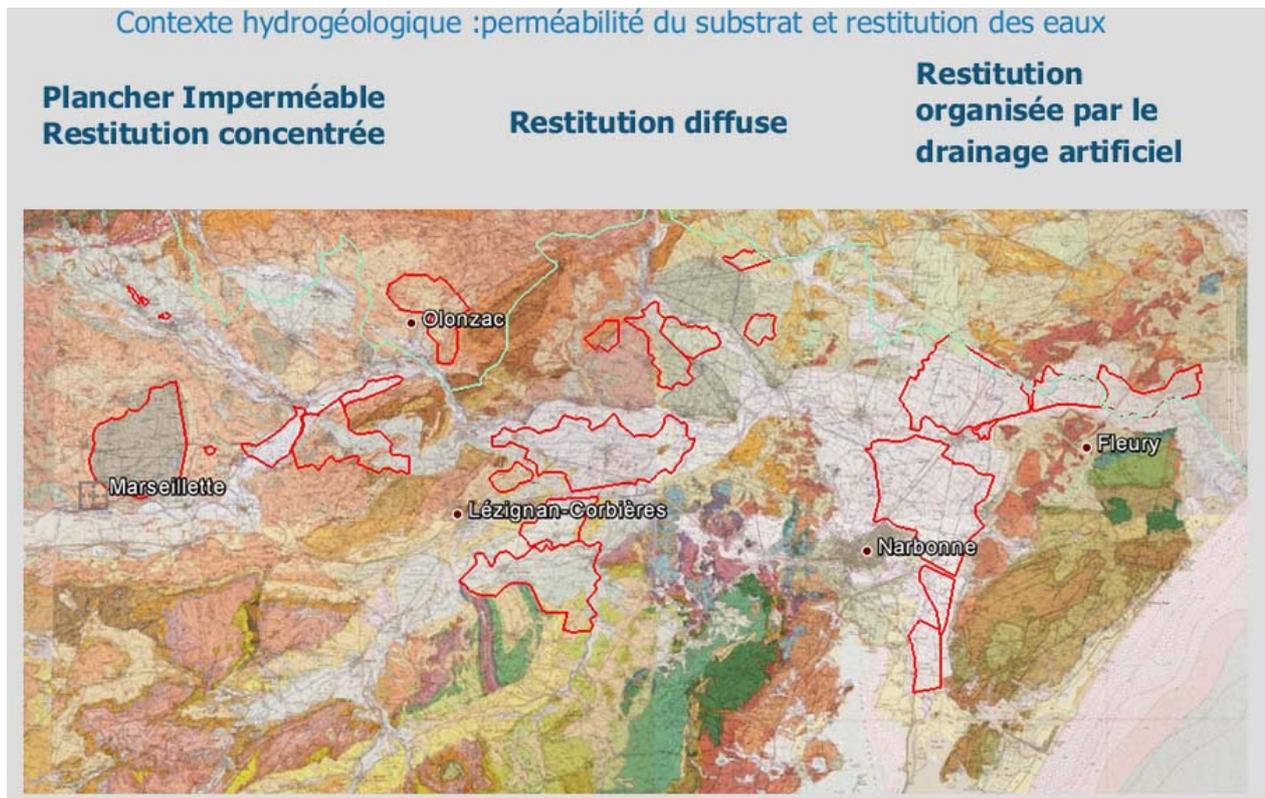


Figure 15 Contexte hydrogéologique des périmètres dominés par les principales ASA de l'Aude moyenne et aval

Dans toutes ces situations, l'effet retard des prélèvements en nappe n'est pas pris en compte pour des analyses globales et au pas de temps mensuel. Cela signifie que nous considérons qu'une consommation d'eau depuis les nappes d'accompagnement à des effets équivalents à une consommation dans les cours d'eau. Cette hypothèse est admissible dans un raisonnement hydrologique porté au pas de temps mensuel. Dans le détail, des effets retards existent et peuvent orienter d'ailleurs des stratégies de gestion par exploitation de l'effet capacitif des nappes exploitées.

6 PRISE EN COMPTE DE L'IMPACT DES USAGES

6.1 Eau potable et stations d'épuration

Ce chapitre décrit la prise en compte de l'usage "eau potable", dans son impact sur les ressources et qui englobe en fait toutes les activités dépendantes des réseaux de distribution publique. L'eau potable est l'usage prioritaire.

Il s'agit notamment des prélèvements domestiques, mais également des entreprises artisanales ou des industries branchées sur ce réseau public et n'ayant pas leurs propres moyens de prélèvement dans le milieu naturel.

La règle principale de calcul est la suivante :

CONSOMMATIONS AEP étiage (prélèvement eaux superficielles - rejet = consommation)

Sur certains secteurs le prélèvement local est nul mais les restitutions importantes car l'eau vient d'ailleurs. Le bilan est donc une consommation négative correspondant effectivement à plus d'eau dans la rivière qui reçoit la station d'épuration.

L'évolution historique des consommations est considérée comme croissante entre 1980 et 1997 (+10%). Ensuite, les données AERMC sont connues au pas de temps annuel.

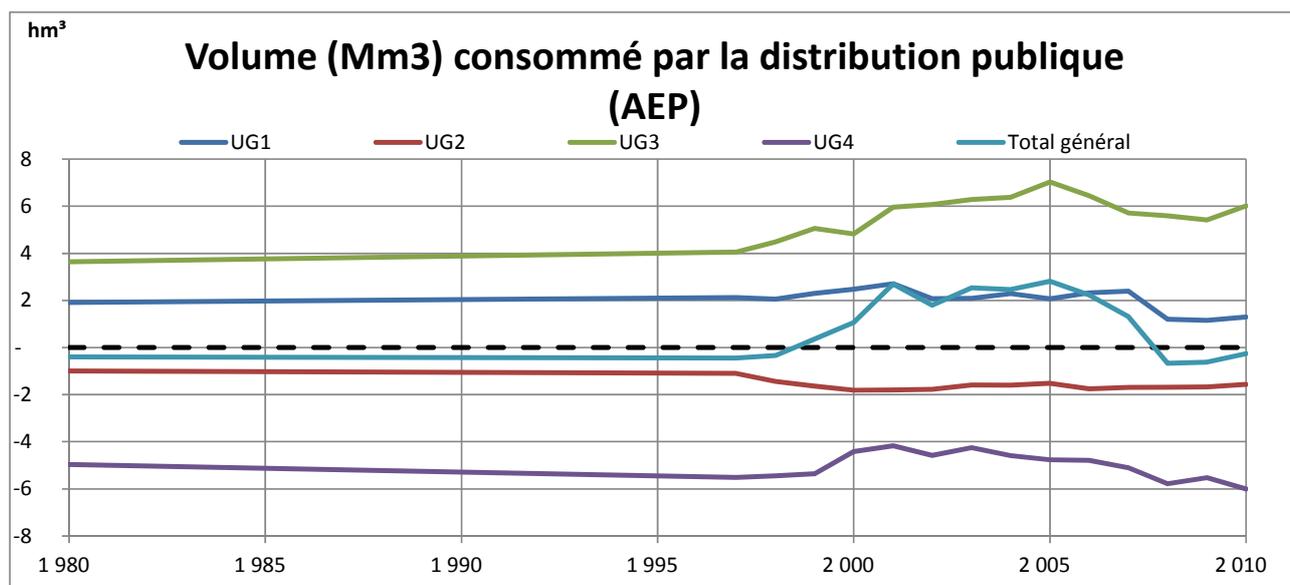
Le régime des consommations est restitué au pas de temps mensuel.

On note une variabilité saisonnière des besoins en eau marquée pour les communes en tête du bassin versant qui présentent une consommation estivale plus importante ainsi qu'une augmentation de leurs besoins en février-mars, liée aux activités de sports d'hiver. On remarque également que les besoins estivaux sont plus importants sur les communes littorales. Les communes rurales éloignées des grands axes de population présentent des besoins accrus en période estivale, tandis que les communes les plus urbanisées n'ont qu'une faible hausse de leurs besoins en été.

Ces nuances sont difficiles à intégrer précisément mais pour restituer la variation saisonnière nous avons affecté à toutes les consommations annuelles les proportions moyennes suivantes :

Juin	8.9%
Juillet	10.3%
Août	10.4%
Septembre	9.2%
Octobre	7.6%

La synthèse des apports extérieurs au bassin versant, consommations et restitutions par les stations d'épurations aboutit à un bilan contrasté sur la période estivale (Juin à octobre), avec les UG2 et UG 4 qui apparaissent systématiquement « productrice » (effet de soutien d'étiage), les UG1 et UG3 systématiquement « débitrice » et un bilan global fluctuant autour de la neutralité des impacts hydrologiques.



6.2 Usages industriels

Les industries identifiées dans ce paragraphe sont celles, hors usines hydroélectriques, qui possèdent leurs propres moyens de prélèvements de la ressource, et qui ne sont pas raccordées aux réseaux de distribution publique et donc comptabilisées au titre de l'eau potable.

Leurs prélèvements sont déclarés à l'Agence de l'Eau au titre de la redevance "prélèvements". Cela permet d'avoir accès à un historique des volumes prélevés par ces industries de 1997 à 2010 (Figure suivante).

En 2010, 55 prélèvements ont été déclarés, pour un volume global d'environ 2,6 Mm³. Le plus gros préleveur historique du bassin est l'usine chimique nucléaire de la Comurhex. Depuis 2008, son prélèvement a fortement diminué, grâce au renouvellement et à la modernisation de ses installations comprenant notamment des changements de procédés et la mise en place d'une boucle fermée d'eau de refroidissement (Projet COMURHEX II lancé en 2007).

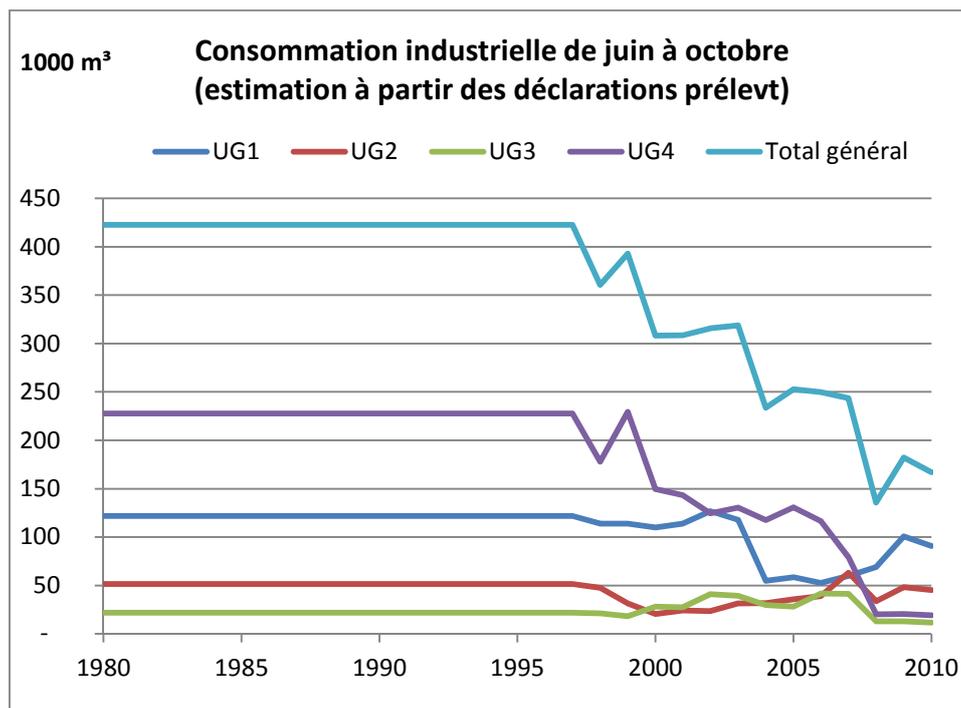


Figure 16 : Volumes consommés sur les ressources du bassin versant par l'industrie (Source: AE RM&C)

Les 4 principaux prélèvements en 2010 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Préleveur	Commune	Volume prélevé en 2010 (en milliers de m³)	Origine de l'eau
ARENY-CARRIERES ET BETONS DU CAPCIR	LES ANGLES	307	Souterraine
BRL	POUZOLS MINERVOIS	231	Souterraine profonde
LES SABLIERES DU RAZES ARIBAUD ET FILS	BRAM	215	Souterraine
RIVIERE SAS	CARCASSONNE	203	Superficielle

Tableau 2 : Principaux préleveurs industriels hors hydroélectricité dans le bassin de l'Aude en 2010

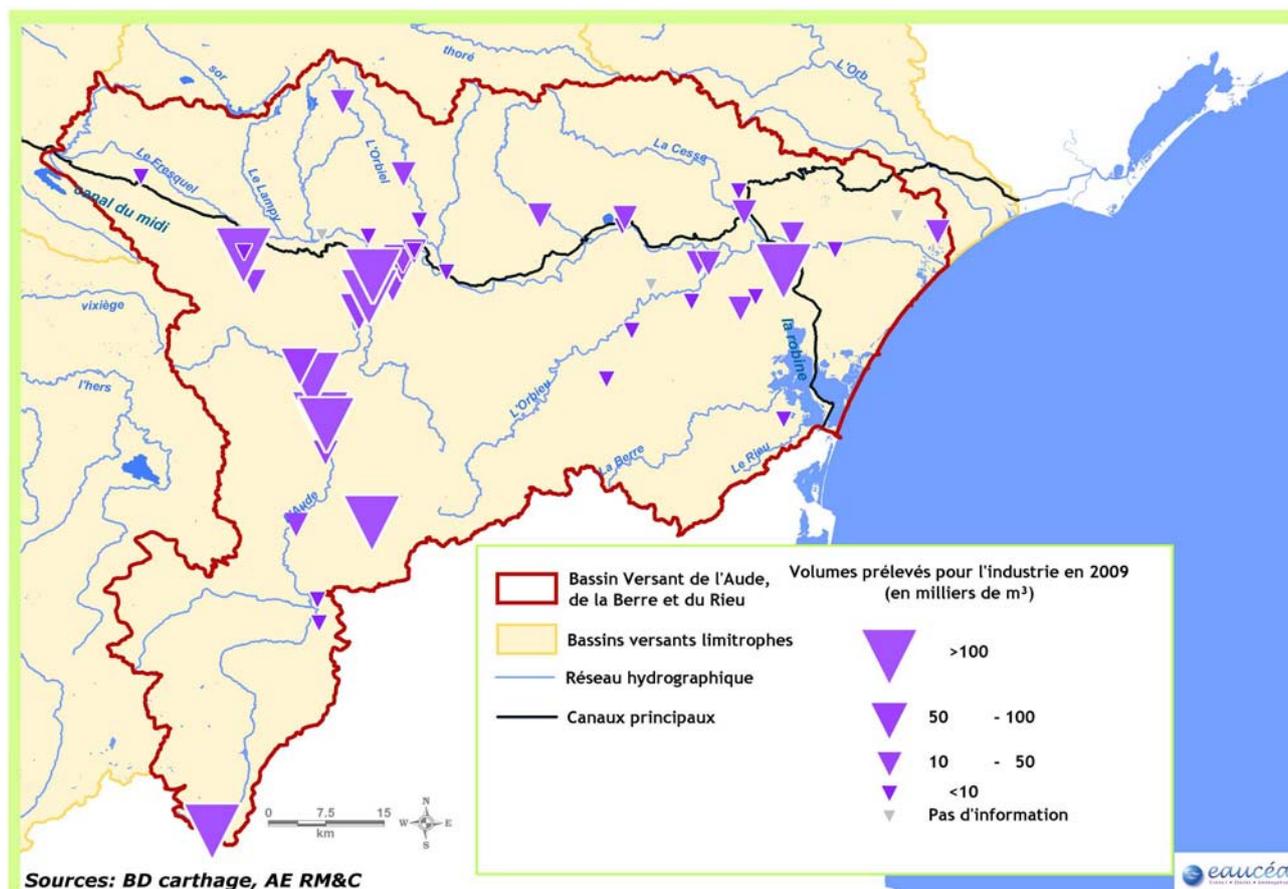


Figure 17 : Volumes prélevés pour l'industrie en 2009 – source BD Carthage et AERMC

Les principaux usages industriels sont l'industrie des matériaux (carrière et béton), et l'agroalimentaire (caves coopératives et distilleries).

L'utilisation industrielle de l'eau est souvent peu consommatrice, car une grande partie de l'eau retourne au milieu après traitement. Cette consommation sera évaluée dans la phase de reconstitution de l'hydrologie naturelle, pour évaluer l'impact des prélèvements industriels sur les cours d'eau.

6.3 Prélèvements pour l'alimentation du canal du midi et de la Robine

6.3.1 Description du système alimentaire

L'alimentation en eau du canal du midi s'appuie en premier lieu sur la Montagne Noire.

Une part des eaux des principaux affluents du Fresquel (Alzeau, Vernassonne, Lampy, Rieutord) est captée par la rigole de la montagne noire et la rigole de plaine pour être acheminée jusqu'au seuil de Naurouze (limite de partage des eaux entre le versant méditerranéen et atlantique).

L'usage des eaux du bassin du Fresquel est réservé prioritairement à la navigation du Canal du Midi.

Le premier point d'alimentation est la prise d'eau d'Alzeau point de départ de la rigole de la montagne. Environ un tiers du volume part sur la branche atlantique et les deux autres tiers sur le versant méditerranéen.

La régulation des volumes transités par la rigole se fait à partir de 3 réservoirs¹ :

- Le barrage sur le Lampy (1,7 hm³),
- Le barrage de St Ferréol (6,6 hm³), construit sur le Laudot, qui reçoit les eaux de la rigole de la Montagne Noire, à partir de la galerie des Cammazes élaborée plus tard par Vauban,
- Le barrage des Cammazes, construit sur le Sor par l'IIAHM en 1959-1960,

En 1977, la Compagnie du Bas Rhône Languedoc obtient l'autorisation de construire le barrage de la Ganguise (44,6 Mm³) et de prélever les eaux excédentaires de la Montagne Noire. 2,5 Mm³, correspondant à la cote part de l'investissement effectué par VNF, sont à disposition de VNF pour l'alimentation du canal du midi lors des travaux de rehaussement de cet ouvrage en 2005. Le barrage de la Ganguise avant rehausse disposait d'un volume de 22,4 Mm³.

L'alimentation du canal du midi est complétée par les prises d'eau suivantes sur le bassin de l'Aude :

- Sur le Fresquel à Pont de la Chaux (Carcassonne). Ce prélèvement n'est plus fonctionnel depuis 2001 avec la dégradation du barrage à clapets de pont de la Chaux (cf. photo ci-après). Une étude de 2012 sur l'aval du Fresquel, a proposé des préconisations d'aménagement ;
- Sur l'Aude en amont de Trèbes (Villedubert) ;
- Sur l'Orbiel ;
- Sur la Cesse près de Somail (La Garenne) ;
- Sur l'Aude à Moussoulens pour l'alimentation du canal de la Robine. Sur le canal de jonction les débits issus du canal du midi participent positivement au bilan à Moussoulens.



Figure 18 : Barrage crevé de Pont de La Chaux (Août 2011)

¹ Le barrage de la Galaube sur l'Alzeau construit en 2000 ne participe pas à l'alimentation du canal du midi.

Le graphique ci-après présente l'évolution des débits de prélèvement sur les prises du Fresquel, de l'Aude à Villedubert et sur l'Orbiel pour la période 1986-1993 (Etude VNF 2002) et de l'Aude à Moussoulens pour l'alimentation du canal de la Robine pour la période 2000-2005 (Etude Stucky, 2009).

Aucune donnée n'a pu être mobilisée sur le prélèvement de La Garenne sur la Cesse. Une estimation de l'ordre de 300 l/s soit est retenue.

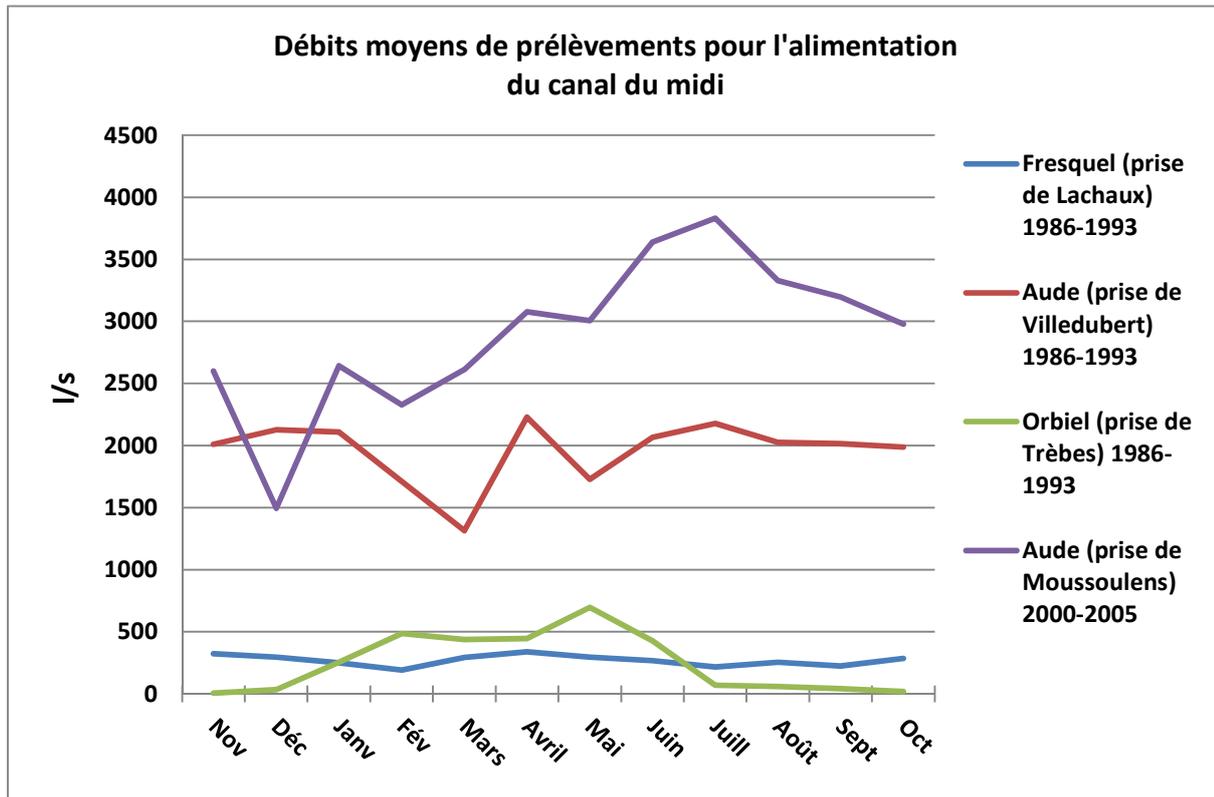


Figure 19 : Débits moyens de prélèvements pour l'alimentation du canal du midi

6.3.2 Canal de jonction

Le canal de jonction (appelé aussi canal de Narbonne), situé sur la commune de Sallèles d'Aude, relie le canal du Midi au canal de la Robine via l'Aude. Sa vocation est la navigation. En hiver, l'ASA d'irrigation de la rive gauche de l'Aude prélève l'eau pour la submersion dans le canal de jonction.

Il n'y a aucun enregistrement disponible des débits transitant par le canal de Jonction. Pendant la période de navigation libre (du 15/03 au 31/10) l'alimentation est réglée à 400 l/s le jour (de 9 h à 18 h ou 19 h) et 150 l/s la nuit. En dehors de cette période le réglage est de 150 l/s durant les 24h.

Ainsi, en période estivale, 22 000 m³/jour (13 000 m³/jour en hiver) sont apportés à l'Aude dans le plan d'eau du seuil de Moussoulens. Rappelons que le canal de jonction a été autorisé (arrêt du conseil d'état du Roi du 18 novembre 1776) sous réserve de la création de la retenue du Lampy.

6.3.3 Le canal de la Robine

Dans les bases de données redevances de l'Agence de l'eau RMC, seule la prise d'eau pour l'alimentation du canal permettant la réalimentation de la Robine est identifiée. Les volumes prélevés sont présentés dans le tableau ci-après.

	Volumes prélevés en millions de m ³		
	Données AE RMC		
	2008	2009	2010
Alimentation du canal de la robine	58	129	139

Tableau 3 : Volumes prélevés pour l'alimentation du canal de la Robine – données AE RMC

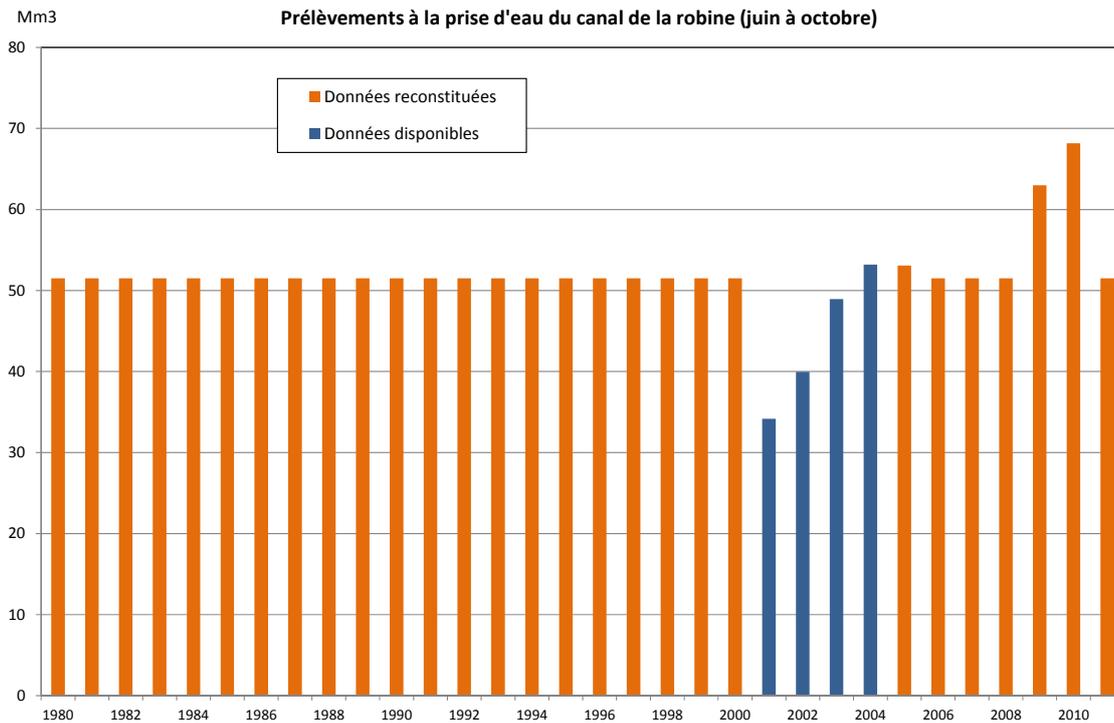
Les besoins pour la navigation, sont estimés par VNF de 15 à 20 millions de m³/an.

D'après l'état des lieux du SAGE révisé en 2011, « Une étude portée par l'AME a permis la réalisation par BRL d'une simulation concernant le canal de la Robine (janvier 2000). Les principaux échanges hydrauliques sont, d'après cette étude :

- 49 Mm³/an sont apportés par la dérivation depuis l'Aude ;
- 2,7 Mm³/an sont prélevés rive gauche de l'Aude en amont de Narbonne pour un usage agricole ;
- 17,7 Mm³/an sont apportés par le ruisseau de la Mayral, en rive droite ;
- 3,7 Mm³/an sont apportés par le rejet de la station d'épuration de Narbonne, à l'aval de l'agglomération, en rive gauche ;
- 6,2 Mm³/an sont prélevés de la Robine, rive gauche, à l'aval de Narbonne, pour des besoins agricoles ;
- 57,7 Mm³/an sont déversés dans le Canélou, rive droite de la Robine, en amont de l'écluse de Mandirac ;

Par déduction, 3,8 Mm³/an continuent le cheminement à l'aval de Mandirac et prennent la direction du chenal portuaire de Port la Nouvelle (également grau de l'étang de Bages-Sigean). »

Dans le modèle les moyennes suivantes seront retenues avec une connaissance des volumes globaux estivaux de 2001 à 2004 et 2009 et 2010 ainsi que du détail mensuel de 2001 à 2004. Ces deux informations permettent de proposer un régime de prélèvement moyen mensualisé sur la longue période. Il s'agit cependant d'une réelle fragilité de la connaissance urgente à résoudre.



6.3.4 Les pertes des canaux VNF

Les pertes seraient estimées entre 5 et 15 m³/semaine/m de canal. Leur contribution éventuelle à une recharge des nappes et donc de la réalimentation des cours d'eau est souvent évoquée. Néanmoins, les pertes dépendent probablement de l'encaissement du canal ou de sa position en surplomb ou non. Ainsi, sur le Fresquel et surtout le Tréboul rien ne permet aujourd'hui d'identifier des contributions significatives des pertes du canal au cours d'eau qui s'assèche régulièrement. Sur ce secteur les transferts seront considérés comme nul ce qui ne signifie pas qu'il n'y ait pas de pertes par évaporation notamment. Ailleurs dans la plaine de l'Aude, à partir de Carcassonne, l'hypothèse retenue dans le cadre de la modélisation est de 10m³/semaine/m de canal ce qui représenterait environ 1,6 m³/s sur l'ensemble du bassin versant.

Ces pertes sont prises en compte comme suit :

ZHY		Linéaire de canal en m	Restitution par perte en m ³ /s
n°			
Y123	L'Aude du Lauquet au Fresquel	5 131	0.085
Y130	Le Fresquel de sa source au ruisseau de Glandes inclus	4 762	-
Y132	Ruisseau de Tréboul	21 052	-
Y133	Le Fresquel du ruisseau de Tréboul au Lampy	9 052	-
Y1351	Le Fresquel du Lampy à la Rougeanne	4 670	-
Y136	Le Fresquel de la Rougeanne à l'Aude	14 475	-

ZHY		Linéaire de canal en m	Restitution par perte en m ³ /s
Y140	L'Aude du Fresquel à l'Orbiel	5 586	0.092
Y142	L'Aude de l'Orbiel au Mayral	19 371	0.320
Y1431	L'Aude du Mayral à l'Argent Double	3 156	0.052
Y1433	L'Aude de l'Argent Double à l'Ognon	7 393	0.122
Y145	L'Aude de l'Ognon à la Cesse	18 034	0.298
Y161	L'Aude de la Cesse à la mer Méditerranée	37 801	0.625

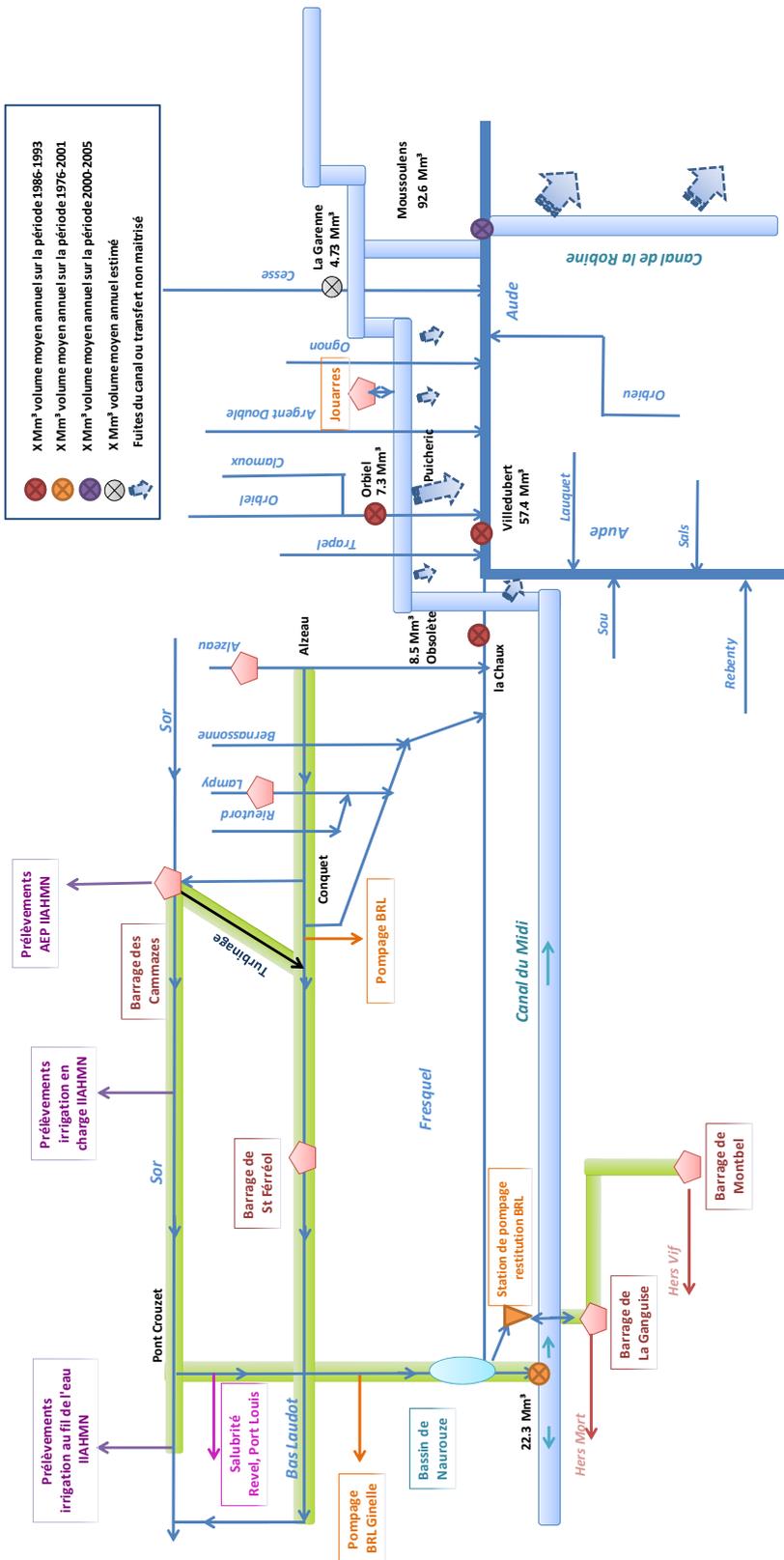


Figure 20 : Plan schématique du canal et des principaux échanges hydrauliques Source VNF

6.4 La Gestion des réservoirs

Les réservoirs sont décrits par leur capacité volumique utile correspondant au stock susceptible d'être mobilisé pour réalimenter une rivière, un canal, une usine,...

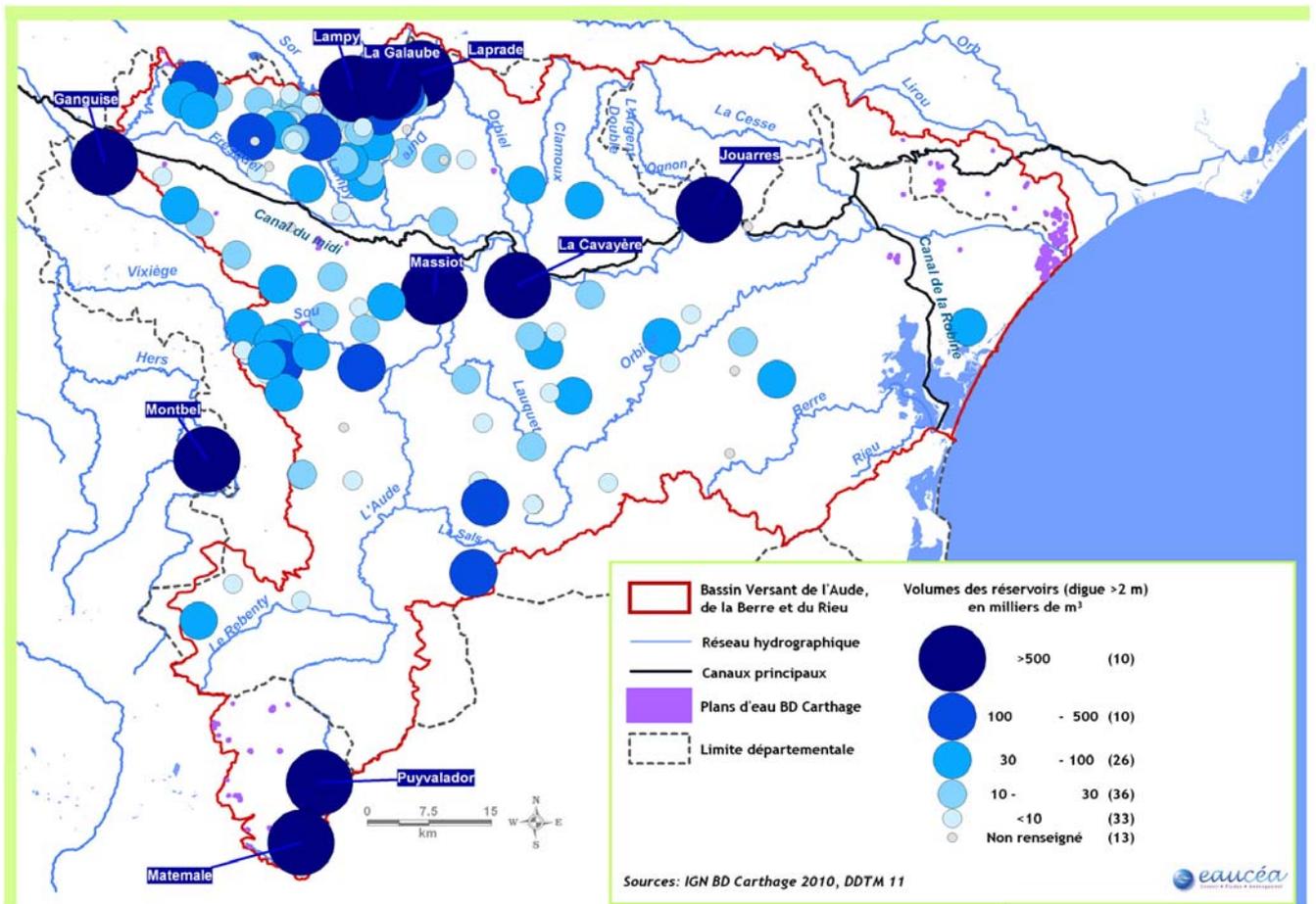
Ce volume est différent de l'impact de l'ouvrage qui dépend de la gestion du remplissage et de la vidange. La gestion des réservoirs est prise en compte au travers de deux critères :

- En phase de remplissage, les volumes stockés sont équivalents à une consommation temporaire. Ce paramètre n'est pas connu pour l'hydroélectricité contrairement à la plupart des autres stockages.
- En phase de vidange les volumes restitués correspondent à un surcroît d'eau par rapport à la ressource naturelle ;

6.4.1 Recensement

Les données des réservoirs (hors hydroélectricité) sont les suivantes :

Classe volumique (m ³)		Nombre de réservoirs
De	à	
10 000 000	> 10 000 000	3
100000	10 000 000	16
50000	100000	14
25000	50000	19
0	25000	63
NSP		13
Source DDTM 11		Total
		128



Les réservoirs de plus de 50 000 m³ sont les suivants :

Commune	Lieudit	Deau	Codehyd	Volume
Ste-Colombe-sur-l'Hers	Montbel	Hers vif	O147	60 000 000
Belflou	Ganguise	La Ganguise	O221	25 000 000
Matemale	Matemale	Aude	Y100	20 600 000
Puyvalador	Puyvalador	Aude	Y100	10 000 000
Cuxac-Cabardès	Laprade	Duve	Y135	8 800 000
Lacombe	La Galaube		Y135	8 000 000
Azille	Jouarres		Y143	4 500 000
Saissac	Lampy	Lampy	Y134	1 673 000
Montirat	La Cavayère	Bazalac	Y140	1 350 000
Carcassonne	Massiot	ruisseau de Taure	Y123	1 300 000
Pomarède (La)	Gaouzy	Serié	Y130	440 000
Saint-Papoul	Rouzilhac	ruiss. de Rouzilhac	Y131	360 000
Saint-Denis	Saint-Denis	Alzeau	Y135	304 000
Monthaut	Marmagès	ruiss. de Monthaut	Y120	259 000
Lauraguel	Albane	Albane	Y120	245 000
Arques	Le Lait	Le Lait	Y113	231 500
Pomarède (La)	Bajoffre	La Paméjeanne	Y130	168 000
Saissac	Cenne-Monestiés	Lampy	Y134	136 000
Lacombe	Trabex de la Païcho	Le Linon	Y135	106 000
Bugarach		La Blaque	Y113	100 000
Saissac	La Rouge	ruisseau de Galétis	Y134	95 100
Laure-Minervois	Gourg de la Blanco	Gourg de la Blanco	Y142	95 000
Villeneuve-la-Comptal	Laval Basse	ruisseau	Y132	88 500
Villepinte	Le Puy Saint-Pierre	ruisseau Danise	Y134	86 000
Courtète (La)	Vieux Mazet	La Fage	Y120	84 000
Villegly	Raboulet (barrage barrière)	Ceize	Y141	81 000
Puginier	Castelet	BV	Y130	80 000
Bellegarde-du-Razès	La Borie	ruisseau d' Escueillens	Y120	70 000
Saissac	Saint-Pierre	Vernassonnelle	Y134	70 000
Montolieu	Montpertus	Caux	Y135	63 700
Routier	Montmaur	ruisseau	Y120	55 000
Mazerolles-du-Razès	Brieu	ruiss. de Brieu	Y120	54 500
Alairac	Escande	Bonnemaire	Y123	50 350

Unité de Gestion	Volumes des retenues en millions de m ³	Nombre de retenues
Aude amont	33	34
Aude médiane	2	20
Fresquel	21	70
Aude aval et littoral	0.03	2
Hors BV	85	2
Total	141	128

Figure 21 : Distribution des volumes des retenues par unité de gestion

6.4.2 Bilan du système alimentaire Lauragais Montagne Noire

Trois ensembles sont majoritairement impliqués dans la gestion du bassin « Fresquel » et du canal du midi.

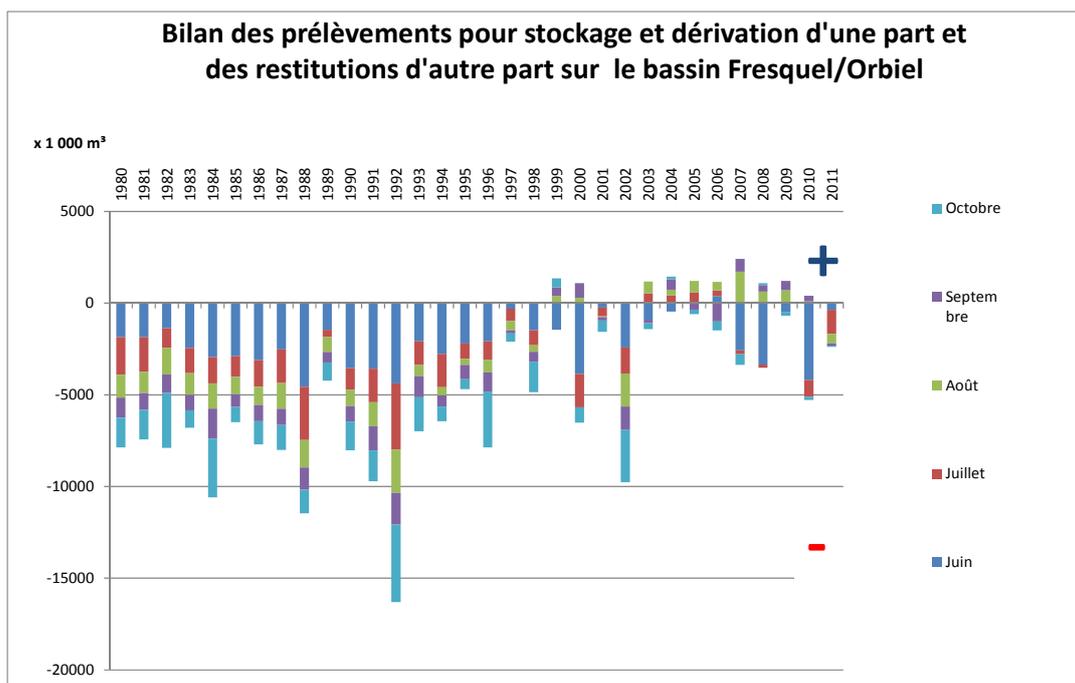
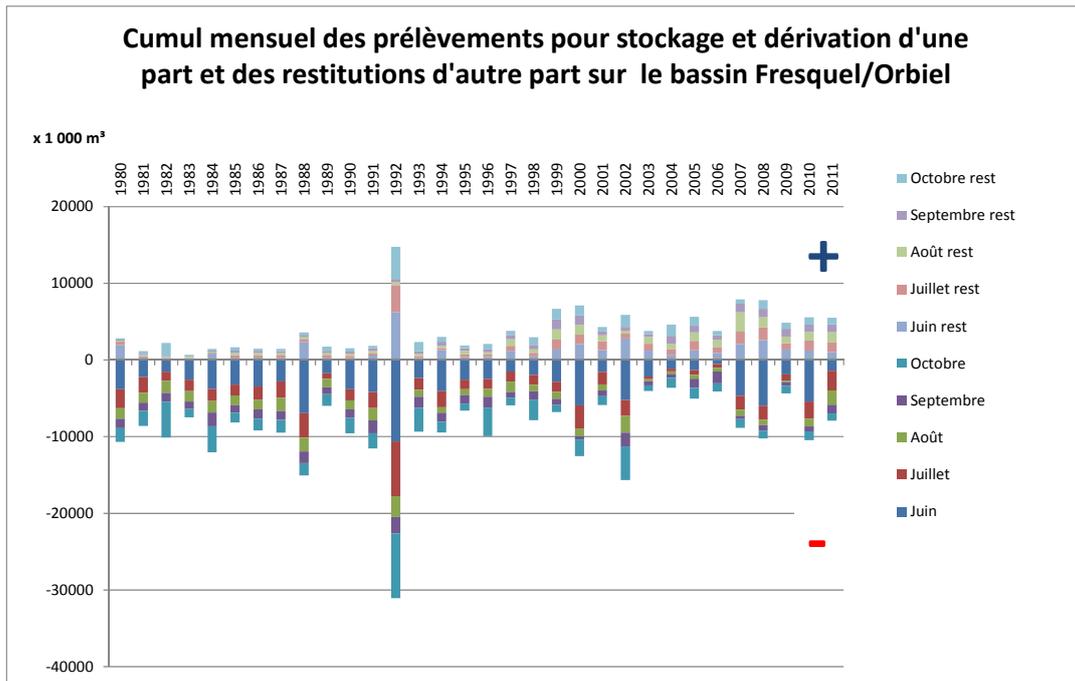
- **Le système de la Montagne Noire** : plusieurs retenues de part et d'autre des versants atlantique et méditerranéen alimentent le canal du Midi via les rigoles de la Montagne et de la Plaine. Sur le plan réglementaire, la navigation est la fonction prioritaire de ce système. Ces retenues permettent également la réalimentation des affluents nord du Fresquel (Tenten, Lampy, Rougeanne, etc.) et l'expression d'usages consommateurs (AEP et irrigation) ;
- **La retenue de la Ganguise** (bassin Hers Mort) : rehaussée en 2005 (capacité augmentée de 22 à 44,6 Mm³), en relation avec le bassin d'échange de Naurouze, elle est alimentée par les excédents de la Montagne Noire non utilisés par VNF et par l'adducteur Hers-Lauragais. Elle permet l'alimentation de périmètres irrigués, la sécurisation de la navigation sur le canal du Midi et la salubrité de l'Hers Mort ; L'actualisation du projet de règlement d'eau est un enjeu d'actualité important.
- **Le réservoir de Montbel** (Hers Vif) : mis en service en 1992, il a une capacité de 60 Mm³. Il permet la compensation des prélèvements sur l'Hers Vif et l'Ariège, l'alimentation de périmètres irrigués dans le Lauragais, le remplissage de la Ganguise et, certaines années, le soutien d'étiage de la Garonne. L'adducteur Hers (depuis Montbel) Lauragais (jusqu'à la Ganguise) est un élément déterminant du dispositif avec une capacité de transfert de 24 Mm³ par an dont 8 Mm³ en été au profit de l'irrigation en ligne sur l'adducteur. Pour mémoire, avant 2011, le volume dérivable était de 26 Mm³.

Ce système particulièrement complexe est décrit dans le rapport de phase 2. En bilan pour le bassin du Fresquel, il semble intéressant de reconstituer (avec des incertitudes liées à la faiblesse de certaines données) le régime des impacts hydrauliques sur les cours d'eau avec :

- Des facteurs de réduction du débit liés au stockage dans les plans d'eau et aux dérivations vers les rigoles ou le canal du midi
- Des facteurs d'augmentation du débit liés aux soutiens d'étiage, lâchers agricoles et débit réservé.

Le système pris en compte dans ce zoom comprend le bassin du Fresquel et l'Orbiel, mais pas l'Aude.

Prélèvement	Restitution
Laprade	Laprade (Dure)
	Laprade (Orbiel)
Alzeau	Alzeau R.
Bernassonne	Bernassonne
Lampy B.	Lampy R.
Rieutort	Rieutord
	Tenten
	Fresquel VNF
CDM Lachaux	Fresquel Ganguise



6.4.3 Hydroélectricité

Sur le bassin de l'Aude, l'activité hydroélectrique est réalisée à la fois par EDF sur le haut bassin, en amont d'Axat, et par une succession de microcentrales sur l'Aude et ses principaux affluents ainsi que sur la Montagne Noire.

La puissance cumulée est estimée à 143 MW (soit 18% de la puissance de Languedoc Roussillon) et la production à environ 350 GWh.

Rappelons que les usines hydroélectriques, même si elles prélèvent beaucoup d'eau au milieu naturel, n'en consomment pas. Les problématiques liées à cet usage sont celles des débits réservés sur les secteurs court-circuités et du fonctionnement par éclusées.

Les modifications ne peuvent donc être considérées ni comme des prélèvements ni comme des consommations mais plutôt comme des modulations du régime des eaux.

Elles permettent un placement au profit des usages agricoles, l'expression des sports d'eau vives sur le haut bassin mais génère aussi des contraintes potentielles sur les milieux (non estimé à ce jour) ou sur les conditions d'exploitation de la ressource en eau (marnage au droit des pompes ou seuil de prise d'eau).

La convention Matemale garantit un débit minimum de 3 m³/s en sortie du complexe (du 01/04 au 30/06) et 4,5 m³/s en période soutien d'étiage (du 01/07 au 31/08). Les deux plus gros ouvrages de stockage (retenues de Matemale et de Puyvalador) participent au soutien d'étiage de l'Aude l'été, qui est, encadré par la convention Matemale (depuis 1957) et la convention Eaux Vives (depuis 2005).

Données mobilisées dans la reconstitution des ressources

Les données de volumes disponibles et volumes déstockés sont disponibles depuis 1960 (tableau ci-dessous). Les données de débits journaliers sont quant à elles disponibles sur la période 1998-2011. Elles sont intégrées dans le modèle d'impact. Pour les années plus anciennes, on applique une homothétie des débits moyens lâchés de manière à obtenir le volume total déstocké qui lui est connu (Volume annuel reparti au prorata du régime moyen).

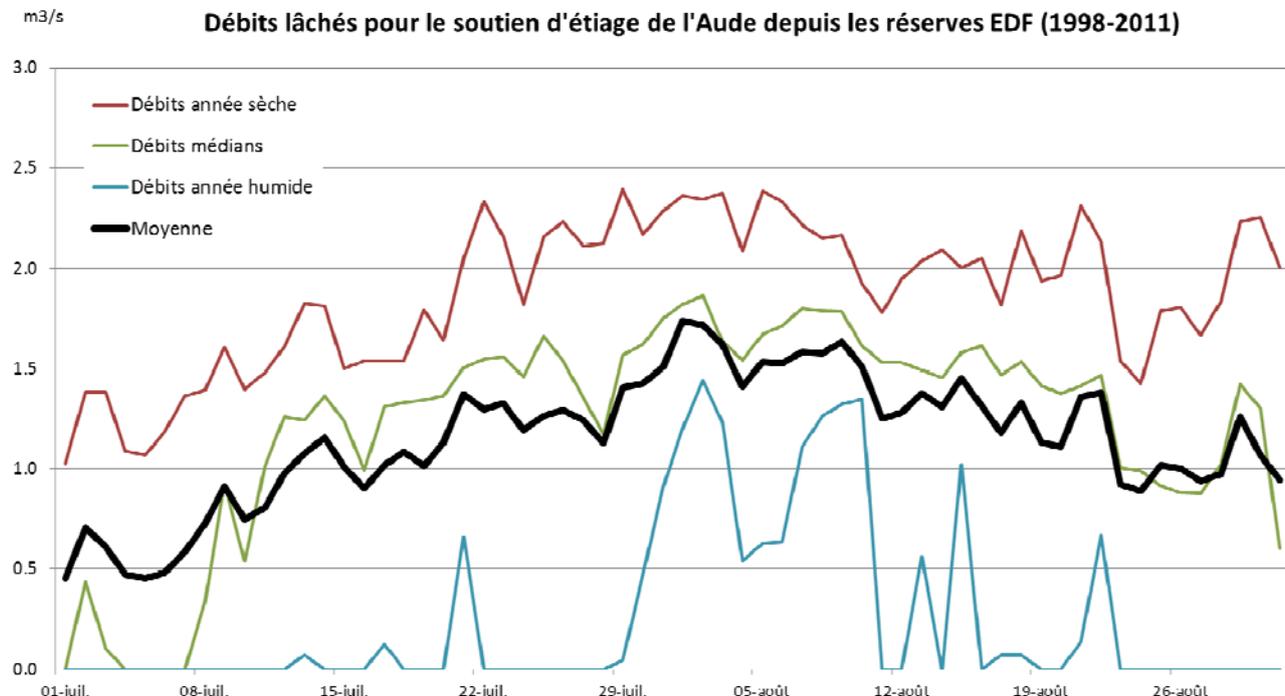


Figure 22 : Débits lâchés pour le soutien d'étiage (1998-2011)

A l'échelle mensuelle, 43% des volumes sont déstockés en juillet et 57% en août.

6.4.4 AEP

Laprade est principal réservoir en appui à l'eau potable produite à la station de potabilisation des Barthes. Ce réservoir est cependant largement multiusages avec une part limitée pour l'irrigation et importante pour l'hydroélectricité avec un transfert vers l'Orbiel.

La retenue de Massiot en rive gauche de l'Aude (1,3 Mm³ réalimentée par pompage ?) est partagée entre le secours de Carcassonne et l'irrigation de l'ASA de Carcassonne ouest (250 ha irrigués ?).

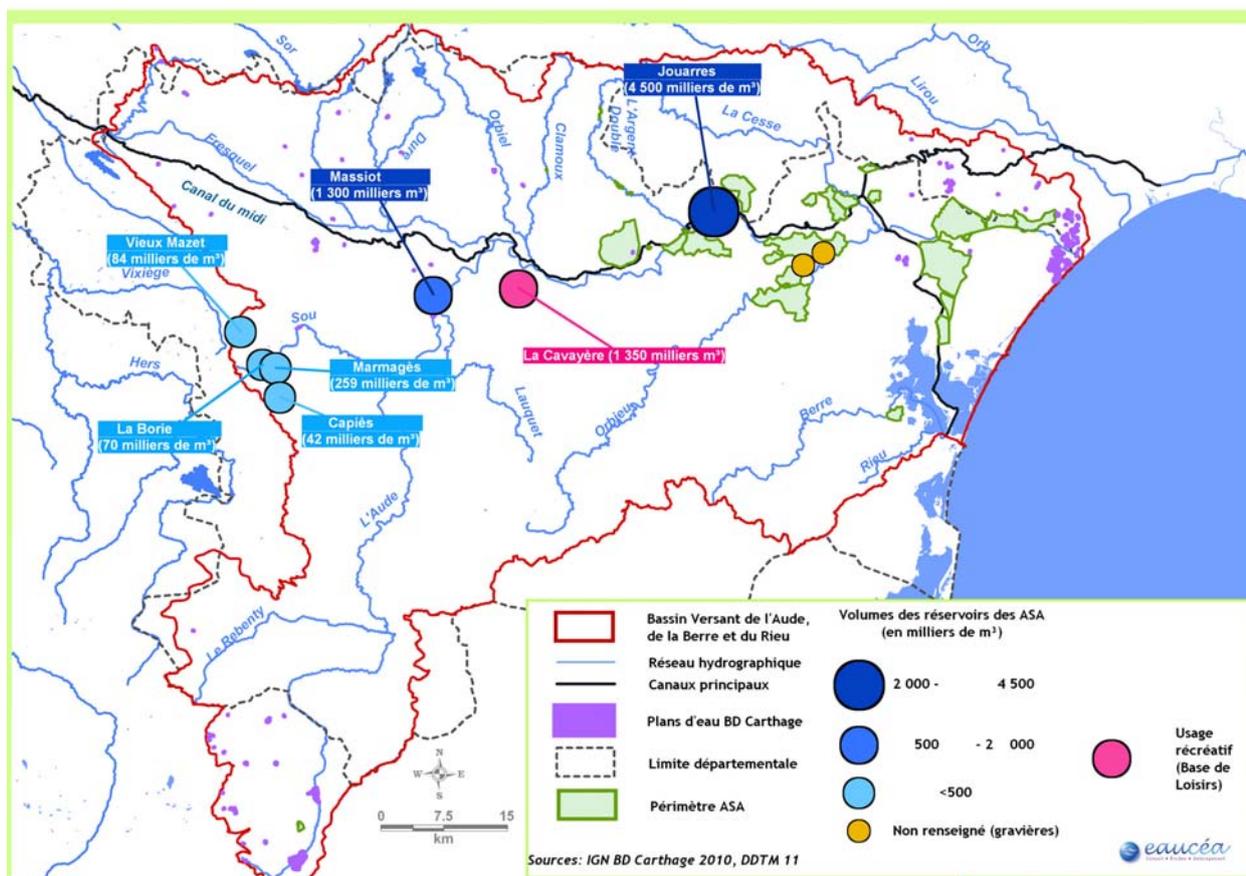
6.4.5 Autres réservoirs

Il existe sur le bassin plusieurs réservoirs d'eau douce dont le fonctionnement interfère avec la gestion hydraulique :

- Le lac de Jouarres, un réservoir endigué créé en 1979, inscrit dans le périmètre hydraulique de la concession régionale.
- Des grands barrages largement identifiés précédemment dans le bassin versant et hors bassin versant : Ganguise (réalimentation canal du midi et Fresquel), Montbel (adducteur Hers Lauragais), Cammaze, Orb.
- Des ouvrages collinaires recensés par la DDTM 11 au sein du bassin versant de l'Aude. Plusieurs Asa d'irrigation s'appuient sur des collinaires dans le bassin versant du Sou.
- Des gravières souvent en plaine ou terrasse alluviale identifiées par une analyse spécifique de la BD Carthage.

Le niveau d'information disponible sur ces ouvrages est variable mais semble globalement significatif avec :

- des données de volume utile pour les ouvrages artificiels et Jouarres
- des données surfaciques pour les gravières (polygone BD Carthage à préciser).



6.4.6 Projets

Le schéma départemental hydraulique du département de l'Aude de 1981 planifiait des aménagements dont celui de Laprade réalisé depuis. Une actualisation de 1995 réalisée par BRL présentait plusieurs projets dont certains non viables en raison du contexte géologique local.

Parmi les projets potentiels l'étude identifiait :

- Le barrage de Greffeil multi-usage (crue et étiage) sur le Lauquet (7,8 Mm³)
- Le barrage de Camplong sur l'Ognon à vocation agricole (1,9 Mm³)
- Le barrage de Montjoi sur l'Orbieu pour le soutien d'étiage (de 2 à 3,5 Mm³)
- Le barrage de Ribaute sur l'Orbieu (de 3,5 à 6,5 Mm³)
- L'étang de Fabre par dérivation de l'Orbieu (4 à 5 Mm³)
- La Réserve d'Ouveillan alimentée par le canal du midi (5 à 6 Mm³)
- La Rehausse de Puyvalador (+ 2,5 Mm³).

Nous les rappelons ici pour mémoire.

6.5 Les Grands transferts

En amont l'**adducteur Hers Lauragais** appuyé sur le réservoir de Montbel et la ressource de l'Hers vif (bassin versant de l'Ariège).

En aval, deux systèmes participent ou participeront majoritairement à l'unité de gestion « Aude aval et littoral ».

- **Le système Orb** : le barrage des Monts d'Orb, d'une capacité de 30 Mm³, permet l'irrigation des plaines du Biterrois et l'alimentation en eau potable de l'Hérault et du sud de l'Aude (via le pompage de Réals). Il est donc surtout associé à la question de l'eau potable de l'Aude aval mais aussi au périmètre irrigué de la Cesse.
- **Aquadomia** : cet ouvrage de transfert des eaux du Rhône est programmé avec des incidences directes sur l'Aude aval et littoral. Il n'a aujourd'hui pas encore d'incidence directe

Les capacités de mobilisation de la ressource Orb vers l'Aude, et du déploiement effectif et sécuritaire en aménageant d'eau du Rhône par les adducteurs Aqua Domitia des maillons situés entre Montpellier et la zone du Biterrois, sont dépendants des résultats de l'Etude Volume Prélevables portée par le SMVOL (porteur du SAGE Orb).

BRL semble pouvoir considérer une disponibilité importante dans le barrage d'Avène (env. 10hm³).

Pour l'Aude, Aqua Domitia est avant tout un ensemble d'ouvrages de sécurisation de l'alimentation en eau à partir des ressources existantes (interconnexions du Minervois et renforcement de l'adducteur alimentant le littoral audois).

6.6 Les usages agricoles

6.6.1 Distribution des surfaces concernées

La prise en compte des surfaces irriguées s'avère particulièrement complexe et constitue une variable dont il faudra améliorer la connaissance.

Pour les besoins de l'étude nous devons distinguer :

- Les cultures irriguées à partir d'une ressource extérieure au bassin versant (exemple adducteur Hers Lauragais et Orb - réseau BRL) et qui ne sont pas intégrés dans le calcul des incidences hydrologiques du bassin versant Aude. Ces prélèvements relèvent d'un autre secteur de fixation de volume prélevable.
- Les cultures irriguées par prélèvements directs individuels dans les cours d'eau et irriguées par aspersion ou goutte à gouttes. Le recensement de ces surfaces est encore réputé insuffisant. Elles sont estimées en 2012 à 603 ha dont 289 pour la SICA de l'est audois ; Nous attirons l'attention sur le fait que ces cultures peuvent être sécurisées par une réalimentation du cours d'eau. Cela n'empêche pas leur prise en compte tout comme est prise en compte la réalimentation.
- Les cultures irriguées au sein d'une ASA pour lesquelles nous distinguons:

- Un mode dominant par aspersion. Les surfaces prises en compte sont les surfaces déclarées irriguées en été dans le cadre de l'enquête. (cf. base de données ASA). La part irriguée des assolements distingue la vigne (culture qui domine de loin le parcellaire irrigué) des autres cultures. Pour ces dernières les proportions du RGA 2010 ont été conservées.
- Un mode dominant par irrigation gravitaire, sachant que ce mode est aussi lié à l'adduction des parcelles. Dans ce cas le réseau d'amenée d'eau est considéré comme potentiellement fuyard. Les surfaces contribuant à l'évaporation peuvent être significativement différentes des cultures dites irriguées ; le périmètre globale de l'ASA a été évalué sur la base de l'enquête complétée par une estimation sur carte IGN.

Les surfaces caractéristiques sont les suivantes au terme de l'enquête 2012. Une évolution de ces données est attendue d'une relance de l'opération par le SMMAR pour confirmation des valeurs mobilisées et compléments éventuels.

Source enquête Eaucéa	Données en ha		
Code ADDUCTION	Superficie périmètre ASA	Surface Irrigable	Superficie irriguée en été
Gravitaire (GR)	10 139	8 362	5 172
Sous pression (SP)	5 708	6 056	3 619
Inconnu		700	
Total	15 848	15 118	8 791

Si l'essentiel des surfaces irriguées par des ASA sont dépendantes directement du fleuve Aude, une part conséquente de ces prélèvements est appuyée sur le canal du midi et le canal de la Robine, sur le karst ou sur des affluents de l'Aude.

Ressource en eau	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable
LLADURE	GR	56	10	50
SOU COLLINAIRE	SP	208	46	210
ORBIEL	GR	1	4	4
ARGENT DOUBLE	SP	0	50	150
	GR	48	20	39
AUDE	SP	2074	1613	2836
	GR	3016	1340	2992
AUDE + COLLINAIRE (ASA Carcassonne ouest)	SP	275	0	275
AUDE + gravières	GR	2139	500	1200
BERRE	GR	222	0	150
CANAL DE LA ROBINE	GR	2782	2700	2700

Ressource en eau	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable
CANAL DU MIDI	GR	628	253	618
CANAL DE JONCTION	SP	1850	0	1700
CESSE	SP	854	360	560
	GR	60	0	60
KARST POUZOLS	SP	160	100	150
ORBIEU	SP	562	450	450
	GR	1603	700	964
Total général		16538	8146	15108

- Les autres prélèvements directs dans les rigoles de la Montagne Noire et de la plaine, le canal du midi et l'étang réalimenté de Jouarres ou le canal de la Robine hors ASA ne sont pas pris en compte car leur impact sur la ressource est mesuré via l'impact du vecteur alimentaire.

A noter que l'ASA D'IRRIG. DE LA RIVE GAUCHE DE L'AUDE pour la submersion hivernale pour la dessalure a sa prise d'eau (canal de Gaillousty) dans le canal de jonction ; cependant sa position aval de l'écluse fait que ce canal est en réalité alimenté par l'Aude (complexe de Moussoulens). Son débit réservé est de 10 m³/s ce qui interdit règlementairement toute dérivation en étiage. Ce canal est aussi desservi par le réseau BRL issu du bassin de l'Orb pour l'irrigation estivale (300 à 400 ha concerné). Un même secteur peut donc dépendre de ressources totalement indépendantes.

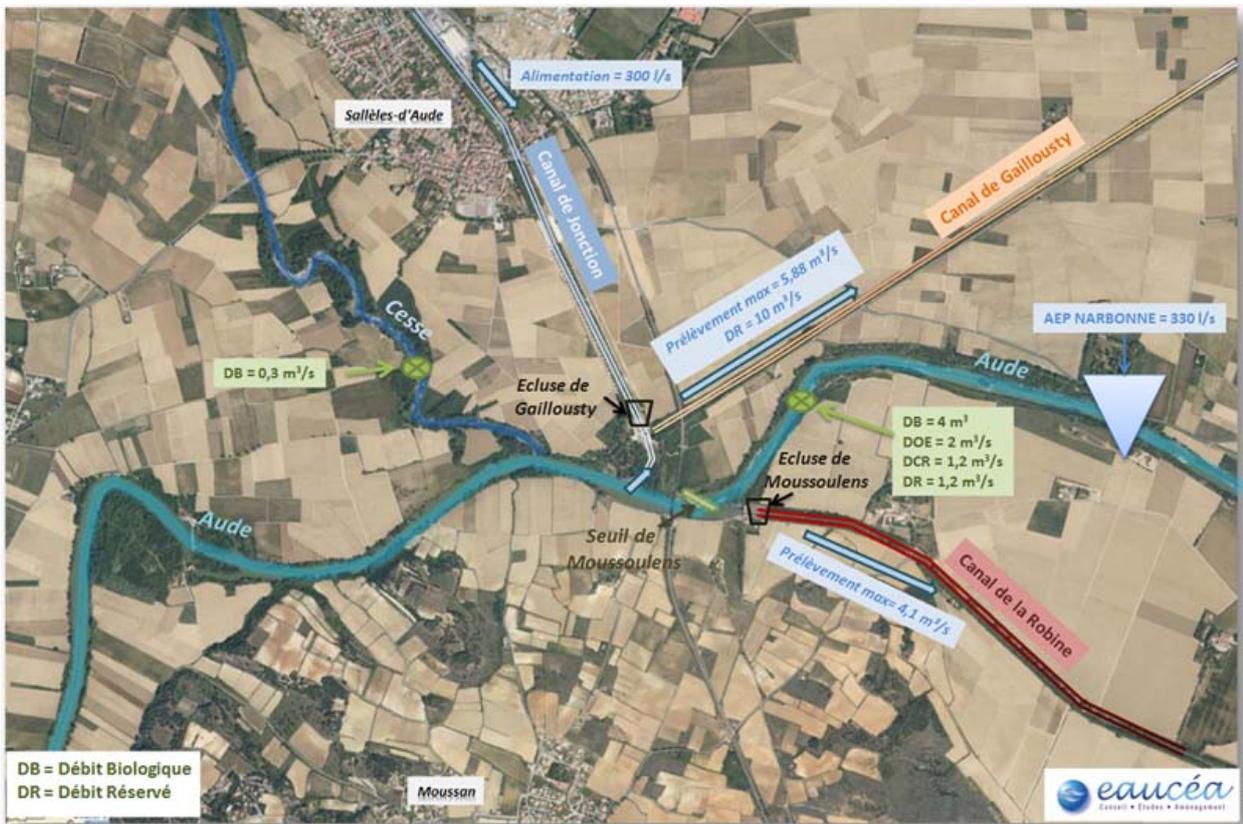


Figure 23 : le complexe hydraulique de Moussoulens

Dans la base de données du modèle, les prélèvements sont positionnés sur le bassin versant de façon à permettre des cumuls d'incidence de l'amont vers l'aval.

6.6.2 Les prélèvements bruts et nets (consommation)

Les volumes caractéristiques des prélèvements en 2010 seraient les suivants avec cependant une incertitude sur certaines ASA quant à un risque de double compte des mêmes volumes.

En 1000 m ³ /an (2010)	Alimentation d'un canal	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)	Usages exonérés	Total prélèvement sans double compte (canal ou usage aval)	
ASA	89 861	19 186	5 856	7 036	121 867	95%
BRL	-	-	3 260	-	3 260	3%
SICA	-	-	868	-	868	1%
AUTRE	-	-	803	-	803	1%
IIAHMN	-	31	72	-	103	> 0%
Total	89 861	19 216	10 860	7 036	126 902	100%

Tableau 4 : Volume des transferts d'eau destinée à l'irrigation par type d'opérateur

Pour chacun des points de prélèvements recensés nous distinguons l'origine de l'eau selon les règles précédentes ce qui permet dans une première phase de réduire le risque de double compte (exemple d'un prélèvement dans le canal du midi).

6.6.3 Cas des cultures irriguées par aspersion ou goutte à goutte

Pour estimer le besoin en eau des plantes les 4 unités de gestion sont décrites par des paramètres agroclimatiques :

- l'ETP mesuré à la station de Carcassonne
- la pluviométrie journalière mesurée de juin à septembre sur 3 stations pluviométriques

Ces paramètres sont combinés pour chaque UG comme suit ;

		UG1	UG2	UG3	UG4
Coefficient		AAM	FR	AME	AAVL
Pluviométrie	CARCASSONNE	1,0	0,0	0,5	0,0
	CASTELNAUDARY	0,0	1,0	0,0	0,0
	FERRALS-LES-CORBIERES	0,0	0,0	0,5	1,0
ETP	CARCASSONNE	0,9	1,0	1,0	1,0

Les profils saisonniers des coefficients culturaux sont issus d'une pondération par UG des cultures irriguées identifiées dans le RGA 2010. Pour la vigne une seule courbe a été exploitée.

Surfaces irriguées hors vigne d'après RGA 2010 (%)

Unités de gestion	UG1	UG2	UG3	UG4
Maïs	17%	52%	0%	0%
Sorgho	22%	5%	0%	0%
Tournesol	25%	4%	0%	0%
Soja	0%	5%	0%	0%
Protéagineux	0%	6%	0%	0%
Prairies	9%	1%	0%	19%
Maraîchage	23%	24%	22%	44%
Arboriculture	3%	2%	78%	37%

Dans le modèle agro climatique, les conditions moyennes permettant l'initialisation des calculs au 1 juin sont les suivantes :

RU max (mm)	90	
RFU (mm)	60	
RFU ini (%)	50%	Suppose un niveau moyen de saturation des sols. Ce paramètre calé en juin permet de converger avant le début des grandes demandes en eau
Qirrig (mm)	10	Ce paramètre plafonne la capacité technique d'apport en eau d'irrigation (ramené à une journée).

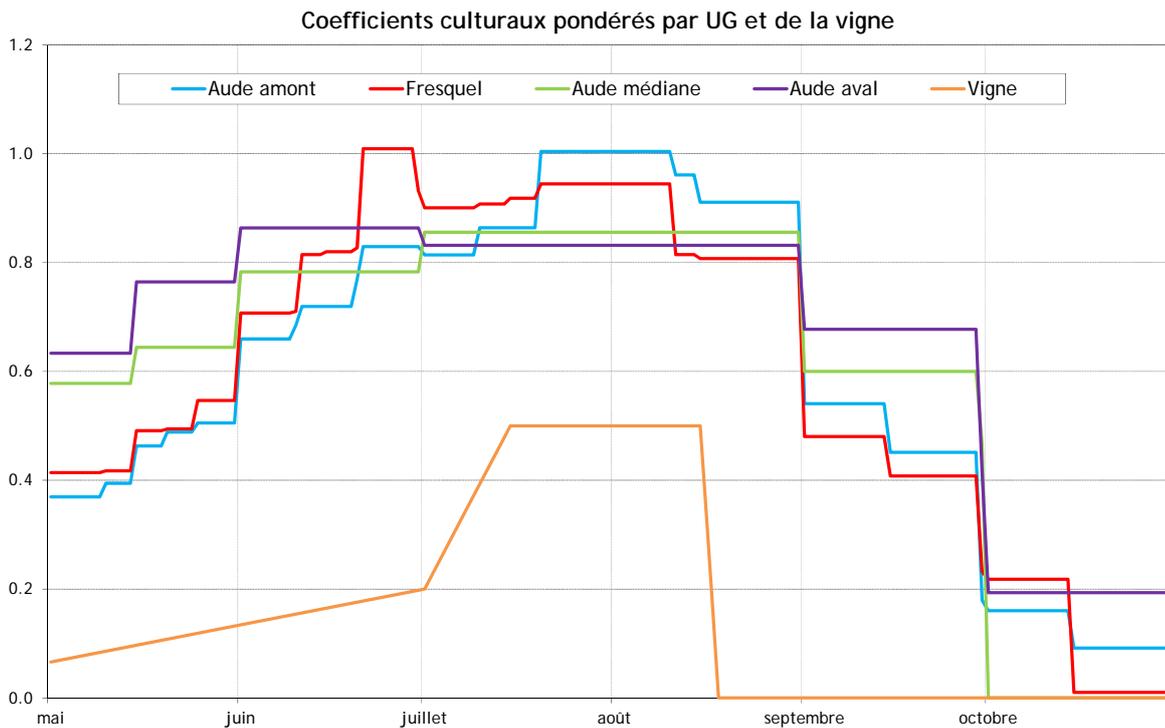


Figure 24 Les paramètres cultureux pris en compte dans les modèles

Ces profils cultureux sont appliqués pour décrire les consommations :

- Des prélèvements individuels
- Des ASA fonctionnant sous pression (modèle de type ASA d'Olonzac)

Les consommations unitaires (par hectare) sont donc calculées chaque jour de juin à septembre de la chronique de référence (1980/2011) puis sont cumulées au pas de temps mensuels. Elles distinguent donc la part d'irrigation en vigne de celle correspondant à d'autres cultures. En octobre, l'irrigation active est supposée interrompue.

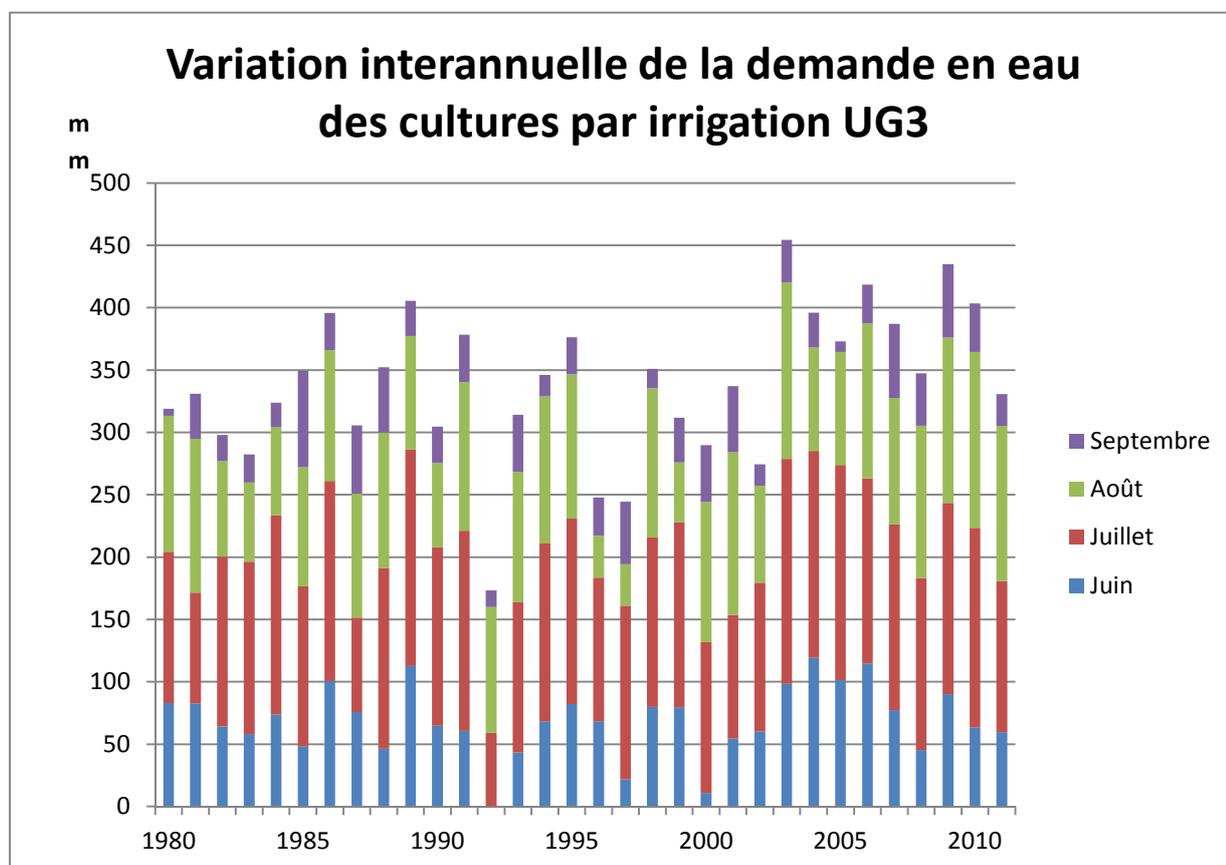
Tableau 5 Statistiques de la demande agronomique en eau des cultures irriguées en mm - période 1980/2011

VIGNE (UG1 à UG4 - Faible variabilité)					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	24.0	30.1	26.8	23.9	20.8
Juillet	74.2	84.9	81.8	75.3	67.0
Août	38.3	44.7	43.4	38.9	33.4
Septembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	136.5	150.9	148.8	136.1	123.8
UG1-Aude amont					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	46.6	79.8	68.2	45.2	26.1
Juillet	122.1	153.5	149.1	124.4	101.4
Août	95.1	127.4	124.1	104.1	71.1
Septembre	23.9	39.8	36.7	26.0	9.2
Total	287.7	361.8	337.9	285.7	249.4
UG2-Fresquel					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	69.0	107.8	91.1	70.9	43.1
Juillet	142.0	179.6	172.6	139.2	120.2
Août	89.6	127.7	116.0	93.9	66.4
Septembre	19.8	35.6	33.2	19.6	6.0
Total	320.5	408.0	367.9	306.0	273.2
UG3-Aude médiane					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	69.0	101.2	88.7	68.2	49.6
Juillet	136.5	165.4	160.0	141.0	120.8
Août	99.5	130.1	123.0	104.8	76.9
Septembre	34.2	54.7	49.2	31.0	19.9
Total	339.3	405.2	394.0	341.7	299.3
UG4-Aude aval					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	87.8	125.4	107.7	86.6	75.4
Juillet	138.5	166.3	158.1	143.9	128.9
Août	102.3	131.0	124.8	105.8	85.3
Septembre	42.0	70.2	59.1	38.4	27.4
Total	370.7	434.4	415.3	376.4	319.8

Les ordres de grandeurs des consommations sont donc compris en année médiane entre 140 mm (=1400 m³/ha) pour la vigne et 300 à 380 mm pour les autres cultures (maraichage, arboriculture, grandes cultures). Ces valeurs sont caractéristiques d'un climat méditerranéen sec. Cette

demande en eau théorique doit cependant être pondérée par les pratiques agricoles des irrigants qui ne couvrent pas forcément l'optimum agronomique des cultures. Ainsi, sur le bassin du Fresquel les consommations relevées par la SICA représente environ 200 mm soit 67 % de la demande agronomique médiane (286 mm). Cette situation qui prévaut souvent pour une population d'irrigant ayant des profils d'exploitation variable devra être intégrée dans les prévisions de consommation.

La variabilité interannuelle est moyennement importante et dépasse rarement plus de 100 mm entre une année sèche ou humide. Elle est encore moins marquée pour la vigne, culture qui se traduit donc par une relative constance de la demande. Une tendance à la hausse de la demande climatique annuelle s'observe cependant ces dernières années.



La consommation en eau estimée d'une culture gérée en aspersion ou en goutte à goutte ou d'une ASA alimentée par un réseau sous pression s'obtient par multiplication des consommations unitaires par le nombre d'hectares irrigués. L'exemple d'Olonzac montre la pertinence de cette approche au-delà d'une certaine surface cumulée qui lisse des comportements individuels des irrigants.

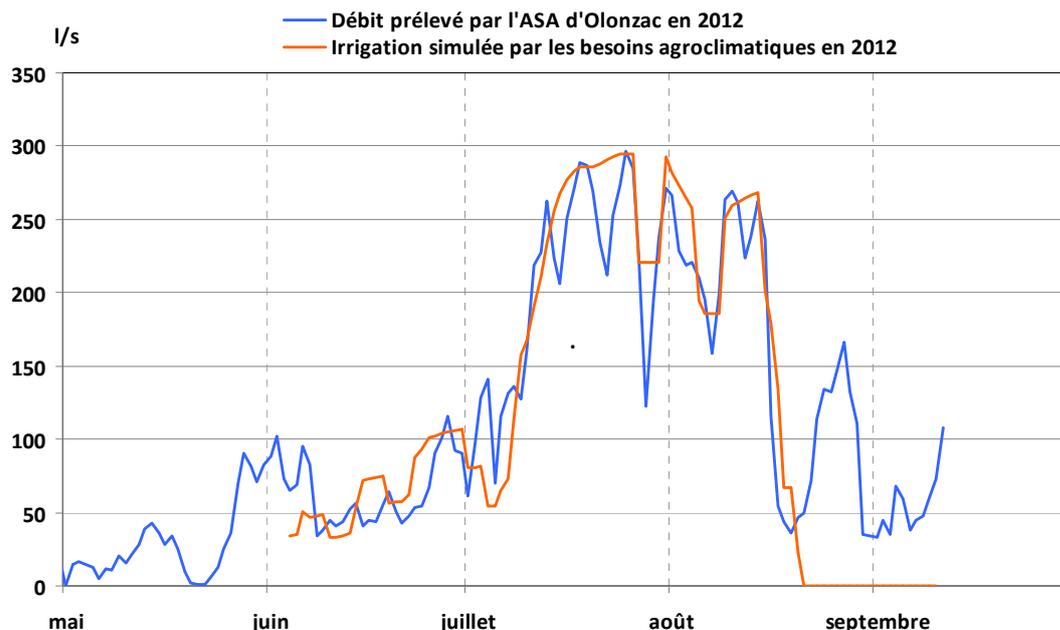


Figure 25 : Prélèvements mesurés et simulés de l'ASA d'Olonzac en 2012

6.6.4 Cas des réseaux gravitaires et de la submersion

Ces pratiques sont importantes sur le bassin et s'avère les plus complexes à décrire car :

- Une part est affectée aux cultures irriguées
- Une part conséquente des volumes prélevés peut être restituée directement (exemple de Marseille) soit dans le cas le plus fréquent via une percolation vers les nappes et une restitution plus ou moins diffuse au milieu.
- Une part est consommée passivement par la végétation riveraine du réseau de distribution ou la submersion des surfaces au sein du périmètre concerné par la distribution;

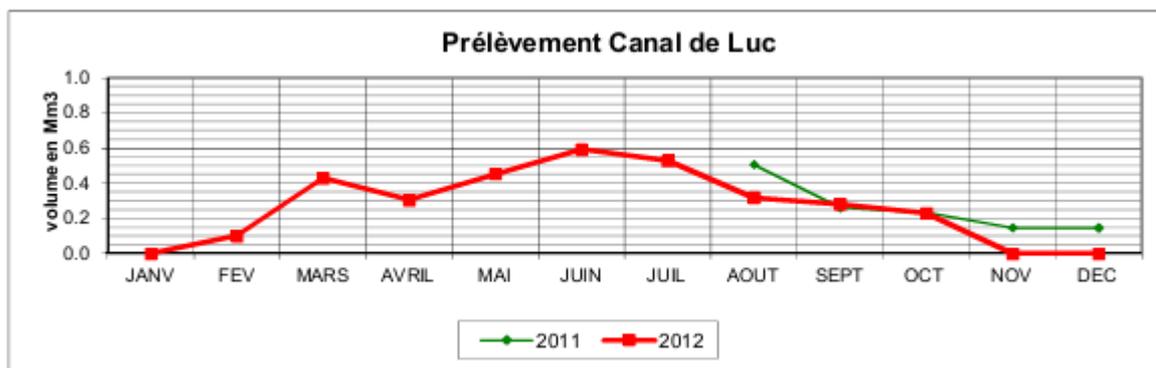
Dans le cadre de la naturalisation du modèle nous appliquons à chaque ASA pratiquant la distribution gravitaire une interprétation du niveau probable de consommation. Cette expertise au plus près de notre connaissance actuelle du système se traduit par la fixation d'une « surface évaporante équivalente ».

Cette surface, dans le cas de Marseille dont les sols sont peu profonds et le sous-sol imperméable, correspond à l'ensemble du périmètre de l'ASA. A cette surface « expertisée » est appliqué un calcul simple d'évapotranspiration sans prise en compte de la pluie. En effet, la pratique réelle (confortée par l'étude du cas de Marseille) montre une mise en charge des systèmes qui dans le mode gravitaire et de submersion est à forte inertie et sans régulation au jour le jour. L'incertitude apportée par cette hypothèse simplificatrice semble de deuxième ordre par rapport aux autres incertitudes (surface équivalente et pratique réelle des fontainiers). Sur Marseille système considéré comme saturé toute l'année, la consommation est effectivement de l'ordre de 26Mm³/an (valeur 2012) correspondant sensiblement à l'ETP annuelle (1170 mm) pour 2000 ha (ETR = ETP).

Le même type de calcul a été appliquée aux ASA d'alimentation de jardins : 6 ASA gèrent l'approvisionnement en eau de jardins familiaux : l'ASA des Jardins de la Veigne/ASA Rec des Horts de VILLENEUVE MINERVOIS, l'ASA des Jardins Familiaux de RIEUX MINERVOIS, l'ASA des Jardins de PEYRIAC MINERVOIS, l'ASA des Plaines et Salins de PUICHERIC-LA REDORTE. Les ASA de La Prade (CITOU) et de L'Affenal (MIREPEISSET) approvisionnent les jardins ouvriers en parallèle de l'alimentation en eau des parcelles agricoles.

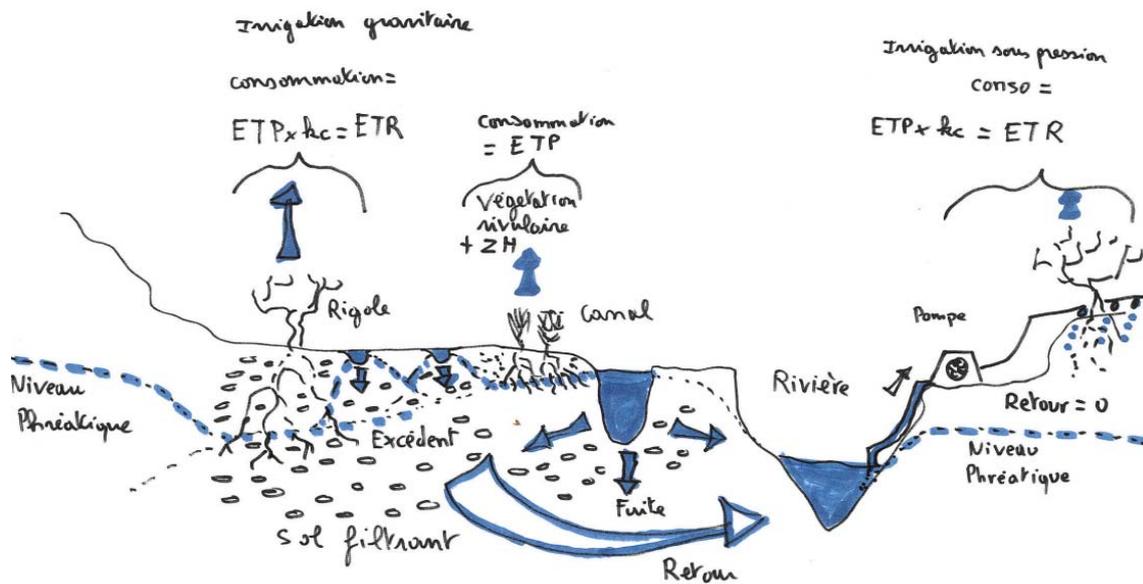
Evaporation (mm) des surfaces équivalentes « évaporantes »					
mm	MOY	Dec sec	Quinq sec	Médian	Quin Humide
Juin	168	190	178	170	154
Juillet	188	208	202	190	175
Août	160	178	171	160	148
Septembre	108	118	117	107	100
Octobre	60	67	65	60	54
Total	685	736	724	682	649

Dans le cas de beaucoup d'ASA comme Luc sur Orbieu, cette approximation s'avère trop maximaliste. Ceci peut s'expliquer par le caractère très filtrant du sous-sol qui favorise une circulation rapide vers le sous-sol à des niveaux non disponibles pour de nombreuses plantes hors vigne. La gestion optimisée peut même s'appuyer sur un décalage de phase entre prélèvement pour la recharge de la nappe et consommation des plantes. C'est notamment le cas de Luc-sur-Orbieu dont les prélèvements en 2012 ont débuté en mars et diminué fin juillet.



Source Syndicat Mixte du Canal de Luc (Janvier 2013)

Cette analyse systématique de l'occupation des sols des périmètres des ASA (Corin Land Cover et de la géologie nous permet de proposer une distribution entre surface affectée à une consommation de type vigne et des surfaces évaporantes équivalentes (exemple des jardins de Luc ou de l'ASA de Marseillette).



Une fois analysé l'ensemble des données disponibles concernant les modalités de gestion déclarées par les gestionnaires d'ASA et le contexte agroclimatique, une première estimation des consommations est posée. Le calibrage s'effectue par rapprochement avec les données déclarées à l'Agence de l'eau en 2010 qui vise essentiellement les prélèvements bruts. Une modification des surfaces « impliquées » dans les consommations d'eau est alors proposée. C'est cette donnée qui fonde les modèles de reconstitution des consommations d'eau du périmètre de l'ASA. Il a été vérifié que les retours s'effectuent en amont du point de contrôle hydrométrique. Sinon, dans le cas de Marseille et de la Robine, c'est le prélèvement mesuré qui est pris en compte.

Les valeurs retenues et leur distribution sont les suivantes (données 10 janvier 2013- cf.annexe 1) :

UG	Asa dominante sous pression		Asa dominante gravitaire			Volumes caractéristiques 2010 m ³	
	Surface équivalente prise en compte	dont vigne	Surface équivalente prise en compte	dont vigne	dont Surface équivalente évaporante	Volume consommé (simulation)	Volume prélevé annuel déclarés à Agence Eau
Aude amont	150	-	50	-	50	729 500	1 255 200
Aude aval et littoral	3	2	3 294	2 267	1 027	10 685 309	28 612 800
Aude médiane	2 050	1 787	4 103	1 982	2 121	22 328 657	91 999 100
Total général	2 203	1 790	7 505	4 249	3 256	33 743 466	121 867 100

Le différentiel entre volume prélevé et volume consommé est réputé retourner aux nappes et cours d'eau.

De plus, il convient de distinguer deux principaux types d'utilisation de l'eau indépendamment de la période estivale et qui ne sont pas pris en compte dans la modélisation mais devront être intégrés dans la définition ultérieure des volumes prélevables:

Les opérations hivernales, principalement pour la dessalure des sols, donc généralement hors contexte de tension sur la ressource. Toutefois, certaines ASA effectuent parfois une deuxième opération en été. 5800 ha environ sont submergés en hiver.

5 ASA sont concernées par cet usage : l'ASA de MARSEILLETTE, l'ASA d'Irrigation de la Rive Gauche de l'Aude, l'ASA de la Plaine de LESPIGNAN, l'ASA des Canaux de Raonels, l'ASA du Canal du Lac de SIGEAN.

L'ASA d'Arrosage, d'Aménagement et de Défense de SALLES d'AUDE utilise l'eau en mars-avril pour la protection antigel de ses vignes, tout comme l'ASA de MARSEILLETTE.

Les submersions permettent également de lutter contre le phylloxera pour les vignes plantées « franc de pied » (sans porte greffe) (cas de certaines vignes de l'ASA de Marseillette).

Evolution des surfaces irriguées :

Après de récents arrachages de vignes, la surface irriguée est actuellement stable (voir en augmentation) pour la plupart des ASA. En effet, de nouvelles parcelles jusqu'alors non irriguées sont équipées en goutte à goutte au fur et à mesure du renouvellement des vignes et à la faveur de Plan Végétal pour l'Environnement (PVE). Les PVE sont également mobilisés pour moderniser les réseaux existants (ex de l'ASA d'OLONZAC qui équipe ainsi 200 ha/an en goutte à goutte).

Néanmoins pour reconstituer l'historique des consommations nous proposons par défaut de connaissance précise des prélèvements anciens de retenir les principes suivants :

- Pour les ASA, nous considérons que la pression de consommation est restée constante sur toute la période. Cette approximation est nécessaire car nous n'avons pas connaissance des évolutions internes des surfaces équipées, des améliorations ou dégradations des réseaux de distribution, des changements de pratiques.
- Pour les autres prélèvements, nous prenons comme référence la situation expertisée en 2012 et que l'on fait rétro-évoluer en suivant les tendances générales à la hausse ou à la baisse des RGA 1979/1988/2000/2010 sur chacun des sous-secteurs.

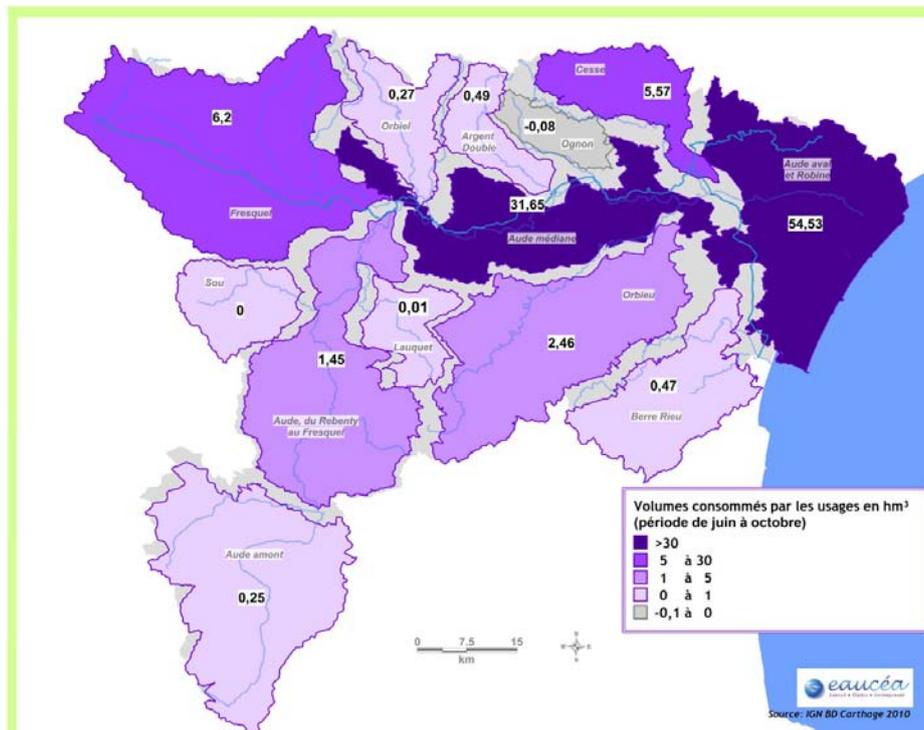
6.7 Bilan des prélèvements nets avant soutien d'étiage: 103,3 Mm³ de juin à octobre

En bilan de bassin, les résultats sont présentés globalement comme suit :

Volume consommé net en hm ³								
	indicateur	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Eté	en %
Total bassin	irrigation (hors Robine)	5,60	8,89	6,20	2,79	1,45	24,93	24%
	AEP	0,86	0,99	0,99	0,88	0,73	4,45	4%
	Industrie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0%
	Ouvrages VNF	5,17	5,23	5,10	4,34	4,82	24,67	23%
	Robine et usage associés	10,75	11,78	10,17	9,70	9,10	51,50	49%
	Total	22,39	26,91	22,48	17,72	16,11	105,62	100%
	restitution Puichéric	-0,46	-0,48	-0,48	-0,46	-0,48	-2,35	
	Bilan conso bassin	21,93	26,43	22,01	17,26	15,64	103,27	

Tableau 6 : Volume consommé net du bassin versant

La distribution géographique de ces prélèvements nets avant compensation par des lâchers de barrage est présentée dans le tableau et la carte ci-dessous.



Carte 1 Distribution des 103,3 Mm³ de prélèvements « nets » par sous bassins

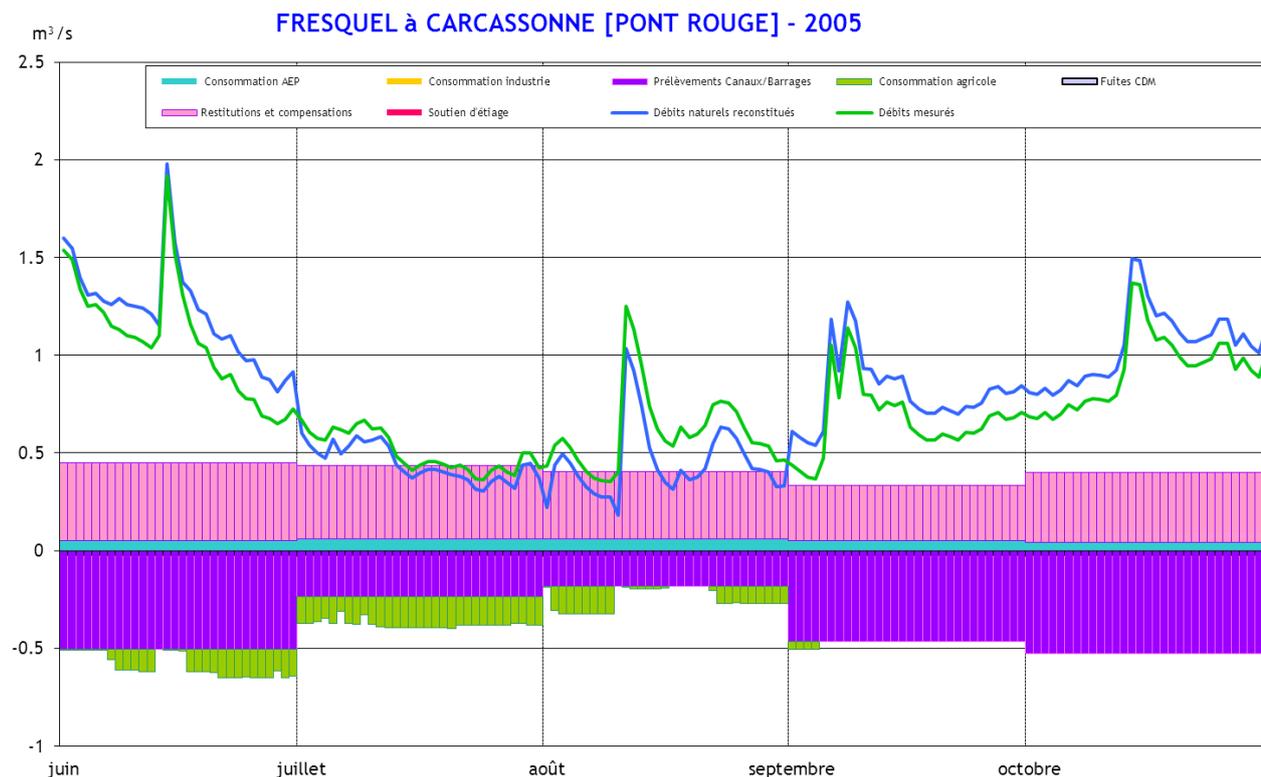
Unité de gestion	indicateur	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Total
Aude amont	irrigation	0,09	0,10	0,09	0,06	0,03	0,37
	Aep	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02	-0,13
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,07	0,07	0,06	0,04	0,01	0,25
Sou	irrigation	0,023	0,039	0,033	0,010	0,000	0,10
	Aep	-0,020	-0,023	-0,023	-0,021	-0,017	-0,10
	Industrie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	Ouvrages	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	Total	0,00	0,02	0,01	-0,01	-0,02	0,00
Lauquet	irrigation	0,005	0,010	0,007	0,002	0,000	0,02
	Aep	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,02
	Industrie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	Ouvrages	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	Total	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Aude entre Belvianes et Carcassonne	irrigation	0,14	0,23	0,16	0,05	0,00	0,58
	Aep	0,16	0,19	0,19	0,17	0,14	0,85
	Industrie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,31	0,43	0,35	0,22	0,14	1,45
Fresquel	irrigation	0,20	0,39	0,25	0,07	0,00	0,91
	Aep	-0,14	-0,16	-0,16	-0,14	-0,12	-0,73
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
	Ouvrages VNF	2,21	1,34	0,64	0,61	1,20	6,00
	Total	2,27	1,57	0,73	0,54	1,08	6,20
Orbiel	irrigation	0,02	0,04	0,02	0,01	0,00	0,09
	Aep	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,18
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,06	0,08	0,06	0,04	0,03	0,27
Argent Double	irrigation	0,05	0,08	0,06	0,03	0,02	0,23
	Aep	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,26
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,10	0,13	0,11	0,08	0,06	0,49
Ognon	irrigation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Aep	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,08
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,08
Orbieu	irrigation	0,35	0,74	0,45	0,12	0,06	1,71
	Aep	0,14	0,17	0,17	0,15	0,12	0,75
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,49	0,90	0,62	0,26	0,18	2,46
Cesse	irrigation	0,09	0,24	0,14	0,02	0,01	0,50
	Aep	0,21	0,25	0,25	0,22	0,18	1,11
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages VNF	0,78	0,80	0,80	0,78	0,80	3,97
	Total	1,09	1,29	1,19	1,02	0,99	5,57
Aude médiane	irrigation	4,29	6,24	4,56	2,35	1,29	18,71
	Aep	0,11	0,13	0,13	0,11	0,09	0,58
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ouvrages VNF	2,19	3,09	3,66	2,95	2,82	14,70
	Restitution Puicheric	-0,46	-0,48	-0,48	-0,46	-0,48	-2,35
	Total	6,12	8,98	7,87	4,95	3,73	31,65
Aude aval et Robine	irrigation (hors Robine)	0,23	0,61	0,32	0,05	0,03	1,24
	Aep	0,34	0,39	0,40	0,35	0,29	1,78
	Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	Ouvrages VNF hors Robine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Robine et usage associé	10,75	11,78	10,17	9,70	9,10	51,50
	Total	11,33	12,79	10,89	10,10	9,42	54,53
Berre et Rieu	irrigation	0,102	0,185	0,122	0,038	0,016	0,46
	Aep	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01
	Industrie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	Total	0,10	0,19	0,12	0,04	0,02	0,47

Tableau 7 : Distribution des bilans « net » par usage et par sous bassins

7 ESTIMATION RAISONNEE DE LA RESSOURCE NATURELLE : LES DEBITS DE REFERENCE NATURELLE A L'ETIAGE

7.1 Illustration des produits du Modèle d'impact

Le graphe ci-dessous illustre les étapes du calcul avec l'exemple de l'année 2009 à Marseillette (juin à octobre). Sont représentés les débits journaliers mesurés et naturels reconstitués, ainsi que les consommations (en négatif) et les apports de soutien d'étiage (en positif).



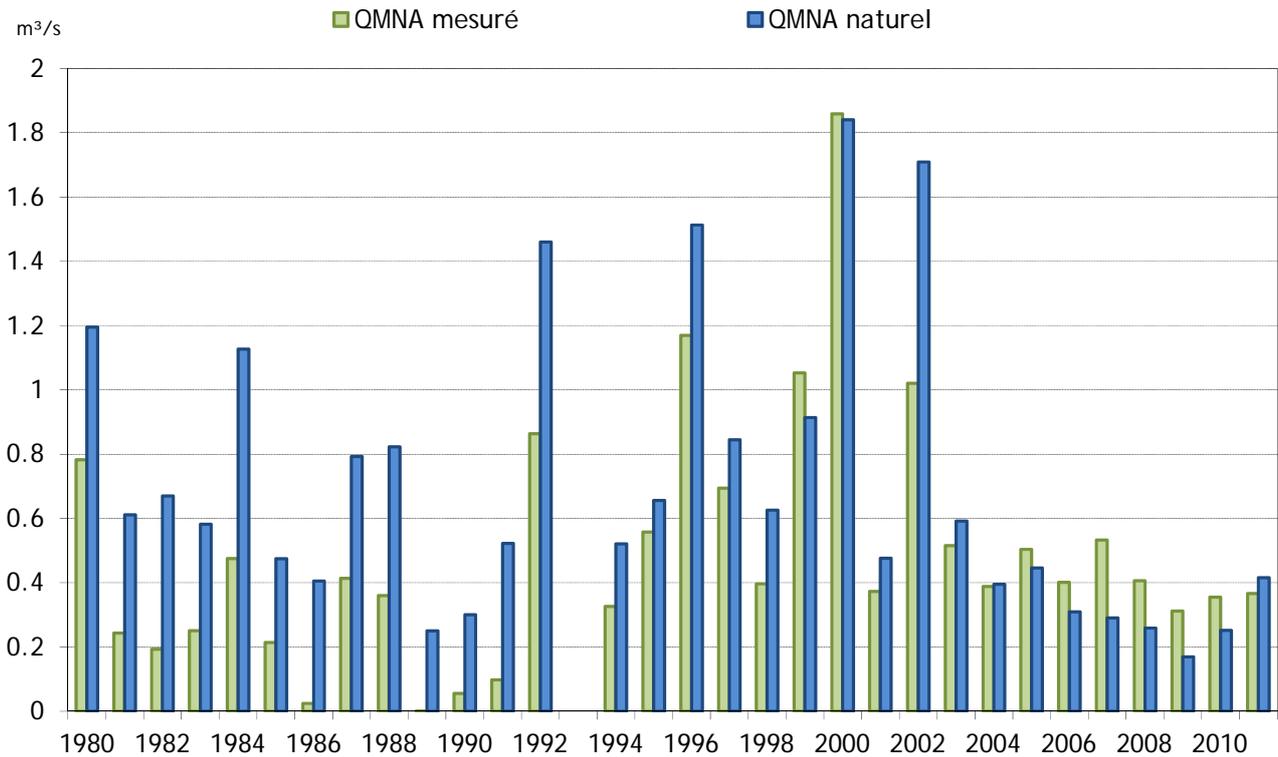
Les résultats sont restitués au pas de temps mensuel qui correspond le mieux au niveau de précision des données d'entrée du modèle.

Les hypothèses stabilisées concernant les influences des usages constituent donc un point important de l'analyse et du calcul. Il est rappelé qu'en chaque point d'observation, c'est l'ensemble des influences amont qui sont prises en compte et que ces influences ont varié dans le temps à la fois année après année mais aussi au sein de chaque étiage (variation climatique).

Des tableaux de résultat présentent donc pour chaque station d'analyse, l'ensemble des influences hydrologiques prises en compte : cumul des apports artificiels et des consommations.

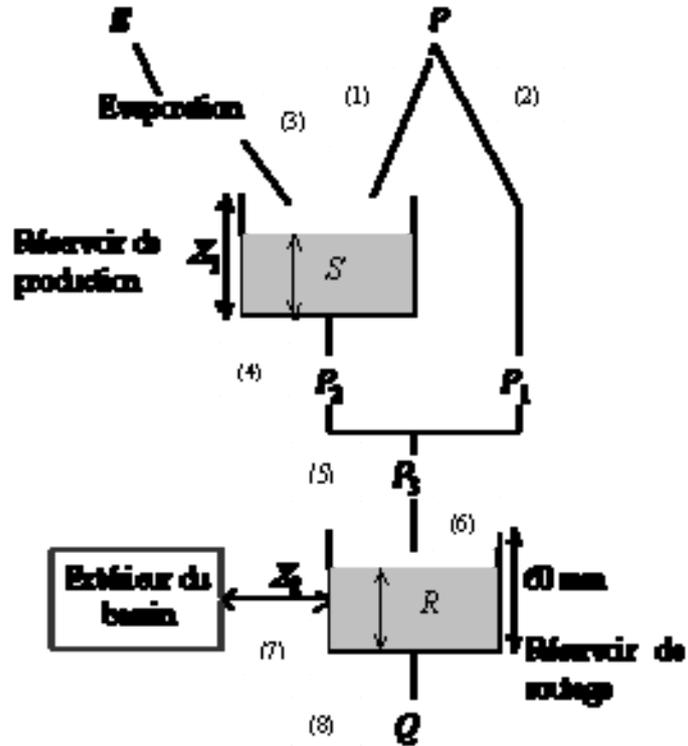
En confrontant ces données aux mesures de débits le modèle produit donc une chronique équivalente de débits naturalisés. C'est cette chronique pluriannuelle qui est exploitée pour générer des statistiques de QMNA et donc une estimation des quantiles caractéristiques. Dans l'exemple ci-dessous les débits sont influencés par le soutien d'étiage et les prélèvements.

FRESQUEL à CARCASSONNE [PONT ROUGE]

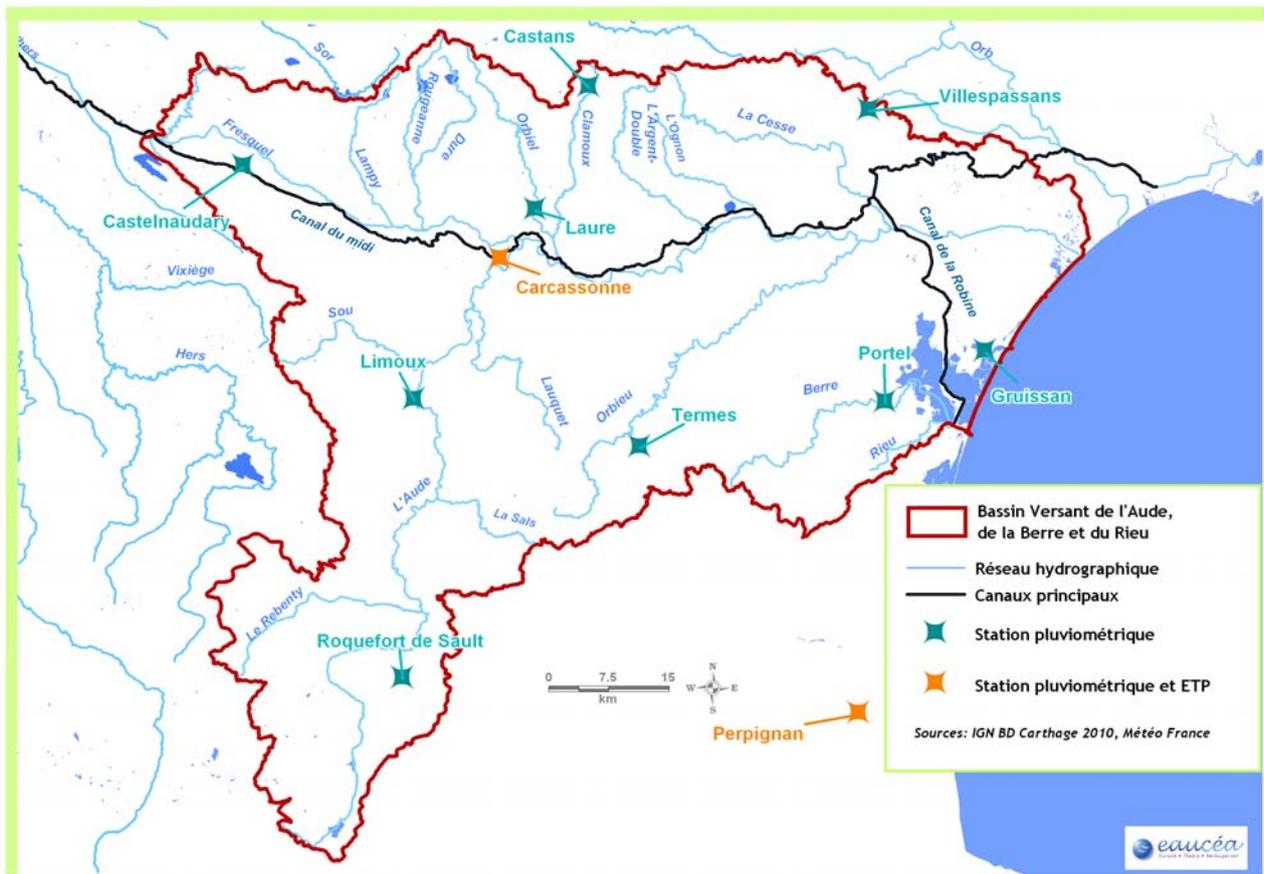


7.2 Modélisation pluie débit pour compenser l'insuffisance des mesures

Dans certains cas, la **qualité des données hydrométriques** ou **l'absence de suivi sur une longue période ne permettent pas de produire des chroniques fiables suffisamment longues**. Afin de pallier à ces deux problèmes, une modélisation pluie-débit a donc été établie sur la base du modèle GR2M du Cemagref (actuel IRSTEA). Le graphique ci-dessous représente le principe de fonctionnement de GR2M



Les stations pluviométriques et de données ETP retenues sont les suivantes :



Les modèles permettent des extrapolations sur des périodes sans données hydrométriques mais nécessitent cependant un calage des paramètres X1 et X2 de GR2M.

Le modèle reproduisant des mécanismes naturels, ce calage doit cependant s'appuyer sur des chroniques naturalisées annuelles sur quelques années. Pour cela nous nous appuyons sur le modèle d'impact précédent.

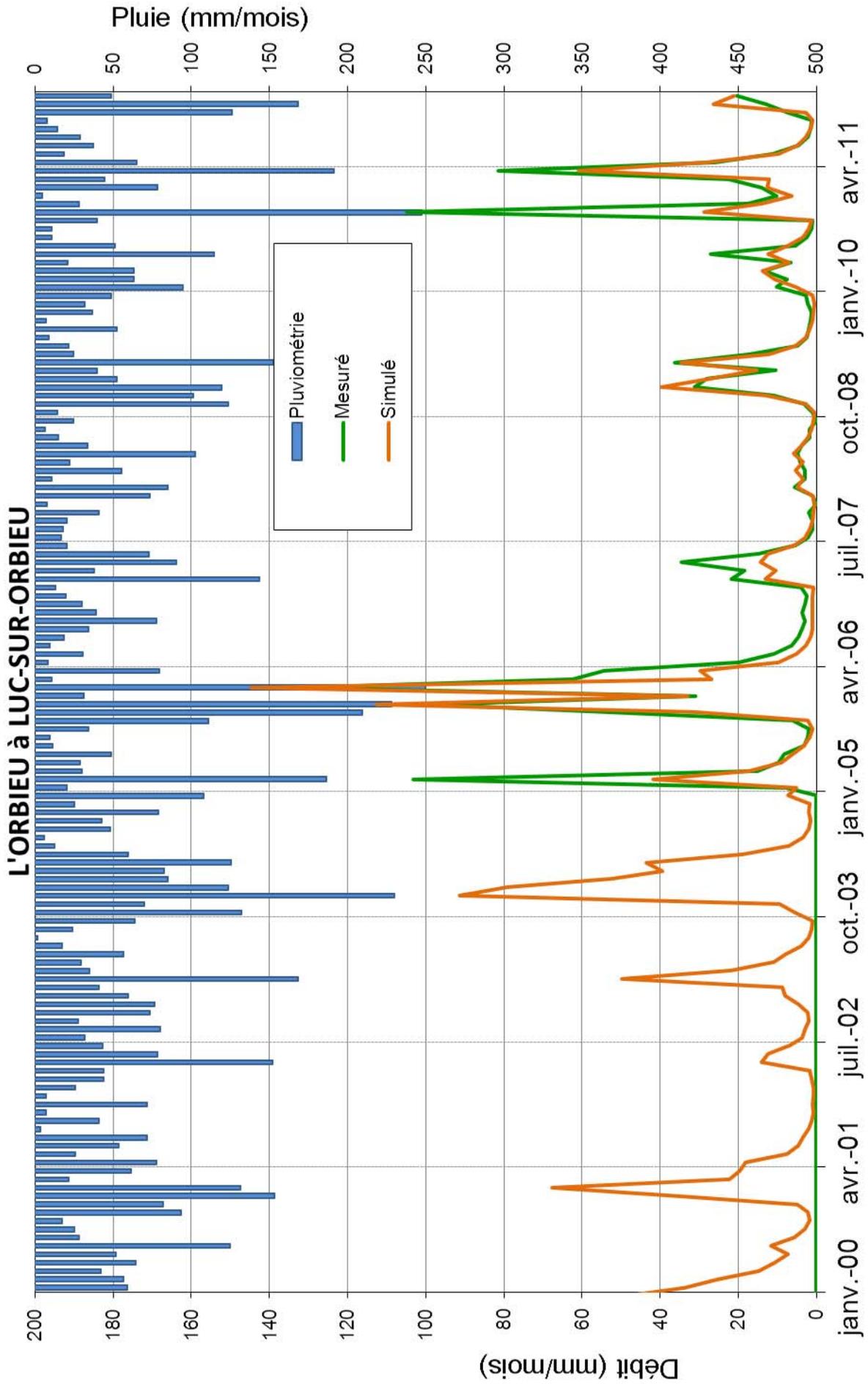
Les simulations ont été effectuées sur 31 années, de 1980 à 2011.

Dans le but de calculer des débits caractéristiques d'étiage, le calage du modèle GR2M a été effectué afin de simuler le plus précisément possible les débits d'étiage.

Les résultats complets obtenus sont présentés en annexe.

Le graphique ci-dessous représente les résultats du modèle GR2M pour l'Orbieu à Luc-sur-Orbieu indiquant les débits "mesurés" calculés par le modèle d'impact, les débits simulés avec GR2M et la pluviométrie calculée à partir d'une combinaison des précipitations mesurées aux stations de Termes et de Ferrals-les-Corbières.

Le calage des paramètres X1 et X2 a été obtenu sur les années allant de 2008 à 2011, les débits simulés obtenus permettent de compléter les données sur les périodes sans mesures.



7.3 Présentation des résultats

7.3.1 Synthèse bassin

Le tableau suivant synthétise les QMNA obtenus en fonction des deux méthodes de naturalisation des débits ainsi que pour les débits mesurés. Plus précisément :

- QMNA mesuré : statistiques issues directement des chroniques de débits mesurés.
- QMNA reconstitué par démodulation : statistiques issues des chroniques de débits calculés à l'aide du modèle d'impact.
- QMNA nat. P-Q : statistiques issues des chroniques de débits calculés à l'aide du modèle pluie-débit GR2M, en complément du modèle d'impact.

Plusieurs calages ont été nécessaires avec les incertitudes inhérentes à ces approches.

La période enveloppe des données est 1980-2011 compris. La plupart des stations de mesures ne disposent pas de données fiables sur l'intégralité de cette séquence, ce qui peut fortement peser sur la statistique. Lorsqu'une valeur mensuelle n'est pas disponible dans la chronique l'année considérée n'est pas retenue dans l'analyse statistique. Pour le Fresquel, l'absence de données mesurées sur les restitutions de Laprade avant 1997 a été neutralisée en considérant une transparence estivale de l'ouvrage avant cette date. Cette hypothèse a permis d'élargir la chronique et la période d'analyse statistique.

Remarque importante : les étiages naturels sont majoritairement observés en septembre.

On constate que les écarts peuvent être très significatifs selon la méthode de naturalisation des débits. Plusieurs éléments peuvent être à l'origine de ces écarts :

- Le calcul statistique n'est pas réalisé sur la même période (trous dans les chroniques de mesure).
- Certaines mesures du passé ne sont **pas fiables à l'étiage**.
- Le modèle pluie-débit retranscrit mal l'hydrologie naturelle.

Il est proposé de diagnostiquer au cas par cas le choix de la méthode de naturalisation des débits en fonction de la robustesse des résultats.

7.3.2 Le Rébenty

Les mesures sur le Rébenty ont été jugées fiables à l'étiage (étude Stucky). La période de mesure est suffisante et on ne note pas de prélèvements impactant sur le bassin. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
REBENTY	SAINT-MARTIN-LYS	0.362	0.363	0.288	0.289	Démodulé

7.3.3 La Salz

Les mesures sur la Salz ont été jugées fiables à l'étiage (étude Stucky). La période de mesure est suffisante et on ne note pas de prélèvements impactant sur le bassin. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
SALZ	CASSAIGNES	0.228	0.226	0.161	0.161	Démodulé

7.3.4 Le Sou

Les mesures sur le Sou ne sont pas jugées fiables à l'étiage, le site de mesure n'étant pas adapté à la mesure des faibles débits. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
SOU	SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	0.019	0.013	0.009	0.008	Pluie-débit

7.3.5 Le Lauquet

Les mesures sur le Lauquet à Greffeil sont jugées fiables à l'étiage. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus. A noter qu'en amont de la station, aucun usage n'influence les débits.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
LAUQUET	GREFFEIL	0.026	0.026	0.015	0.015	Démodulé

Les mesures sur le Lauquet à Saint Hilaire ne sont pas jugées fiables à l'étiage, le site de mesure n'étant pas adapté à la mesure des faibles débits. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
LAUQUET	SAINT-HILAIRE [LE PECH]	0.009	0.011	0.006	0.006	Pluie-débit

7.3.6 Le Lampy

Les mesures sur le Lampy ont été jugées fiables à l'étiage. La période de mesure est suffisante. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
LAMPY	RAISSAC-SUR-LAMPY	0.069	0.081	0.050	0.054	Démodulé

7.3.7 La Rougeanne

Les mesures sur la Rougeanne ont été jugées fiables à l'étiage. La période de mesure est suffisante. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
ROUGEANNE	MOUSSOULENS	0.177	0.236	0.081	0.126	Démodulé

7.3.8 Le Fresquel

Villepinte

Les mesures sur le Fresquel à Villepinte ont été jugées fiables à l'étiage. La période de mesure est suffisante. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
FRESQUEL	VILLEPINTE	0.073	0.080	0.028	0.024	Démodulé

Carcassonne

Les mesures sur le Fresquel à Carcassonne ont été jugées fiables à l'étiage. La période de mesure est suffisante. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
FRESQUEL	CARCASSONNE [PONT ROUGE]	0.396	0.582	0.244	0.310	Démodulé

Notons l'impact très sensible de l'arrêt des dérivations de Pont Rouge au début des années 920.

7.3.9 L'Orbiel

Les mesures sur l'Orbiel ont été jugées fiables à l'étiage (étude Stucky). La période de mesure est suffisante. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
ORBIEL	BOUILHONNAC [VILLEDUBERT]	0.163	0.111	0.102	0.043	Démodulé

7.3.10 L'Argent Double

Les mesures sur l'Argent Double ne sont pas jugées fiables à l'étiage, le site de mesure n'étant pas adapté à la mesure des très faibles débits. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
ARGENT DOUBLE	LA REDORTE [LES SALICES]	0.042	0.061	0.026	0.040	Pluie-débit

7.3.11 L'Ognon

Les mesures sur l'Ognon ne sont pas jugées fiables à l'étiage. Toutefois, la statistique issue du modèle pluie débit s'écarte fortement de la mesure. Au vu des chroniques mesurées, il semblerait que l'Ognon s'assèche régulièrement. Le modèle d'impact est donc retenu pour le calcul des valeurs statistiques.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
OGNON	PEPIEUX	0.011	0.004	0.007	0.000	Démodulé

7.3.12 L'Orbieu

Les mesures sur L'Orbieu ne sont pas jugées fiables à l'étiage, le site de mesure n'étant pas adapté à la mesure des faibles débits. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
ORBIEU	LUC-SUR-ORBIEU	0.258	0.247	0.104	0.188	Pluie-débit

A Luc sur Orbieu, les influences prises en compte sont celles de l'ASA de LUC à partir de consommations reconstituées. L'hypothèse d'une équivalence entre cette consommation et le volume dérivé en été par le canal est confirmé sur la période récente (données ASA) avec un débit de l'ordre de 300 l/s sur juillet à mi-août. Les QMNA sont observés en septembre (période post prélèvement).

7.3.13 La Cesse

Les mesures sur la Cesse ne sont pas jugées fiables à l'étiage, le site de mesure n'étant pas adapté à la mesure des faibles débits. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
CESSE	MIREPEISSET	0.408	0.590	0.282	0.553	Pluie-débit

7.3.14 La Berre

Les mesures sur la Berre ne sont pas jugées fiables à l'étiage pour les vieilles années, de plus on note une absence de données importante. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
BERRE	VILLESEQUE-DES-CORBIERES [RIPAUD]	0.030	0.041	0.022	0.030	Pluie-débit

7.3.15 L'Aude

Belvianes et Cavirac

Les débits de l'Aude à Belvianes ne sont pas jugés fiables pour les années antérieures à 2006. Les résultats du modèle pluie-débit sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
AUDE	BELVIANES-ET-CAVIRAC	4.350	4.250	3.710	3.380	Pluie-débit

Carcassonne (Pont Neuf)

Les débits de l'Aude à Carcassonne sont jugés fiables à l'étiage. Les résultats du modèle d'impact sont donc retenus.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
AUDE	CARCASSONNE [PONT NEUF]	5.05	4.98	3.73	3.5	Démodulé

La simulation pluie-débit de Carcassonne jusqu'à l'aval ne donne pas de résultats suffisamment satisfaisants pour être retenus dans l'analyse. A défaut les résultats du modèle d'impact seront exploités.

Pour rappel et pour les stations aval de l'Aude, Moussan et Coursan aucune des deux n'est suffisamment fiable à l'étiage ou disponible sur une longue période pour sortir des valeurs statistiques significatives. Une reconstitution du débit est donc nécessaire avec comme objectif la fixation de référence naturelle exploitable pour le calcul des volumes prélevables. La formule de reconstitution s'appuie donc sur les référentiels naturels précédents.

$Q_{nat} \text{ Moussan} = (Q \text{ démodulé (Marseillette + Ognon)} + GR2M \text{ (Argent double + Cesse + Orbieu)}) \times 1,14 ;$

Le bassin versant complémentaire non mesuré couvre 713 km² de plaine littorale qui représente 17% du bassin versant à Moussan. Les apports en étiage de chaque km² de bassin versant étant significativement plus importants en montagne que ceux de plaine, nous avons atténué ces apports en estimant qu'il représente 14% de plus que ceux observé en amont, d'où le coefficient multiplicateur de 1,14.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
AUDE	MARSEILLETTE	2.08	5.39	1.3	4.24	Démodulé
AUDE	MOUSSAN [MOUSSOULENS - ECLUSE]	5.76		4.02		
AUDE	MOUSSAN FICTIF		7.36		5.87	Cumul Stations amont

7.4 Synthèse des valeurs statistiques retenues

Le tableau suivant regroupe les valeurs de QMNA retenues pour chaque station.

Cours d'eau	Nom	QMNA2 mesuré	QMNA2 naturel	QMNA5 mesuré	QMNA5 naturel	Méthode
REBENTY	SAINT-MARTIN-LYS	0.362	0.363	0.288	0.289	Démodulé
AUDE	BELVIANES-ET-CAVIRAC	4.35	4.25	3.71	3.38	Pluie-débit
SALZ	CASSAINES	0.228	0.226	0.161	0.161	Démodulé
SOU	SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	0.019	0.013	0.009	0.008	Pluie-débit
LAUQUET	GREFFEIL	0.026	0.026	0.015	0.015	Démodulé
LAUQUET	SAINT-HILAIRE [LE PECH]	0.009	0.011	0.006	0.006	Pluie-débit
AUDE	CARCASSONNE [PONT NEUF]	5.05	4.98	3.73	3.5	Démodulé
FRESQUEL	VILLEPINTE	0.073	0.080	0.028	0.024	Démodulé
LAMPY	RAISSAC-SUR-LAMPY	0.069	0.081	0.050	0.054	Démodulé
ROUGEANNE	MOUSSOULENS	0.177	0.236	0.081	0.126	Démodulé
FRESQUEL	CARCASSONNE [PONT ROUGE]	0.396	0.582	0.244	0.31	Démodulé
ORBIEL	BOUILHONNAC [VILLEDUBERT]	0.163	0.111	0.102	0.043	Démodulé
AUDE	MARSEILLETTE	2.08	5.39	1.3	4.24	Démodulé
ARGENT DOUBLE	LA REDORTE [LES SALICES]	0.042	0.061	0.026	0.040	Pluie-débit
OGNON	PEPIEUX	0.011	0.004	0.007	0.000	Démodulé
ORBIEU	LUC-SUR-ORBIEU	0.258	0.247	0.104	0.188	Pluie-débit
CESSE	MIREPEISSET	0.408	0.59	0.282	0.553	Pluie-débit
AUDE	MOUSSAN [MOUSSOULENS - ECLUSE]	5.76		4.02		
AUDE	MOUSSAN FICTIF		7.36		5.87	Cumul Stations amont
BERRE	VILLESEQUE-DES-CORBIERES [RIPAUD]	0.030	0.041	0.022	0.030	Pluie-débit

Figure 26 : les QMNA5 du bassin versant de l'Aude-Berre Rieux

Le tableau suivant permet d'établir pour chaque sous bassin versant le niveau d'information concernant les **débits naturels d'étiage sec de fréquence quinquennale**. Les valeurs mensuelles permettent de distribuer sur les 5 mois d'étiage les plus sensibles, la situation sèche de référence. Le QMNA 5 annuel est logiquement inférieure ou égale à la plus faible des valeurs mensuelles.

Unité de Gestion	Sous bassin	Superficie Sous bassin km ²	Points de gestion				QMNS m ³ /s					QMNA5 m ³ /s
			Code station	nom station	Superficie contrôlée par la station (recalcul Eaucéa)	% du sous bassin versant contrôlé	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Année
Aude amont (AAM)	Haute vallée de l'Aude	472	Y1112010	L'AUDE à BELVIANES-ET-CAVIRAC	734	156%	6.76	5.23	4.20	3.80	3.58	3.38
	Rebenty	242	Y1105010	LE REBENTY à SAINT-MARTIN-LYS	242	100%	1.115	0.610	0.352	0.292	0.293	0.289
	L'Aude, du Rebenty au Fresquel	1 845	Y1232010	L'AUDE à CARCASSONNE [PONT NEUF]	1 841	100%	12.26	6.54	4.64	4.03	4.35	3.50
	Sals	145	Y1135010	LA SALZ à CASSAGNES	134	93%	0.32	0.21	0.17	0.18	0.21	0.16
	Sou	197	Y1205010	LE SOU à SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	197	100%	0.071	0.029	0.018	0.014	0.009	0.008
	Lauquet	194	Y1225020	LE LAUQUET à SAINT-HILAIRE [LE PECH]	175	90%	0.061	0.019	0.010	0.009	0.010	0.006
	Total	3 094										
Fresquel (FR)	resquel amont	503	Y1314010	LE FRESQUEL à VILLEPINTE	212	70%	0.235	0.100	0.032	0.033	0.055	0.024
			Y1325010	Le tréboul à Villepinte	142		0.102	0.024	0.015	0.015	0.024	0.006
	Lampy	156	Y1345010	LE LAMPY à RAISSAC-SUR-LAMPY	59	38%	0.242	0.114	0.055	0.071	0.137	0.054
	Rougeanne	141	Y1355210	LA ROUGEANNE à MOUSSOULENS	128	91%	0.589	0.258	0.205	0.199	0.275	0.126
	Fresquel aval	933	Y1364010	LE FRESQUEL à CARCASSONNE [PONT ROUGE]	936	100%	1.79	0.89	0.45	0.41	0.64	0.31
	Total	1 732										
Aude médiane (AME)	Orbiel	251	Y1415020	L'ORBIEL à BOUILHONNAC [VILLEDUBERT]	241	96%	0.67	0.23	0.09	0.07	0.20	0.04
	Argent Double	163	Y1435410	L'ARGENT DOUBLE à LA REDORTE [LES SALICES]	105	64%	0.214	0.098	0.064	0.049	0.058	0.040
	Ognon	123	Y1445010	L'OGNON à PEPIEUX	49	40%	0.015	0.004	0.001	0.000	0.004	0.000
	Orbieu amont	543	Y1524020	L'ORBIEU à LAGRASSE [OARD 3]		Non fiable						
	Orbieu aval	754	Y1564010	L'ORBIEU à LUC-SUR-ORBIEU	586	78%	0.81	0.45	0.29	0.24	0.19	0.19
	Cesse	269	Y1605050	LA CESSÉ à MIREPEISSET	248	92%	0.93	0.71	0.61	0.57	0.58	0.55
	Aude médiane	4 753	Y1612020	L'AUDE à MOUSSAN [MOUSSOULENS - ECLUSE]	4 922	100%	17.2	9.17	6.53	6.42	7.49	5.87
Total	6 856											
Aude aval et littoral (AAVL)	Aude aval	5 288	Y1612040	L'AUDE à COURSAN [ARMINIS]		Non fiable						
	Basse plaine de l'Aude et Robine	312		Station mesure VNF Canal de la Robine		A fiabiliser						
	Berre	306	Y0824010	LA BERRE à VILLESEQUE-DES-CORBIERES [RIPAUD]	167	55%	0.109	0.063	0.045	0.037	0.034	0.030
	Rieu	60				Pas de station						
	Total	5 966										
TOTAL		17 649										

Quelques cas particuliers :

Dans ce tableau un code couleur identifie les sous bassins qui sont partiellement contrôlé par une station hydrométrique. La plupart des stations contrôle au moins 90% du bassin versant. Elle joue donc pleinement leur rôle et peuvent être retenue comme station de contrôle.

Quelques exceptions sont relevées :

- L'Aude amont contrôlée à Belviane prend en compte aussi le bassin du Rebenty. Il faudrait donc :
 - soit reconstituer une station fictive en soustrayant les données du Rebenty à Saint Lys à ceux de l'Aude à Belvianne
 - soit agréger en une seule entité les deux bassins versants qui sont par ailleurs peu sollicités sur le plan des prélèvements.
- C'est cette solution que nous préconisons.
- Le Fresquel amont est insuffisamment décrit par la station à Villepinte ; il est nécessaire de lui ajouter la station de suivi du Tréboul. Le contrôle du BV du Fresquel amont atteint alors 70%. L'autre option serait de réduire le périmètre du Fresquel amont, à l'amont du Tréboul.
- Le Lampy est faiblement contrôlé par la station. L'utilité de conserver ce sous bassin versant comme entité d'analyse des volumes prélevables est sans doute peu pertinente eu égard au faible niveau d'usage.
- Le bassin de l'Argent double est difficile à jauger en aval et concerné par endroit par des pertes karstiques. Celui de l'Ognon est marqué par des étiages très faibles. Sur ces deux bassins, l'extrapolation des données vers l'aval pour compléter l'information hydrométrique apparaît très peu fiable.
- Le bassin de l'Orbieu est contrôlé dans un secteur très influencé par des prélèvements et un régime complexe de percolation dans les terrasses alluvionnaires. Un transfert des valeurs de référence vers l'aval est souhaitable sachant que la station de Villedaigne pourrait à terme être confortée comme station de référence. La valeur de référence en étiage devrait être peu différente de celle calculé à Luc sur Orbieu.

8 ANNEXES

8.1 Prise en compte des dérivations des ASA par UG

Données enquêtes												Données analyse et interprétation									
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Surface en ha			Volume 2010 en m3			Ressource en eau	Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation Eaucéa 2012							calage par Analyse des niveaux de consommation 2010		
					Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)		Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compteGR	Surface équivalente évaporante en compteGR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé et dérivation	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude amont	Y120	Y120	ASA DE MARMAGES	SP	69	20	70	19 000	-	19 000	SOU COLLINAIRE	8	0%	-	-	0%	-	-	19 768	104%	104%
Aude amont	Y120	Y120	ASA D'IRRIG. D'ARNAUDEL	SP	46	20	50	31 500	-	31 500	SOU COLLINAIRE	12	0%	-	-	21%	-	-	29 652	94%	94%
Aude amont	Y120	Y120	ASA du MAZET – PEYREBLANQUE	SP	61	6	60	23 200	-	23 200	SOU COLLINAIRE	10	0%	-	-	0%	-	-	24 710	107%	107%
Aude amont	Y100	Y100	ASA CANAL PLA LA MATTE	GR	56	10	50	851 500	130 000	6 000	LLADURE		0%	-	50	0%	-	50	358 850	42%	264%
Aude amont	Y120	Y120	ASA DE CAPIES	SP	31	-	30	-	-	-	SOU COLLINAIRE	-	0%	-	-	0%	-	-	-	0%	0%
Aude amont	Y123	Y123	ASA D'IRRIG. DE CARCASSONNE OUEST	SP	275	?	275	330 000	-	330 000	AUDE + COLLINAIRE	120	0%	-	-	0%	-	-	296 520	90%	90%

Données enquêtes												Données analyse et interprétation									
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Surface en ha			Volume 2010 en m3			Ressource en eau	Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012							calage par Analyse des niveaux de consommation 2010		
					Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m ³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)		Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compte	Surface équivalente évaporante en compteGR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude médiane	Y1433	Y145	ASA DE CANET D'AUDE	GR	2 139	500	1 200	11 253 900	800 000	805 000	AUDE + gravières	0	86 %	0	1 200	89%	1 063	137	2 532 912	23%	158%
Aude médiane	Y1431	Y145	ASA D'ARROSE ET D'ASSAINISSEMENT DE CASTELNAU d'AUDE	SP	1 039	500	650	505 700	0	505 700	AUDE	300	86 %	257	0	81%	0	0	496 855	98%	98%
Aude médiane	Y1432	Y145	ASA DE LA PRADE	GR	14	6	20	350 000	70 000	0	ARGENT DOUBLE	0	86 %	0	14	0%	0	14	102 708	29%	147%
Aude médiane	Y156	Y156	ASA DE CRUSCADES	SP	562	450	450	322 800	0	322 800	ORBIEU	200	92 %	184	0	91%	0	0	314 278	97%	97%
Aude médiane	Y160	Y160	ASA D'ARROSE DE LA PLAINE DE GINESTAS	SP	520	300	500	491 300	0	491 300	CESSE	300	92 %	275	0	95%	0	0	471 779	96%	96%
Aude médiane	Y1432	Y145	ASA D'IRRIG.ET DE DRAINAGE LES PARETS	SP	0	50	150	50 600	0	50 600	ARGENT DOUBLE	30	86 %	26	0	0%	0	0	49 686	98%	98%
Aude médiane	Y156	Y156	ASA DU CANAL DE LUC ORNAISON BOUTENAC	GR	1 603	700	964	2 670 300	0	656 000	ORBIEU	0	92 %	0	600	84%	505	95	1 418 809	53%	216%

Données enquêtes												Données analyse et interprétation									
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Surface en ha			Volume 2010 en m3			Ressource en eau	Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012							calage par Analyse des niveaux de consommation 2010		
					Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m ³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)		Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compte	Surface équivalente évaporante en compteGR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé et déclaré	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude médiane	Y142	Y142	ASA DE L'ETANG DE MARSEILLETTE	GR	1 827	1 285	1 835	54 420 700	13 020 000	0	AUDE	0	0%	0	1 827	2%	33	1 794	12 925 504	24%	99%
Aude médiane	Y160	Y160	ASA de L'AFFENAL	SP	333	60	60	45 400	0	45 400	CESSE	30	92 %	28	0	84%	0	0	47 178	104%	104%
Aude médiane	Y145	Y145	ASA D'OLONZAC OUPIA BEAUFORT	SP	826	1 000	2 000	1 577 200	0	1 577 200	AUDE	1 000	86 %	856	0	94%	0	0	1 656 185	105%	105%
Aude médiane	Y1432	Y145	ASA IRRIG. JARDINS PEYRIAC MINERVOIS	GR	25	5	10	142 800	47 600	0	ARGENT DOUBLE	0	86 %	0	10	0%	0	10	71 770	50%	151%
Aude médiane	Y1431	Y145	ASA DU CANAL DE PUICHERIC – LA REDORTE	GR	333	155	350	18 921 600	65 800	112 500	CANAL DU MIDI	0	86 %	0	333	96%	318	15	569 415	3%	319%
Aude médiane	Y142	Y142	ASA d'ARROSAGE DES PLAINES ET SALINS DE PUICHERIC	GR	15	18	18	191 000	25 000	66 000	CANAL DU MIDI	0	0%	0	15	0%	0	15	105 871	55%	116%
Aude médiane	Y1432	Y145	ASA d'ARROSAGE des JARDINS FAMILIAUX de RIEUX MINERVOIS	GR	8	9	9	435 600	87 100	0	ARGENT DOUBLE	0	86 %	0	8	96%	8	0	14 108	3%	16%
Aude médiane	Y145	Y145	ASA de SAINTE VALIERE	SP	160	100	150	124 600	0	124 600	KARST POUZOLS	80	86 %	68	0	44%	0	0	132 495	106%	106%

Données enquêtes												Données analyse et interprétation									
				Surface en ha			Volume 2010 en m3					Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012						calage par Analyse des niveaux de consommation 2010			
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m ³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)	Ressource en eau	Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en	Surface équivalente évaporante en compteGR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude médiane	Y1433	Y145	ASA D'IRRIG. VERGERS DE TOUROUZELLE	SP	160	110	160	181 900	0	181 900	AUDE	110	86 %	94	0	66%	0	0	182 180	100%	100%
Aude médiane	Y141	Y141	ASA DES JARDINS DE LA VEIGNE - ASA REC DES HORTS	GR	1	4	4	18 000	0	18 000	ORBIEL	0	0%	0	1	0%	0	1	9 000	50%	50%
Aude médiane	Y160	Y160	ASA SALINS MIREPEISSET	GR	60	?	60	73 300	0	73 300	CESSE	0	0%	0	60	0%	0	10	71 770	98%	98%
Aude médiane	Y145	Y145	ASA D'IRRIG. DES PLAINES DU PLO ET DE LA JOURRE	GR	55	55	55	222 400	0	222 400	AUDE	0	0%	0	55	100%	55	30	295 411	133%	133%

Données enquêtes											Données analyse et interprétation										
				Surface en ha			Volume 2010 en m3					Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012						calage par Analyse des niveaux de consommation 2010			
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m ³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)	Ressource en eau	Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compteGR	Surface équivalente évaporante en compteGR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé et déclarée	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA d'IRRI. DU CANAL D'ARGELIERS CRUZY	GR	122	30	100	50 000	10 000	-	CANAL DU MIDI	-	80 %	-	35	100 %	35	0	51 544	103 %	515%
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA DE L'ILLE	SP	50	3	26	13 400	-	13 400	AUDE	3	80 %	2	-	87%	-	-	5 303	40%	40%
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA D'IRRIG. DE LA RIVE GAUCHE DE L'AUDE	SP	1850	-	1700	1 392 800	-	-	CANAL DE JONCTION	-	80 %	-	-	82%	-	-	-	0%	0%
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA DE LA PLAINE DE LESPIGNAN	GR	627	-	602	856 800	-	-	AUDE	-	80 %	-	-	57%	-	-	-	0%	0%
Aude aval et littoral	Y084	Y084	ASA DES CANAUX DE RAONELS	GR	248	240	240	7 776 000	4 550 000	-	CANAL DE LA ROBINE	-	62 %	-	240	58%	138	800	7 769 799	100 %	171%

Données enquêtes											Données analyse et interprétation											
				Surface en ha			Volume 2010 en m3								Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012			calage par Analyse des niveaux de consommation 2010				
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)	Ressource en eau	Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compte GR	Surface équivalente évaporante en compte GR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé et consommation déclarée	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée	
					2	0	0								0		9					
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA DU CANAL PEZETIS	GR	158	50	150	722300	100 000	103 000	CANAL DU MIDI	-	80%	-	150	93%	140	10	275343	38%	136%	
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA d'ARROSAGE AMENAGEMENT DEFENSE SALLES d'AUDE	GR	507	-	500	10 600 000	-	-	AUDE	-	80%	-	500	94%	470	30	901269	9%		
Aude aval et littoral	Y082	Y082	ASA DU CANAL DU LAC	GR	222	?	150	6 000 000	-	-	BERRE	-	81%	-	150	83%	125	25	362023	6%	?	
Aude aval et littoral	Y084	Y084	ASA D'IRRIG. PETIT MANDIRAC	GR	250	250	250	902 000	180 000	2 000	CANAL DE LA ROBINE	-	0%	-	250	43%	108	142	1 176 488	130%	646%	

Données enquêtes										Données analyse et interprétation											
				Surface en ha			Volume 2010 en m3				Analyse des surfaces et cultures en ha interprétation eaucéa 2012						calage par Analyse des niveaux de consommation 2010				
UG	ZHY étude	ZHY reference RGA pour prorata vigne	NOM	Code ADDUCTION	Superficie périmètre	Superficie irriguée en été	Irrigable	Volume prélevé Déclarés à Agence Eau 2010 m ³	Irrigation gravitaire (exploitants agricoles)	Irrigation non gravitaire (exploitants agricoles)	Ressource en eau	Surface équivalente prise en compte SP	Tx vigne irrigué/(RGA)	Surface équivalente prise en compte SP dont vigne	Surface irriguable ASA GR	Taux CLC vigne/surface ASA	Surface équivalente vigne prise en compte GR	Surface équivalente évaporante en compte GR	Volume 2010 consommé été (simulation)	ratio comparant consommation estimé et consommation déclarée	ratio comparant consommation estimé et volume irrigation déclarée
Aude aval et littoral	Y084	Y084	ASL DU FOSSE ARROSOIR DE GRAND VIGNE	GR	-	-	-	-	-	-	CANAL DE LA ROBINE	-	0%	-	-	0%	-	-	-	0%	0%
Aude aval et littoral	Y161	Y161	ASA DE LA RECHE	GR	50	50	50	295 500	100 000	-	CANAL DE LA ROBINE	-	0%	-	50	0%	-	20	143 540	49%	144%
Aude aval et littoral	Y082	Y082	ASA DE GENENTIERE	GR	-	?	-	4 000	-	4 000	BERRE	-	81 %	-	-	0%	-	-	-	0%	0%

8.2 Résultats des simulations du modèle pluie-débit

Les graphiques ci-dessous représentent les résultats pour les stations modélisées sur 31 années. Seules les années de 2000 à 2011 sont présentées.

