



# ETUDE DE DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES BASSIN VERSANT DU SEGRE

RAPPORT DE PHASES 1, 2 ET 3

NOVEMBRE 2012

N°4331135-v10



## SOMMAIRE

---

<b>1. CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE LA GESTION DE L'EAU SUR LE BASSIN</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE</b> .....	<b>4</b>
1.1.1. <i>DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE</i> .....	4
1.1.2. <i>GESTION DU BASSIN</i> .....	8
1.1.3. <i>ENTRETIEN ET RECUEIL DE DONNEES AUPRES DES ACTEURS DE L'EAU DU BASSIN</i> .....	11
<b>1.2. PRESENTATION DE L'HYDROLOGIE DU SEGRE</b> .....	<b>12</b>
1.2.1. <i>CLIMATOLOGIE</i> .....	12
1.2.2. <i>RESEAU HYDROGRAPHIQUE</i> .....	12
1.2.3. <i>QUALITE DES EAUX</i> .....	15
1.2.4. <i>HYDROGEOLOGIE</i> .....	20
1.2.5. <i>AMENAGEMENTS SUR LES COURS D'EAU ET ANTHROPISATION DU MILIEU</i> .....	21
1.2.6. <i>CONTEXTE TRANSFRONTALIER</i> .....	25
<b>1.3. USAGES DE L'EAU SUR LE BASSIN</b> .....	<b>29</b>
1.3.1. <i>AGRICULTURE</i> .....	29
1.3.2. <i>INDUSTRIE</i> .....	33
1.3.3. <i>ALIMENTATION EN EAU POTABLE</i> .....	33
1.3.4. <i>NEIGE ARTIFICIELLE</i> .....	34
1.3.5. <i>HYDROELECTRICITE</i> .....	35
1.3.6. <i>CONFLITS D'USAGES</i> .....	36
<b>1.4. CARACTERISATION DES ETIAGES ET MESURES DE RESTRICTION DES USAGES DE L'EAU</b> .....	<b>39</b>
1.4.1. <i>CHRONIQUES HYDROLOGIQUES DES ETIAGES ET PHENOMENES DE SECHERESSE</i> .....	39
1.4.2. <i>ARRETES SECHERESSE</i> .....	42
1.4.3. <i>IRRIGATION</i> .....	45
1.4.4. <i>ECONOMIES D'EAU POTABLE</i> .....	45
<b>2. BILAN DES PRELEVEMENTS SUR LA ZONE</b> .....	<b>46</b>
<b>2.1. SOURCES ET BASE DE DONNEES</b> .....	<b>46</b>
2.1.1. <i>PRINCIPES DE LA BASE DE DONNEES PRELEVEMENTS</i> .....	46
2.1.2. <i>COLLECTE DES DONNEES DE PRELEVEMENT</i> .....	47
2.1.3. <i>CROISEMENT DES SOURCES ET CORRECTION DES DONNEES</i> .....	50
2.1.4. <i>BREVE ANALYSE DE LA BASE CONSTITUEE</i> .....	51
2.1.5. <i>CONCLUSIONS ET METHODOLOGIE POUR LA SUITE DE L'ETUDE</i> .....	52
<b>2.2. DETERMINATION ET REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS AGRICOLES BRUTS</b> .....	<b>53</b>
2.2.1. <i>DIFFICULTE A DETERMINER LES PRELEVEMENTS AGRICOLES</i> .....	53

2.2.2. <i>METHODOLOGIE POUR L'ESTIMATION DES PRELEVEMENTS AGRICOLES</i> .....	54
2.2.3. <i>DETERMINATION DES SURFACES IRRIGUEES DEPUIS CHAQUE ENTITE</i> .....	58
2.2.4. <i>DETERMINATION DES PRELEVEMENTS BRUTS ANNUELS PAR ENTITE</i> .....	60
2.3. <b>REPARTITION MENSUELLE DES AUTRES PRELEVEMENTS (AEP, NEIGE DE CULTURE, HYDROELECTRICITE, INDUSTRIE)</b> .....	<b>61</b>
2.3.1. <i>AEP</i> .....	61
2.3.2. <i>NEIGE DE CULTURE</i> .....	62
2.3.3. <i>INDUSTRIE</i> .....	63
2.3.4. <i>HYDROELECTRICITE</i> .....	63
2.4. <b>BILAN GLOBAL DES PRELEVEMENTS BRUTS</b> .....	<b>64</b>
2.4.1. <i>LOCALISATION DES PRELEVEMENTS</i> .....	64
2.4.2. <i>QUANTIFICATION DES PRELEVEMENTS BRUTS ANNUELS PAR ENTITE ET PAR USAGE</i> .....	65
2.5. <b>BILAN GLOBAL DES PRELEVEMENTS NETS</b> .....	<b>67</b>
2.5.1. <i>RESTITUTION SUIVANT LES USAGES</i> .....	68
2.5.2. <i>BILAN DES PRELEVEMENTS NETS</i> .....	73
2.6. <b>SCENARIO TENDANCIEL</b> .....	<b>74</b>
2.6.1. <i>TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS EN EAU POTABLE</i> .....	74
2.6.2. <i>TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS EN HYDROELECTRICITE</i> .....	75
2.6.3. <i>TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS POUR LA NEIGE DE CULTURE</i> .....	76
2.6.4. <i>TENDANCE D'EVOLUTION POUR LES PRELEVEMENTS INDUSTRIELS</i> .....	76
2.6.5. <i>TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS AGRICOLES</i> .....	77
<b>3. IMPACT DES PRELEVEMENTS ET QUANTIFICATION DES RESSOURCES ....</b>	<b>78</b>
3.1. <b>DONNEES UTILISABLES SUR LA ZONE D'ETUDE</b> .....	<b>78</b>
3.1.1. <i>STATIONS HYDROMETRIQUES</i> .....	78
3.1.2. <i>JAUGEAGES</i> .....	81
3.1.3. <i>DONNEES METEOROLOGIQUES</i> .....	82
3.1.4. <i>DONNEES DE PRELEVEMENTS</i> .....	83
3.1.5. <i>DONNEES BARRAGE LANOUX</i> .....	83
3.2. <b>RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE</b> .....	<b>84</b>
3.2.1. <i>ANALYSES PREALABLES</i> .....	84
3.2.2. <i>METHODOLOGIE EMPLOYEE POUR RECONSTITUER L'HYDROLOGIE NATURELLE</i> .....	95
3.3. <b>HYDROLOGIE NATURELLE DU CAROL</b> .....	<b>96</b>
3.4. <b>HYDROLOGIE NATURELLE DE L'ANGOUSTRINE</b> .....	<b>98</b>
3.5. <b>HYDROLOGIE NATURELLE DU SEGRE ET DE L'ANGOUST</b> .....	<b>100</b>
3.6. <b>HYDROLOGIE NATURELLE DE LA VANERA</b> .....	<b>104</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1	LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR L'ETUDE.....	5
TABLEAU 3	LISTE DES ACTEURS DE L'EAU CONTACTES.....	11
TABLEAU 4	MASSES D'EAU SUR LE BASSIN DU SEGRE.....	13
TABLEAU 5	OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DES MASSES D'EAU CONSIDEREES DANS CETTE ETUDE.....	15
TABLEAU 6	QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE EN 2010 ET EVOLUTION DEPUIS 2002.....	16
TABLEAU 7	QUALITE DIATOMEEES.....	19
TABLEAU 8	SYNTHESE DE L'ETAT FONCTIONNEL DES CONTEXTES PISCICOLES DE LA ZONE D'ETUDE.....	20
TABLEAU 9	QUALITE LIEE A L'INDICE IPR.....	20
TABLEAU 10	VOLUME AGRICOLE ANNUEL BRUT PRELEVE.....	60
TABLEAU 11	VOLUME ANNUEL BRUT PRELEVE EN 2008 PAR USAGE ET PAR ENTITE.....	65
TABLEAU 12	VOLUMES ANNUELS PRELEVES SUR LE CAROL.....	70
TABLEAU 13	RENDEMENT DES RESEAUX D'EAU POTABLE PAR ENTITE.....	71
TABLEAU 14	VOLUME ANNUEL NET PRELEVE PAR USAGE ET PAR ENTITE.....	73
TABLEAU 15	TABLEAU DES STATIONS HYDROMETRIQUES.....	80
TABLEAU 16	STATIONS METEO FRANCE ET DONNEES DISPONIBLES.....	82
TABLEAU 17	FORMATIONS GEOLOGIQUES SUIVANT LES ENTITES.....	87
TABLEAU 18	PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES D'APRES LES NORMALES CLIMATIQUES DE 1961 A 1990.....	88
TABLEAU 19	PLUVIOMETRIE ANNUELLE MOYENNE SUR LES ANNEES 2000-2010.....	89
TABLEAU 20	JAUGEAGES REALISES PAR SOGREAH LES 1 ET 2 AOUT 2011.....	94
TABLEAU 21	DEBITS STATISTIQUES DU CAROL.....	97
TABLEAU 22	DEBITS MOYENS MENSUELS DU CAROL.....	97
TABLEAU 23	DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR L'ANGOUSTRINE A L'AIDE DES JAUGEAGES.....	99
TABLEAU 24	DEBITS STATISTIQUES DE L'ANGOUSTRINE.....	99
TABLEAU 25	DEBITS MOYENS MENSUELS DE L'ANGOUSTRINE.....	100
TABLEAU 26	DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR L'ANGOUST A L'AIDE DE JAUGEAGES.....	102
TABLEAU 27	DEBITS STATISTIQUES DU SEGRE ET DE L'ANGOUST.....	102
TABLEAU 28	DEBITS MOYENS MENSUELS DU SEGRE ET DE L'ANGOUST.....	103
TABLEAU 29	DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR LA VANERA A L'AIDE DE JAUGEAGES.....	104
TABLEAU 30	DEBITS STATISTIQUES DE LA VANERA.....	105
TABLEAU 31	DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA VANERA.....	105

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	CARTE DE LOCALISATION DU BASSIN DU SEGRE DANS LA PARTIE FRANÇAISE.....	4
FIGURE 2	HYDROGRAPHIE ET COMMUNES DU BASSIN DU SEGRE.....	6
FIGURE 3	CARTE D'OCCUPATION DES SOLS.....	7
FIGURE 4	PERIMETRE DU CONTRAT DE RIVIERE.....	10
FIGURE 5	DEBIT MOYEN MENSUEL DU SEGRE A SAILLAGOUSE (CALCULE SUR LA PERIODE 1988-2011).....	14
FIGURE 6	CARTE ALTERATION MATIERES PHOSPHOREES, COMPARAISON 2002/2010.....	17
FIGURE 7	CARTE ALTERATION BACTERIOLOGIE COMPARAISON 2002-2010.....	18
FIGURE 8	CARTE QUALITE BIOLOGIQUE : IBGN - COMPARAISON 2002/2010.....	19
FIGURE 9	CARTE DES TRANSFERTS INTERBASSINS.....	22
FIGURE 10	CARTE DES TRANSFERTS VERS L'ESPAGNE.....	24
FIGURE 11	CANAL DE PUIGCERDA, CANAL DE GER - TRANSFERTS DU CAROL VERS L'ESPAGNE.....	24
FIGURE 12	ZOOM DES TRANSFERTS VERS LLIVIA.....	25
FIGURE 13	REPARTITION DES SURFACES CULTIVEES SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE DONNEES DU RA 2000.....	30
FIGURE 14	REPARTITION DES SURFACES IRRIGUEES SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE DONNEES DU RA 2000.....	30
FIGURE 15	PROPORTION DES SURFACES IRRIGUEES PAR CULTURE SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE DONNEES DU RA 2000.....	31

<b>FIGURE 16</b>	<b>PROPORTION DE SURFACES IRRIGABLES PAR MODE D'IRRIGATION SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE DONNEES DU RA 2000.</b>	<b>32</b>
<b>FIGURE 17</b>	<b>CARTE DES STRUCTURES GESTIONNAIRES DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE SUR LE BASSIN FRANÇAIS DU SEGRE.</b>	<b>34</b>
<b>FIGURE 18</b>	<b>CARTE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES SUR LE BASSIN FRANÇAIS DU SEGRE</b>	<b>36</b>
<b>FIGURE 19</b>	<b>DEBITS D'ETIAGE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU SEGRE A SAILLAGOUSE. LE TRAIT NOIR EST LE DEBIT JOURNALIER MEDIAN SUR LA PERIODE D'EXISTENCE DE LA PERIODE, LISSE AVEC UNE MOYENNE GLISSANT SUR 15 JOURS. LE TRAIT ROUGE EST LA VALEUR DU <math>Q_{MNA5}</math>, LE TRAIT ORANGE EST LA VALEUR DU VCN3-5 (DEBIT MINIMAL MOYEN SUR 3 JOURS DE PERIODE DE RETOUR QUINQUENNALE).</b>	<b>40</b>
<b>FIGURE 20</b>	<b>DEBITS JOURNALIERS MINIMUM ET MOYEN SUR LES MOIS DE JUILLET A AOUT A LA STATION HYDROMETRIQUE DU SEGRE A SAILLAGOUSE.</b>	<b>41</b>
<b>FIGURE 21</b>	<b>COURBE CARACTERISTIQUE DES DEBITS MINIMAUX SUR TROIS JOURS CONSECUTIFS (VCN3) DU SEGRE A SAILLAGOUSE</b>	<b>43</b>
<b>FIGURE 22</b>	<b>REPARTITION DU NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENTS PAR TYPE DE MILIEU PRELEVE</b>	<b>51</b>
<b>FIGURE 23</b>	<b>REPARTITION DU NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENTS PAR USAGE</b>	<b>52</b>
<b>FIGURE 24</b>	<b>CARTE DES ENTITES RETENUES SUR LE BASSIN DU SEGRE</b>	<b>53</b>
<b>FIGURE 25</b>	<b>HYPOTHESE DE REPARTITION TEMPORELLE DES PRELEVEMENTS BRUTS (L/S/HA)</b>	<b>56</b>
<b>FIGURE 26</b>	<b>CARTE DES SURFACES IRRIGUEES PAR ENTITE</b>	<b>60</b>
<b>FIGURE 27</b>	<b>RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS AEP PAR ENTITE</b>	<b>61</b>
<b>FIGURE 28</b>	<b>RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS POUR LA NEIGE DE CULTURE</b>	<b>62</b>
<b>FIGURE 29</b>	<b>RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS POUR L'INDUSTRIE</b>	<b>63</b>
<b>FIGURE 30</b>	<b>CARTE DE LOCALISATION DES PRELEVEMENTS DE L'ANNEE 2008 PAR TYPE D'USAGE</b>	<b>64</b>
<b>FIGURE 31</b>	<b>REPARTITION DES VOLUMES ANNUELS BRUTS PRELEVES PAR USAGE ET PAR ENTITE</b>	<b>66</b>
<b>FIGURE 32</b>	<b>SCHEMA DE PRINCIPE DE LA RESTITUTION AU COURS D'EAU EN IRRIGATION GRAVITAIRE</b>	<b>68</b>
<b>FIGURE 33</b>	<b>REPARTITION DES VOLUMES ANNUELS NETS PRELEVES PAR USAGE ET PAR ENTITE</b>	<b>73</b>
<b>FIGURE 34</b>	<b>EVOLUTION DE LA POPULATION SUR LES 22 COMMUNES FRANÇAISES APPARTENANT AU BASSIN VERSANT</b>	<b>74</b>
<b>FIGURE 35</b>	<b>VOLUMES ANNUELS PRELEVES PAR ENTITE POUR L'EAU POTABLE ENTRE LES ANNEES 2004 ET 2008</b>	<b>75</b>
<b>FIGURE 36</b>	<b>CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS HYDROMETRIQUES ET BASSINS VERSANTS ASSOCIES</b>	<b>79</b>
<b>FIGURE 37</b>	<b>CARTE DES JAUGEAGES SOGREAH, AOUT 2011</b>	<b>81</b>
<b>FIGURE 38</b>	<b>CARTE DES STATIONS METEOROLOGIQUES</b>	<b>82</b>
<b>FIGURE 39</b>	<b>CARTE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES (NORMALES CLIMATIQUES DE 1961 A 1990)</b>	<b>83</b>
<b>FIGURE 40</b>	<b>COMPARAISON DES DEBITS SPECIFIQUES MOYENS MENSUELS MESURES</b>	<b>84</b>
<b>FIGURE 41</b>	<b>EVOLUTION ANNUELLE DES DEBITS MOYENS JOURNALIERS SUR LES MOIS DE JUILLET-AOUT AUX STATIONS HYDROMETRIQUES FRANÇAISES</b>	<b>86</b>
<b>FIGURE 42</b>	<b>CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE</b>	<b>87</b>
<b>FIGURE 43</b>	<b>DEBITS MOYENS MENSUELS SUR LE CAROL, COMPARAISON AUX STATIONS DE PORTA ET PUIGCERDA</b>	<b>90</b>
<b>FIGURE 44</b>	<b>VOLUMES DERIVES ET RESTITUES EN AOUT POUR LE BARRAGE DE LANOUX DE 2000 A 2010</b>	<b>92</b>
<b>FIGURE 45</b>	<b>DEBITS MOYENS MENSUELS SUR LE CAROL ET IMPACT DU LANOUX</b>	<b>93</b>

## PLANS

**PLAN N°1 : CARTE DES CANAUX D'IRRIGATION (CARTE NON EXHAUSTIVE).**

---

## INTRODUCTION

---

Ce rapport présente le travail effectué durant les phases 1, 2 et 3 de l'étude sur les volumes prélevables du bassin versant du Sègre dans sa partie française :

- caractérisation du bassin ;
- caractérisation des étiages ;
- recueil de données sur les prélèvements ;
- premiers pas dans la détermination des ressources en eau ;
- prise en compte des usages de l'eau sur le bassin ;
- bilan des prélèvements ;
- reconstitution de l'hydrologie naturelle.

Ce mémoire a vocation à être repris et enrichi durant les prochaines phases de l'étude.

---

## **OBJET DE L'ETUDE**

---

### **↳ LES ETUDES DE DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES**

La circulaire 17-2008 du 30 juin 2008 sur la résorption des déficits quantitatifs et la gestion collective de l'irrigation s'inscrit dans le cadre du Plan National de Gestion de la Rareté de l'Eau de 2005, de la Loi sur l'Eau (LEMA) de 2006 et de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE). Elle cherche à promouvoir un retour à l'équilibre entre la ressource et la demande en eau. Elle fixe les objectifs généraux visés pour la résorption des déficits quantitatifs, et décrit les grandes étapes pour atteindre ces objectifs :

- 1) détermination des volumes maximums prélevables, tous usages confondus ;
- 2) concertation entre les usagers pour établir la répartition des volumes ;
- 3) dans les bassins concernés, mise en place d'une gestion collective de l'irrigation.

Un certain nombre de zones a été identifié en déficit quantitatif à travers le programme de mesures du SDAGE. Sur ces zones, une étude de détermination des volumes maximum prélevables, dite "Etude volumes prélevables" est rendue obligatoire. Cette étude a pour but de permettre la satisfaction des objectifs fixés par la DCE en résorbant les déficits quantitatifs existant entre la ressource disponible et les prélèvements effectués pour les différents usages de l'eau.

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse peut porter ces études en tant que Maître d'Ouvrage. C'est le cas pour la présente étude qui a pour objet la détermination des volumes maximum prélevables sur le bassin versant du Sègre dans sa partie française.

Cette étude servira de base par la suite à la phase de concertation entre les usagers pour établir la répartition des volumes.

## ↳ LES VOLUMES MAXIMUM PRELEVABLES : OBJETS ET ENJEUX

Les volumes prélevables doivent être définis de façon à ce que soit maintenu, dans les cours d'eau, le débit nécessaire à la vie aquatique, ou DMB (Débit Minimum Biologique). Les Débits Objectifs d'Etiage (DOE) et les Niveaux Piézométriques d'Alerte (NPA) sont des indicateurs établis pour suivre le niveau de la ressource en eau, en rivière ou en nappe. Ces indicateurs pour la gestion de la ressource sont définis, dans leur principe, dans le SDAGE et doivent être établis pour les différentes masses d'eau.

Leur usage doit servir à améliorer des pratiques de gestion basées sur l'unique définition d'un débit de crise. L'objectif de la présente étude sur le bassin du Sègre est ainsi de :

- déterminer les volumes de prélèvements totaux et leur évolution ;
- quantifier les ressources existantes ;
- déterminer les niveaux seuils en des points stratégiques de référence (DOE, DCR) ;
- définir en conséquence les volumes maximum prélevables, tous usages confondus ;
- proposer une première répartition possible des volumes entre usages et un ou plusieurs périmètres d'organisme unique pour la gestion collective de l'irrigation.

La répartition des prélèvements proposée devra servir de base à une réflexion sur la gestion et, si nécessaire, à une révision des autorisations et de la gestion des prélèvements. Un équilibre doit être durablement restauré entre les ressources et les besoins en eau sur la base de l'étude "Volumes prélevables".

# 1. CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE LA GESTION DE L'EAU SUR LE BASSIN

## 1.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 1.1.1. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le Sègre est un affluent du fleuve espagnol de l'Ebre. Il prend sa source en France puis, après un parcours d'environ 20 km, s'écoule en territoire espagnol.

La zone d'étude concerne le bassin versant du Sègre dans sa partie française (y compris l'enclave espagnole de Llivia et la tête amont espagnole de certains sous-bassins versants, comme ceux des affluents rive droite du Carol). La superficie de la zone d'étude est de 472 km<sup>2</sup>.

Le bassin versant se situe à la frontière avec l'Espagne, à l'extrême Sud-Ouest du département des Pyrénées-Orientales et dans une très faible mesure dans le département de l'Ariège (moins de 1%).



**Figure 1** CARTE DE LOCALISATION DU BASSIN DU SEGRE DANS LA PARTIE FRANÇAISE

Les 29 communes concernées par l'étude (28 communes françaises et l'enclave espagnole de Llivia) sont listées dans le Tableau 1 et leur localisation visible sur la Figure 2 (parmi ces 29 communes, 18 sont incluses à plus de 90% dans la zone d'étude, 6 se trouvent couvertes pour 10 à 90% de leur surface et 5 à moins de 10% de leur surface).

Les eaux superficielles du bassin du Sègre, bassin n°C0-17-16, intéressent onze masses d'eau superficielles au sens du SDAGE 2009. La localisation de ces masses d'eau est présentée sur la Figure 2.

A noter que le Carol et la Vanéra confluent avec le Sègre à l'aval de la frontière espagnole

La Figure 3 présente l'occupation des sols du bassin du Sègre.

On constate que ce bassin est à dominante rurale, couvert de zones rocheuses ou de végétation clairsemée sur les hauteurs, de pâturages et de forêts dans la partie médiane et de terres cultivables sur la partie aval. Les territoires urbains sont discontinus et constitués de villages espacés.

Nom commune	Pays	Département	Degré de couverture sur le périmètre d'étude
ANGOUSTRINE - VILLENEUVE--DES-ESCALDES	France	66	69%
BOLQUERE	France	66	32%
BOURG-MADAME	France	66	99%
DORRES	France	66	99%
EGAT	France	66	100%
ENVEITG	France	66	100%
ERR	France	66	99%
ESTAVAR	France	66	100%
EYNE	France	66	99%
FONTPEDROUSE	France	66	0,04%
FONT-ROMEU-ODEILLO-VIA	France	66	95%
LA CABANASSE	France	66	19%
LATOUR-DE-CAROL	France	66	99%
LLIVIA	Espagne		100%
LLO	France	66	99%
MERENS-LES-VALS	France	09	0,1%
NAHUJA	France	66	100%
ORLU	France	09	1%
OSSEJA	France	66	99%
PALAU-DE-CERDAGNE	France	66	84%
PLANES	France	66	0,4%
PORTA	France	66	80%
PORTE-PUYMORENS	France	66	68%
SAILLAGOUSE	France	66	100%
SAINTE-LEOCADIE	France	66	100%
SAINT-PIERRE-DELS-FORCATS	France	66	5%
TARGASSONNE	France	66	100%
UR	France	66	100%
VALCEBOLLERE	France	66	99%

**Tableau 1**      **LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR L'ETUDE**



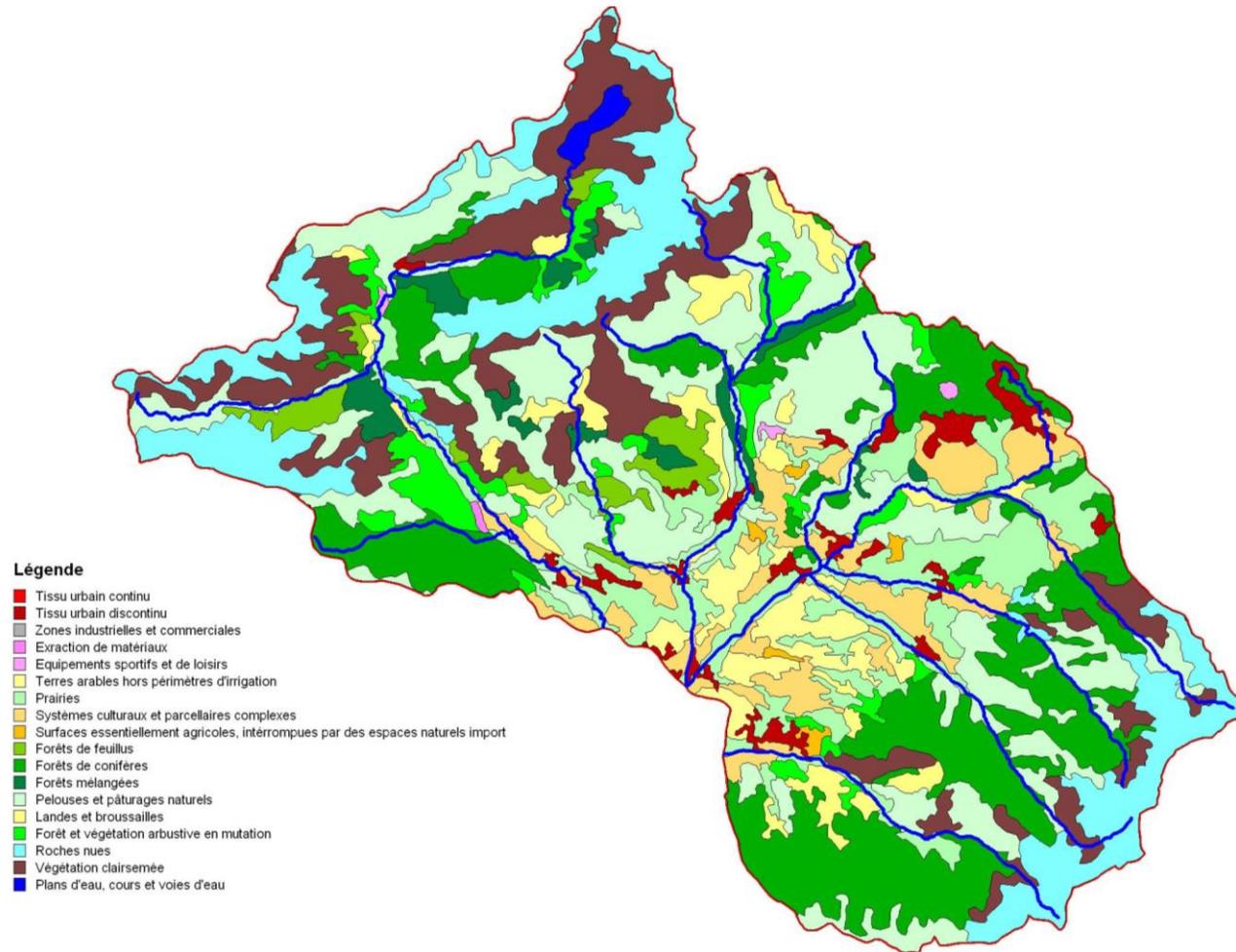


Figure 3 CARTE D'OCCUPATION DES SOLS

## 1.1.2. GESTION DU BASSIN

### 1.1.2.1. CONTEXTE ADMINISTRATIF

*Source : Le contrat de rivière en Cerdagne – Etat des lieux – janvier 2005 et sites internet des différentes structures.*

En termes administratifs, les communes de la zone d'étude appartiennent aux organismes suivants :

#### **COMMUNAUTE DE COMMUNES**

Deux Communautés de Communes coexistent sur le territoire français : la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne qui rassemble douze communes (Ur, Err, Osséja, Nahuja, Enveitg, Estavar, Saillagouse, Latour-de-Carol, Valcebollère, Targassonne, Porté-Puymorens et Palau de Cerdagne) et la Communauté de Communes Capcir-Haut Conflent qui inclut quatre communes du bassin versant du Sègre (Eyne essentiellement et trois communes à la marge : La Cabanasse, Planès et Saint-Pierre-dels-Forcats).

#### **LE PAYS "TERRES ROMANES EN PAYS CATALAN"**

Le Pays concerne le territoire de la vallée de la Têt, le Conflent, la Cerdagne et le Capcir, donc la totalité du bassin versant du Sègre en France (hors communes ariégeoises).

La mission première du Pays est de faire se rencontrer les différents acteurs du territoire sur des projets ou des thématiques dont l'intérêt est partagé par tous. En animant ces échanges, le Pays facilite la prise en compte des besoins et des attentes de chacun. Par ce partenariat et cette animation territoriale, le Pays œuvre en faveur d'une plus grande cohérence des projets pour le territoire.

#### **LE PARC NATUREL REGIONAL DES "PYRENEES CATALANES"**

Initié en 1985, le Parc Régional des "Pyrénées Catalanes" a été reconnu officiellement en mars 2004. Il couvre le Haut-Conflent (depuis Villefranche-de-Conflent), le Capcir et la Cerdagne donc toutes les communes du bassin versant du Sègre (hors Ariège).

Dans le domaine de l'eau, l'implication du Parc se traduit par la participation aux outils de gestion des bassins versants des Pyrénées-Catalanes (en l'occurrence le contrat de Rivière du Sègre), le soutien aux associations syndicales autorisées qui gèrent les canaux d'irrigation et des actions de sensibilisation sur les tourbières.

#### 1.1.2.2. GESTION DES COURS D'EAU

*Source : Contrat de rivière transfrontalier du Sègre, bilan mi-parcours – Mars 2010*

Dès 2001, les élus de part et d'autre de la frontière ont souhaité s'engager dans une démarche de gestion concertée de l'eau du bassin.

Le Contrat de Rivière Transfrontalier du Sègre a finalement été signé le 11 janvier 2008 pour une durée de 5 ans (2008-2012), avec la déclinaison de 6 grands volets :

- a) Alimentation en Eau Potable/Assainissement ;
- b) Gestion quantitative de la ressource ;
- c) Gestion du risque inondation ;
- d) Amélioration du fonctionnement morpho-écologique et des fonctionnalités biologiques naturelles des cours d'eau ;
- e) Mise en valeur des milieux aquatiques et du patrimoine lié à l'eau ;
- f) Coordination, Animation, et Suivi du Contrat de Rivière.

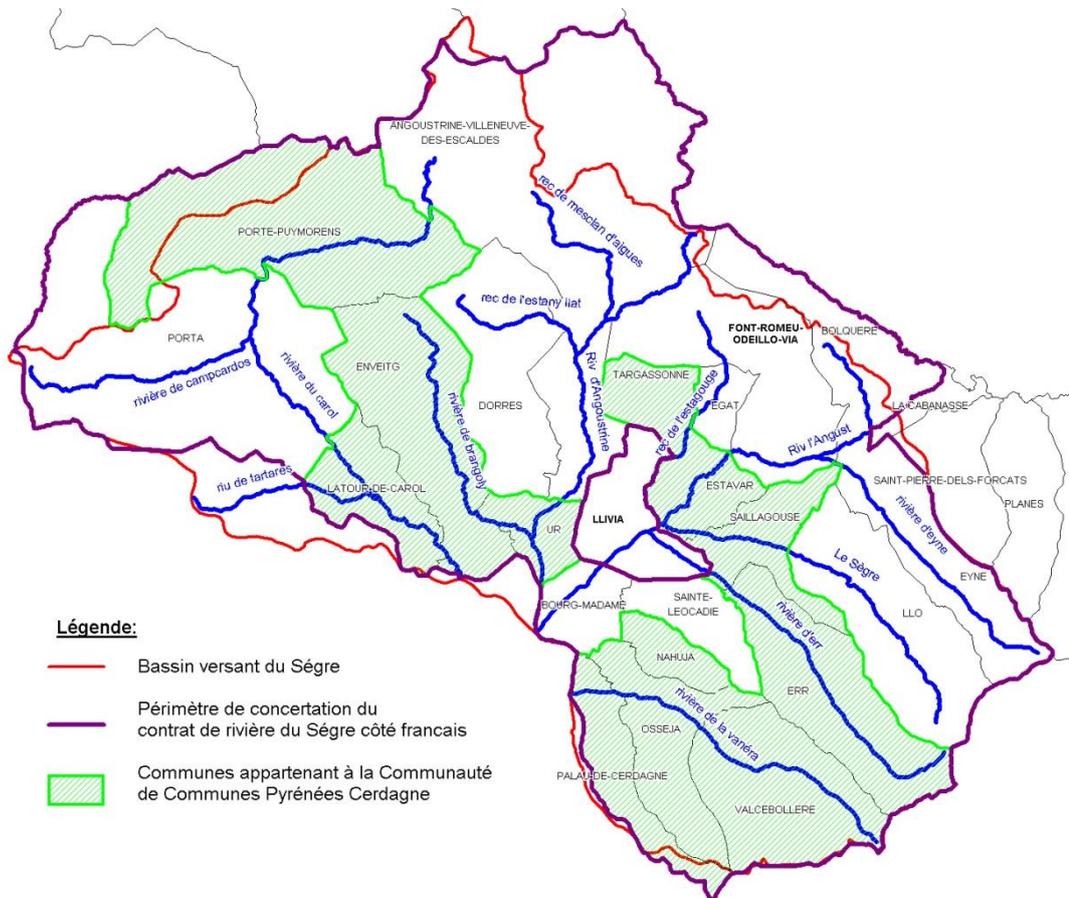
Le Contrat de Rivière est porté :

- du côté français par la Communauté de Communes "Pyrénées Cerdagne" ;
- du côté espagnol par le Consell Comarcal de Cerdanya.

Côté français, 22 communes sont concernées par le périmètre de concertation dont 12 adhérentes à la Communauté de Communes "Pyrénées Cerdagne" (Figure 4).

Pour les communes ne faisant pas partie de la Communauté de Communes, des conventions ont été passées. Chaque commune non adhérente a délibéré et a confirmé son adhésion aux principes de gestion du Contrat de Rivière Transfrontalier Sègre.

Dans un objectif de gestion globale, le Contrat de Rivière assure la cohérence des interventions à l'échelle du bassin versant du Sègre dans son intégralité.



**Figure 4 PERIMETRE DU CONTRAT DE RIVIERE**

Côté français, le contrat de rivière fonctionne avec un comité de rivière qui s'appuie sur 3 animateurs (contrat, technicien de rivière, gestion quantitative).

Côté espagnol, un comité de rivière était prévu mais il ne se réunit pas.

### 1.1.3. ENTRETIEN ET RECUEIL DE DONNEES AUPRES DES ACTEURS DE L'EAU DU BASSIN

Les principaux acteurs de la gestion et de l'utilisation de l'eau sur le bassin ont été interrogés, soit lors de rencontres spécifiques, soit lors d'entretiens téléphoniques, soit par le biais de courriers pour recueillir des données spécifiques (Tableau 3). Certains entretiens sont encore à venir et seront renseignés ultérieurement.

Entretiens de visu	Contacts téléphoniques - Courrier
<b>ONEMA 66</b> O. TREVIDIC	<b>DDTM 66</b> L. ARRIGHY, R. BOURDON
<b>Chambre d'Agriculture 66</b> J. BERTRAND	<b>PNR</b> A. SEGALEN
<b>Communauté de Communes Pyrénées Cerdagne</b> S. DURAND, M. MARIMON	<b>SPC</b> M. MONFORT
<b>SIVOM Haute Vallée du Sègre</b> Mme CARCASSONNE, M. AUTONES	<b>ARS</b>
<b>ASA du canal supérieur</b> B.CLEMENT	<b>DREAL</b>
<b>Agriculteur irrigant</b> M. DE MAURY	<b>Lyonnaise des Eaux (PR*)</b>
<b>ASA Estavar-Bajande</b> M. BESOMBES, Mme TAILLEFER, M. CAGNY	<b>Commune de Nahuja</b>
<b>SIVM Vallée du Carol</b> M. PEYTAVI, M. CARRERA, M. MONTY	<b>SIVM de la Vanéra (PR*)</b>
<b>ASA Canaux d'irrigation d'Ur</b> M. BARNOLE	<b>Société Colas (centrale à béton Ur)</b>
<b>EDF</b> M. BOESCH	<b>Société Carrière et béton du Capcir (centrale à béton Saillagouse)</b>
	<b>SOREA (AEP Llivia, PR*)</b>
	<b>Station de ski de Cambre d'Aze (PR*)</b>
	<b>Station de ski de Font-Romeu</b>
	<b>Station de ski de Porté-Puymorens (PR*)</b>
	<b>Station de ski d'Err-Puigmal</b>

**Tableau 3**      **LISTE DES ACTEURS DE L'EAU CONTACTES**

Lors de ces entretiens, les thèmes suivants ont été abordés :

- rôle, activités et missions de l'organisme et de l'interlocuteur au sein de cet organisme ;
- usages de l'eau existant sur le bassin et prélèvements principaux, ainsi que les dérivations et les canaux ;
- enjeux, quantitatifs et qualitatifs, liés à l'eau sur le territoire, ainsi que les problèmes existants et les éventuels conflits d'usage ;
- état et enjeux liés aux milieux naturels aquatiques ;
- modalités de gestion de l'eau de l'organisme, et rôle dans la gestion globale ;
- opinion et idées sur les modes de gestion existant et les points de blocage à lever ;
- perspectives d'évolution des prélèvements et de la ressource.

En fonction de l'interlocuteur, de son domaine d'activité et de sa compétence, ces thèmes ont été abordés plus ou moins longuement.

Ces différents entretiens serviront à alimenter et nourrir la réflexion sur les différentes parties de l'étude.

## **1.2. PRESENTATION DE L'HYDROLOGIE DU SEGRE**

### **1.2.1. CLIMATOLOGIE**

*Source : Contrat de Rivière Sègre - Etat des lieux - Janvier 2005*

La Cerdagne est une zone de plaine montagneuse, avec un climat méditerranéen, à tendance humide. Ces caractéristiques varient significativement dans les deux zones de montagne (au Sud et au Nord), passant d'un climat méditerranéen de haute montagne à un climat subalpin, jusqu'aux sommets à 2 900 m d'altitude.

Le territoire reçoit un ensoleillement très important, avec une moyenne annuelle de près de 300 jours (données Cerdagne française).

La Cerdagne constitue par ailleurs un plateau bien abrité des événements pluvieux et les quantités de précipitations observées y sont globalement très basses compte tenu de l'altitude. Elles sont plus abondantes en été qu'en hiver. En moyenne, les précipitations annuelles sont comprises entre 600 mm et 900 mm.

Toutefois, les précipitations peuvent être intenses et se concentrer sur une courte période à l'occasion de perturbations pluvio-orageuses pouvant survenir pratiquement en toute saison.

### **1.2.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE**

Né sous le pic du Puigmal de Sègre (altitude 2 843 m NGF), le Sègre présente un bassin versant montagneux. Il s'écoule dans une vallée très encaissée jusqu'à Llo où le relief s'évase significativement jusqu'à rejoindre la cuvette de la Cerdagne (d'altitude moyenne de plus de 1 200 m). Suite à un parcours de 20 km et après avoir traversé l'enclave de Llivia, il franchit la frontière espagnole.

A la frontière, le bassin versant du Sègre a une superficie de 472 km<sup>2</sup>.

D'amont en aval, le Sègre reçoit plusieurs affluents dont les principaux sont les suivants (cf. Figure 2) :

- en rive droite : l'Angust, le rec d'Estagouge, l'Angoustrine appelée Ralur dans sa partie aval, le Carol ;
- en rive gauche : la rivière d'Err, l'Eyne et la Vanéra.

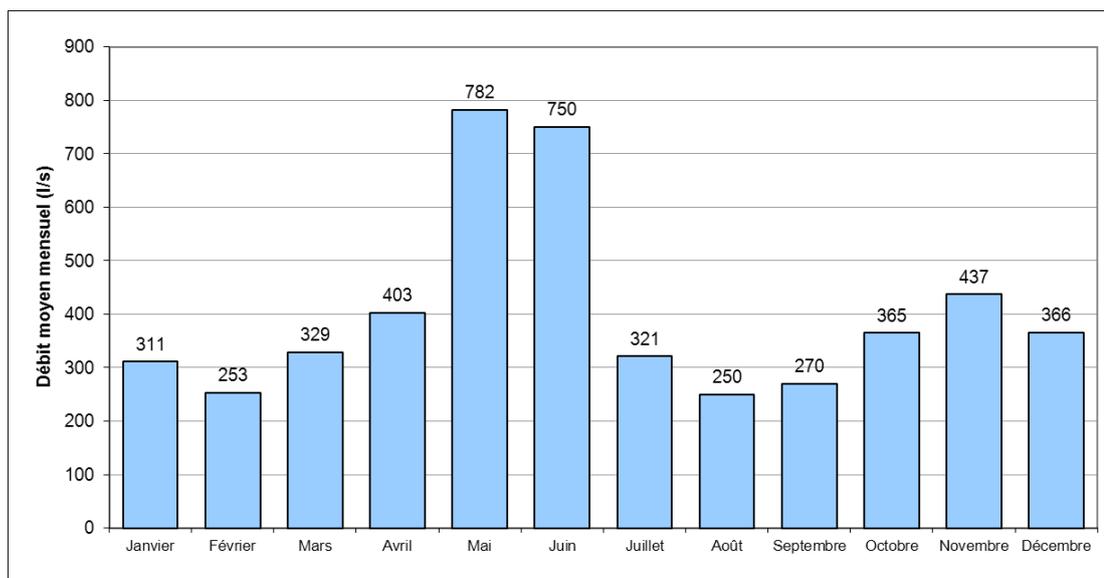
A noter que le Carol et la Vanéra confluent avec le Sègre à l'aval de la frontière espagnole.

Les masses d'eaux considérées sur le bassin-versant sont les suivantes :

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau
<b>Eaux Superficielles</b>	
FRDR240	Rivière du Carol
FRDR242	Rivière de la Vanéra
FRDR243	Le Sègre de sa source à la frontière espagnole et le Ralur
FRDR10119	Rivière d'Err
FRDR10517	Rivière de Campcardos
FRDR11069	Riu de Tartares
FRDR11149	Rec de l'Estagouge
FRDR11269	Rivière de Brangoly
FRDR11348	Rec de l'Estany llat
FRDR11603	Rec de Mesclan d'aigues
FRDR12075	Rivière d'Eyne
<b>Eaux Souterraines</b>	
FR_DO_414	Domaine plissé Pyrénées axiales et alluvions quaternaires dans le bassin versant du Sègre (district Ebre)
FR_DO_615	Domaine plissé Pyrénées axiales dans le bassin versant de la Têt et de l'Agly

**Tableau 4      MASSES D'EAU SUR LE BASSIN DU SEGRE**

Le Sègre connaît un régime nival avec un maximum hydrologique en mai et juin à la fonte des neiges et deux périodes d'étiage en été et en hiver (du fait de la rétention nivale).



**Figure 5** DEBIT MOYEN MENSUEL DU SEGRE A SAILLAGOUSE (CALCULE SUR LA PERIODE 1988-2011)

Durant les périodes d'étiage, des assècs peuvent survenir sur les petits cours d'eau (notamment du fait des prélèvements). Sur les cours d'eau principaux, les zones d'assec sont rares mais les débits peuvent toutefois être très faibles. On peut notamment citer :

- la Vanéra où un assèchement total du cours d'eau a été observé en 2008, sur un linéaire de quelques centaines de mètres en amont de la frontière ; cet assèchement était, d'après les témoignages, lié à des aspects lithologiques locaux (zone d'infiltration), puisque l'eau réapparaissait à l'aval de la frontière ; cet assec a déjà été observé à d'autres reprises par les habitants de la vallée ;
- l'Angoustrine qui subit de forts prélèvements ; en 2007, il ne restait qu'1 l/s dans la rivière à l'aval des canaux de Soulane et Plandails ;
- le Carol dans sa partie aval où les débits peuvent être beaucoup plus faibles qu'à l'amont, notamment à cause des prélèvements des canaux de Puigcerda et de Ger ;
- le Sègre à partir de la frontière avec Llivia où les prélèvements peuvent conduire à assécher totalement le cours d'eau.

### 1.2.3. QUALITE DES EAUX

#### 1.2.3.1. OBJECTIFS SDAGE ET PRESENTATIONS DES STATIONS RCS/RCO

Le tableau suivant présente les objectifs environnementaux qui sont associés aux masses d'eau du bassin versant du Sègre tels qu'ils sont définis dans le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée.

Il présente la synthèse de l'état biologique et chimique observé en 2009.

Caractéristiques des masses d'eau, cours d'eau du sous bassin

MASSES D'EAU		STATUT	ÉTAT ÉCOLOGIQUE					ÉTAT CHIMIQUE				
N°	NOM		2009		OBJ. BE	MOTIFS DU REPORT	2009		OBJ. BE	MOTIFS DU REPORT		
			ÉTAT	NC			ÉTAT	NC			CAUSES	PARAMÈTRES
FRDR240	rivière du carol	MEN	MOY	1	2015			?	2015			
FRDR242	rivière de la vanéra	MEN	MOY	1	2015			?	2015			
FRDR243	Le Sègre de sa source à la frontière espagnole et le Rabur	MEN	BE	3	2015			BE	3	2015		
FRDR10119	rivière d'err	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR10517	rivière de campcardos	MEN	TBE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR11069	riu de tartares	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR11149	rec de l'estagouge	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR11269	rivière de brangoly	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR11348	rec de l'estany llat	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR11603	rec de mesclan d'aigues	MEN	TBE	2	2015			BE	2	2015		
FRDR12075	rivière d'eyne	MEN	BE	2	2015			BE	2	2015		

gende

#### État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
?	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
	Absence ou insuffisance de données

#### État chimique

BE	Bon état
MAUV	État mauvais
?	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence ou insuffisance de données

#### Statut

MEN	Masse d'eau naturelle (non MEFM)
MEFM	Masses d'eau fortement modifiées au sens de l'art. 4.3 de la DCE
MEA	Masse d'eau artificielle

**Tableau 5** OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DES MASSES D'EAU CONSIDEREES DANS CETTE ETUDE

D'après le tableau présenté, toutes les masses d'eau répertoriées sur le bassin du Sègre appartiennent à la catégorie des Masses d'Eau Naturelles (non modifiées). La qualité actuelle semble déjà être en adéquation (données 2009) avec les objectifs de 2015 d'atteinte du bon état écologique, hormis sur les rivières du Carol et de la Vanéra (Etat moyen en 2009).

Parmi ces masses d'eau, trois relèvent d'un réseau de surveillance. La masse d'eau **FRDR243** (le Sègre, station de surveillance n° 6166720 à Bourg-Madame) est suivie au **RCS** (réseau contrôle et surveillance) et les masses d'eau **FRDR240** (le Carol, station de surveillance n°6166550 à Latour-de-Carol) et **FRDR242** (la Vanéra, station de surveillance n°06177835 à Palau-de-Cerdagne) sont suivie au **RCO** (réseau de contrôle opérationnel).

**1.2.3.2. SUIVI DES DONNEES (QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET QUALITE BIOLOGIQUE)**

La qualité des eaux de surface, telle que définie dans le SDAGE, comprend la qualité écologique et la qualité chimique de la masse d'eau.

Les évaluations de ces états écologiques et chimiques se fait de manière différente selon des critères propres. En effet, l'évaluation de l'état chimique des eaux de surface repose sur une liste de substances pour lesquelles des normes de qualité environnementale (NQE) ont été établies. Une masse d'eau superficielle étant donc considérée en bon état chimique lorsque les concentrations dissoutes de ces substances ne dépassent pas les NQE.

L'évaluation de l'état écologique d'une eau de surface est déterminée quant à elle en fonction du type auquel appartient la masse d'eau conformément à la typologie nationale des eaux de surfaces. Les facteurs pris en compte pour l'évaluation de l'état écologique sont d'ordre biologique (analyse des indices diatomiques - IBD DCE, de l'indice macroinvertébré-IBG DCE, de l'indice poisson-IPR et de l'indice macrophytique-IBMR) et physico-chimique (prise en compte de différents paramètres tels que : bilan de l'oxygène, particules en suspension, effet des proliférations végétales et polluants spécifiques). Une masse d'eau superficielle étant donc considérée en bon état écologique lorsque les indices et les paramètres physico-chimiques présentent tous une qualité "bonne" à "très bonne".

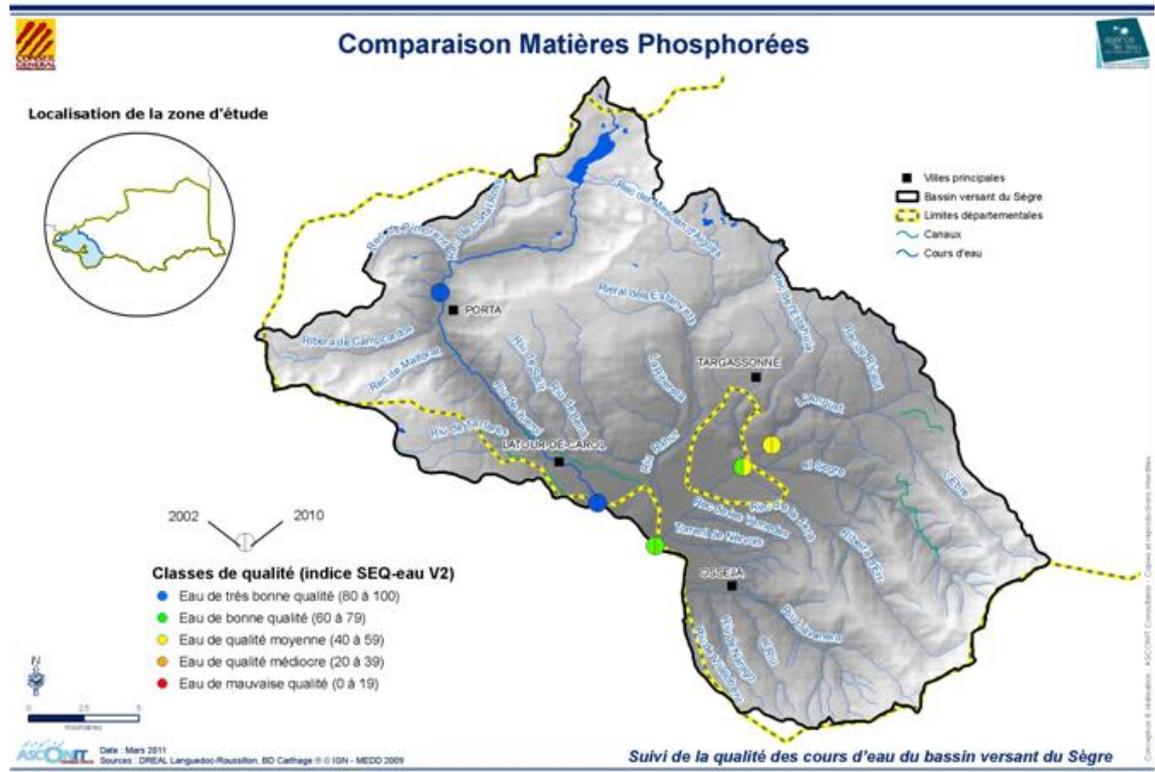
**1.2.3.2.1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE**

Le tableau ci-après synthétise la qualité générale de l'eau sur le bassin du Sègre pour différents paramètres et indique leur évolution entre 2002 et 2010. Le détail et l'ensemble des cartes associées seront présentés dans la phase 4.

Paramètres	Qualité 2010	Evolution 2002/2010
Matières en suspension	Pas d'altération	Amélioration
Matières azotées	Pas d'altération	Amélioration
Matières phosphorées	Perturbation sur le sous bassin propre au Sègre Pas d'altération sur le Carol	Légère dégradation
Matières organiques et oxydables	Pas d'altération	Légère diminution en fermeture du bassin du Carol et du Sègre mais la qualité reste bonne

**Tableau 6 QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE EN 2010 ET EVOLUTION DEPUIS 2002**

Le bassin du Sègre présente donc essentiellement une perturbation liée au Phosphore et qui ne concerne que le sous-bassin du Sègre lui-même (le Carol étant exempt de perturbations liées à ce paramètre). La zone concernée étant la zone centrale du bassin dont on a vu qu'elle concentre la majeure partie des agglomérations du bassin ainsi que la plus grande part des terres arables, on ne peut conclure sur la nature domestique ou agricole des matières phosphorées. Ce constat, fait en 2010, semble traduire une légère dégradation du milieu liée à cet élément dans la partie centrale du bassin du Sègre entre 2002 et 2010.

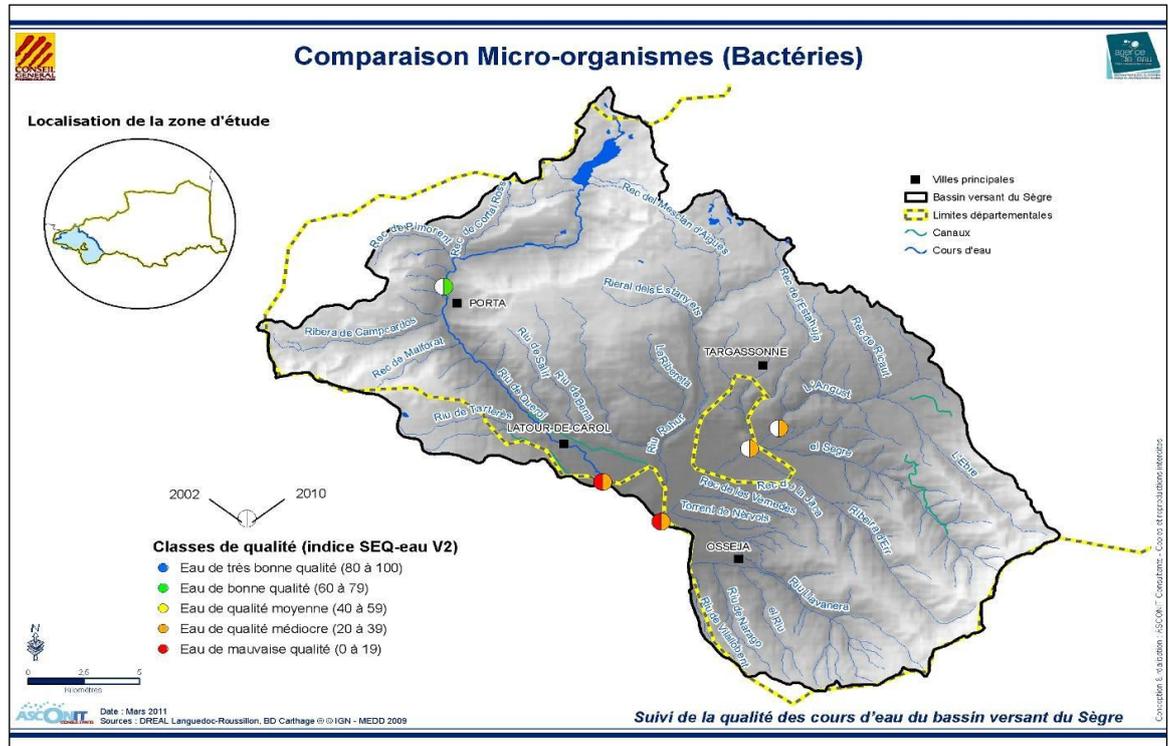


**Figure 6 CARTE ALTERATION MATIERES PHOSPHOREES, COMPARAISON 2002/2010**

(Source : "Suivi de la qualité des cours d'eau du bassin versant de la haute vallée de l'Aude et du Sègre réalisée en 2010 par ASCONIT CONSULTANTS pour le Conseil Général des Pyrénées-Orientales.")

1.2.3.2.2. QUALITE BIOLOGIQUE

**MICRO-ORGANISMES**



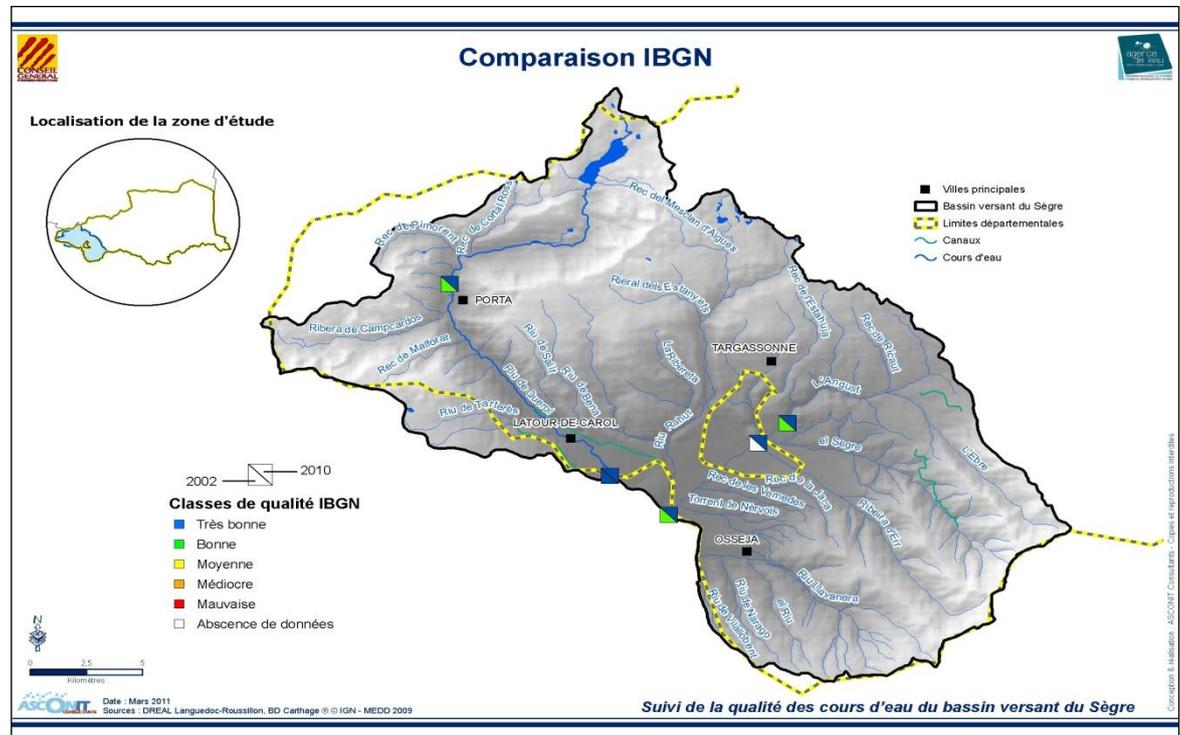
**Figure 7 CARTE ALTERATION BACTERIOLOGIE COMPARAISON 2002-2010**

(Source : "Suivi de la qualité des cours d'eau du bassin versant de la haute vallée de l'Aude et du Sègre réalisée en 2010 par ASCONIT CONSULTANTS pour le Conseil Général des Pyrénées-Orientales.)

Le bassin du Sègre présente des perturbations liées à des pollutions bactériennes dans sa zone centrale, zone qui concentre la majorité des zones urbaines et ainsi des stations d'épurations.

Toutefois comme le montre la figure précédente, il semblerait que la qualité bactérienne du bassin soit en cours d'amélioration.

↳ **MACRO-INVERTEBRES**



**Figure 8 CARTE QUALITE BIOLOGIQUE : IBGN - COMPARAISON 2002/2010**

(Source : "Suivi de la qualité des cours d'eau du bassin versant de la haute vallée de l'Aude et du Sègre réalisée en 2010 par ASCONIT CONSULTANTS pour le Conseil Général des Pyrénées-Orientales.")

Le bassin du Sègre ne présente aucune perturbation en ce qui concerne les peuplements de macro-invertébrés benthiques, l'ensemble des stations échantillonnées présentant une très bonne qualité. La tendance observée entre 2002 et 2010 est une amélioration généralisée des notes IBGN.

↳ **DIATOMÉES**

Les stations suivies au RCO (Vanéra et Carol) présentent en 2010 (seules données disponibles) un très bon état en ce qui concerne la note de l'IBD. La station suivie au RCS (Sègre) présente quant à elle une qualité moyenne depuis 2006.

année	stations RCO		station RCS
	Vanéra à Palau	Carol à Enveitg	Sègre à Bourg-Madame
2006	/	/	MOY
2007	/	/	BE
2008	/	/	MOY
2009	/	/	MOY
2010	TBE	TBE	MOY

**Tableau 7 QUALITE DIATOMÉES**

(Données Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse : <http://sierm.eaurmc.fr/eaux-superficielles>)

## FAUNE PISCICOLE

Le tableau suivant synthétise l'état fonctionnel des contextes piscicoles de la zone d'étude.

	contexte piscicole			
	Angoustrine	Carol	Vanera	Sègre
domaine piscicole	Salmonicole	Salmonicole	Salmonicole	Salmonicole
espèce repère	Truite fario	Truite fario	Truite fario	Truite fario
état fonctionnel	Perturbé	Perturbé	Perturbé	Altéré
fonction altérée	croissance et reproduction	croissance et reproduction	reproduction	Reproduction
origine des altérations	continuité non assurée, problèmes de franchissements	somme de perturbation moyennes (qualité chimique de l'eau, franchissement...)	libre circulation non assurée, déconnexion de la partie aval avec le Sègre	libre circulation non assurée, très nombreux obstacles difficilement voire non franchissables

**Tableau 8** SYNTHÈSE DE L'ÉTAT FONCTIONNEL DES CONTEXTES PISCICOLES DE LA ZONE D'ÉTUDE

(Source : "Plan de Gestion piscicole et halieutique des Pyrénées-Orientales" Fédération des Pyrénées-Orientales pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques)

La station suivie au RCS (Sègre) a fait l'objet de détermination de l'indice IPR entre 2008 et 2010.

Comme le montre le tableau suivant la qualité liée à cet indice était **bonne** en 2008 et 2009 et **moyenne** en 2010 cela semblant traduire une altération du peuplement piscicole en place sur ce secteur du cours d'eau.

année	station RCS
	Sègre à Bourg-Madame
2006	/
2007	/
2008	BE
2009	BE
2010	MOY

**Tableau 9** QUALITÉ LIÉE À L'INDICE IPR

(Données Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse : <http://sierm.eaurmc.fr/eaux-superficielles>)

### 1.2.4. HYDROGÉOLOGIE

Source : Contrat de rivière Sègre - Etat des lieux - Janvier 2005 et dossier définitif, Mai 2007.

Les eaux souterraines du bassin du Sègre ont été relativement peu caractérisées.

En Cerdagne, se retrouvent trois types de comportement aquifère des matériaux : les sédiments non consolidés de fond de vallée, les roches paléozoïques calcaires et les roches métamorphiques (dont les schistes et granites).

Les roches sédimentaires quaternaires d'origine fluviale ou glaciaire, les plus poreuses se rencontrent en fond de vallée. Au centre de la vallée, la partie inondable et les terrains plats autour, dont les roches sont plus récentes, plus poreuses, moins consolidées, forment un aquifère superficiel. Occasionnellement, on rencontre des couches d'argile de moindre perméabilité, mais on peut considérer que la perméabilité de l'ensemble est élevée.

Egalement en fond de vallée, mais à plus grande distance de la rivière et près des montagnes, les roches sédimentaires sont très anciennes (miocène), elles sont mieux consolidées et leur porosité est moindre. Les dépôts d'origine sédimentaire avec plusieurs couches ont une perméabilité basse. Dans ces cas, la porosité est moindre et la circulation d'eau plus lente.

Le fond de la vallée est également une zone d'aquifère profond captif et semi-confiné, formé de dépôts granulaires et de roches fissurées ou karstifiées à des profondeurs variables.

Au sein du groupe des roches anciennes, il faut distinguer les calcaires qui ont un comportement distinct des autres roches paléozoïques. En Cerdagne, les calcaires sont altérés en surface et de nombreuses grottes et galeries s'y sont formées. La surface de recharge de ce type d'aquifère coïncide avec la surface altérée des calcaires, tandis que la porosité de la roche inaltérée est nulle. La perméabilité de l'aquifère est moyenne, l'eau ne circulant que par des conduits préférentiels.

Les autres roches anciennes (granitiques et métamorphiques) ont une perméabilité très basse ou pratiquement nulle. Ce sont des roches sans porosité, et l'eau ne peut qu'y pénétrer et circuler par des fractures ouvertes. Dans ces cas, on peut rencontrer de petits aquifères locaux ; plus probablement dans les roches granitiques, qui sont plus altérables. Dans les fractures ouvertes, la transmissivité de l'aquifère est élevée.

Globalement cette zone peut être considérée comme relativement vulnérable du fait de la faible profondeur des aquifères et de la nature perméable ou fissurée des matériaux qui les recouvrent.

En conclusion, les granites et les schistes du socle pyrénéen présente globalement une faible productivité mais constituent localement des ressources non négligeables ; ils sont principalement sollicités via les sources. Les alluvions quaternaires de la plaine de Cerdagne, alimentées par les cours d'eau, représentent une ressource plus facile d'accès mais peu abondante.

## **1.2.5. AMENAGEMENTS SUR LES COURS D'EAU ET ANTHROPISATION DU MILIEU**

### **1.2.5.1. MORPHOLOGIE DU LIT ET AMENAGEMENT SUR LES COURS D'EAU**

Le Sègre et ses affluents présentent globalement des vallées où l'espace réservé à la rivière est bien respecté, hormis dans les traversées de villages, souvent canalisées.

Ces cours d'eau torrentiels de montagne présentent de fortes pentes et par endroit des seuils naturels.

Sur le haut bassin de la Vanéra et du Carol, des aménagements de correction torrentielle ont été mis en œuvre dans les années 1990 pour faire face aux phénomènes d'érosion. A noter que sur la Vanéra, ces aménagements avaient aussi pour objectif de lutter contre les inondations.

Sur le Sègre et les affluents, on recense surtout de très nombreux seuils (artificiels ou naturels) associés à des prises d'eau. Il s'agit essentiellement de prises d'eau d'alimentation de canaux d'irrigation (dont certains sont désaffectés), mais l'on trouve également des dérivations pour l'hydroélectricité (une centrale sur l'Angoustrine et trois sur le Carol) ou pour l'eau potable. De ce fait, un grand linéaire de cours d'eau est court-circuité par les nombreux canaux.



### 1.2.5.3. TRANSFERT D'EAU INTRA-BASSIN DE LA FRANCE VERS L'ESPAGNE

Plusieurs canaux ont leur prise d'eau en France, en amont de la frontière, et desservent des terres espagnoles à l'aval de celle-ci. Si de l'eau dérivée doit revenir dans les cours d'eau du bassin versant, la restitution se fait alors majoritairement à l'aval de la frontière.

Les principaux transferts concernés sont les suivants :

- canal de Puigcerda sur le Carol dont l'eau est utilisée pour l'alimentation en eau potable de Puigcerda et l'irrigation de terres françaises et espagnoles ; ce canal est régi par le traité de Bayonne ;
- canal de Ger sur le Carol qui irrigue quelques terres agricoles françaises puis les communes de Saneja, Saga, Ger et All ; ce canal ne fait, a priori, l'objet d'aucun accord international signé par la France ;
- dérivation des ruisseaux du Riutort et Tartarès : ces deux ruisseaux, affluents rive droite du Carol au niveau de la commune de Latour-de-Carol sont régis pour partie par le traité de Bayonne (cf. 1.2.6.1) ; ils ont par ailleurs été récemment déviés de leur cours par la création de canaux en direction de Guils et de Ger, communes espagnoles.

A noter également quelques canaux destinés à l'irrigation de terres espagnoles en amont immédiat de la frontière sur le Sègre, le Rahur et la Vanéra.

En comparaison des transferts sur le Carol, ces canaux n'influencent qu'un faible linéaire de cours d'eau en territoire français.

Remarque :

*Le canal de Llivia (Angoustrine) et différents canaux sur le Sègre et l'Angoustrine (canal du Plandail, ...) dérivent également de l'eau en provenance de la France vers la commune espagnole de Llivia. Toutefois, du fait du caractère enclavé de Llivia, les éventuelles restitutions finissent nécessairement par revenir sur le territoire français.*

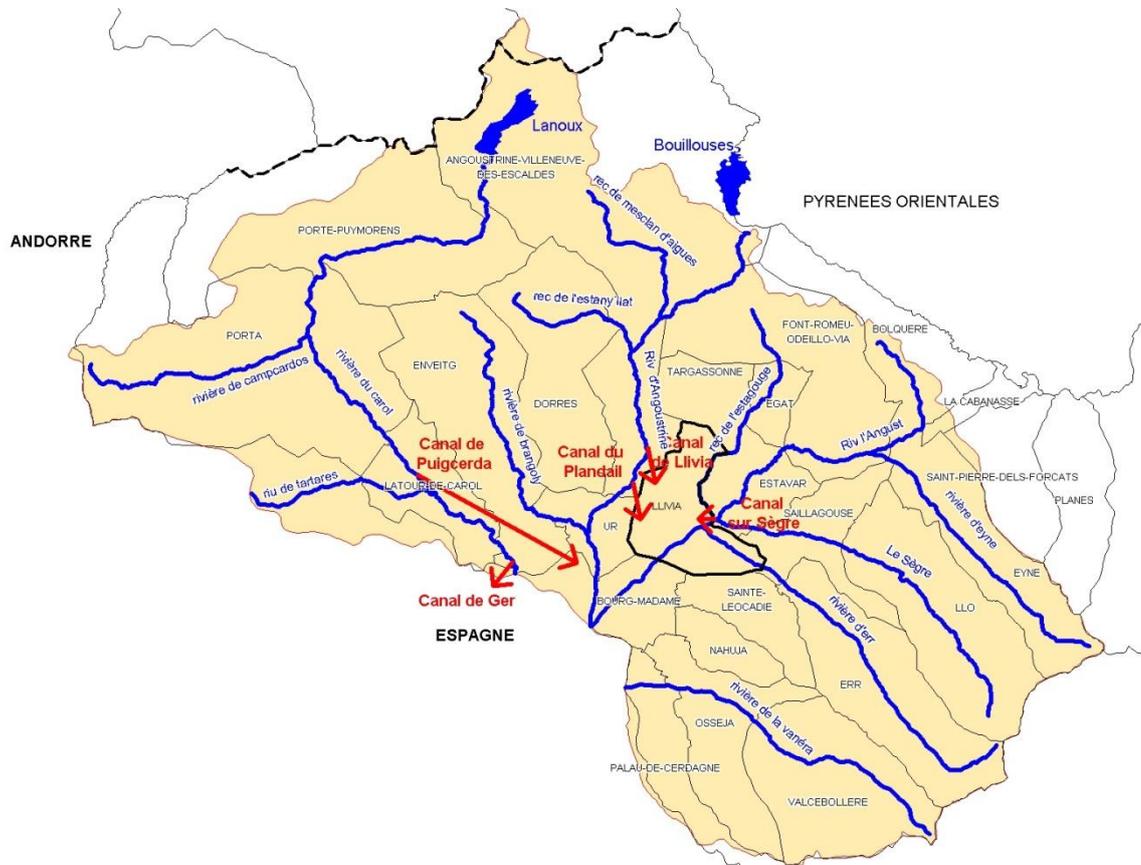


Figure 10 CARTE DES TRANSFERTS VERS L'ESPAGNE

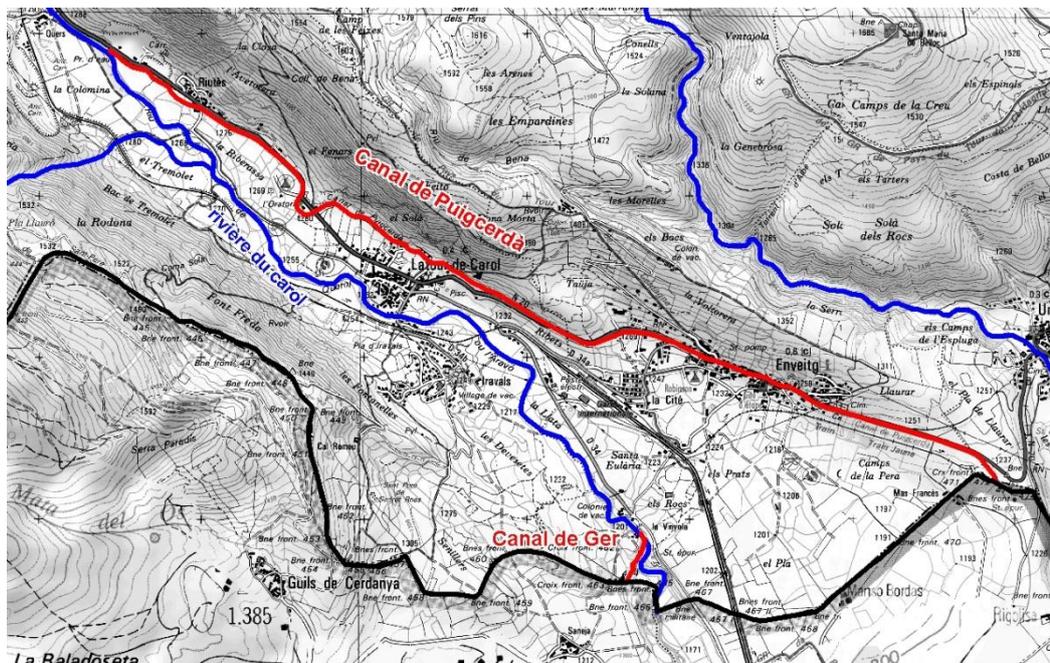


Figure 11 CANAL DE PUIGCERDA, CANAL DE GER - TRANSFERTS DU CAROL VERS L'ESPAGNE

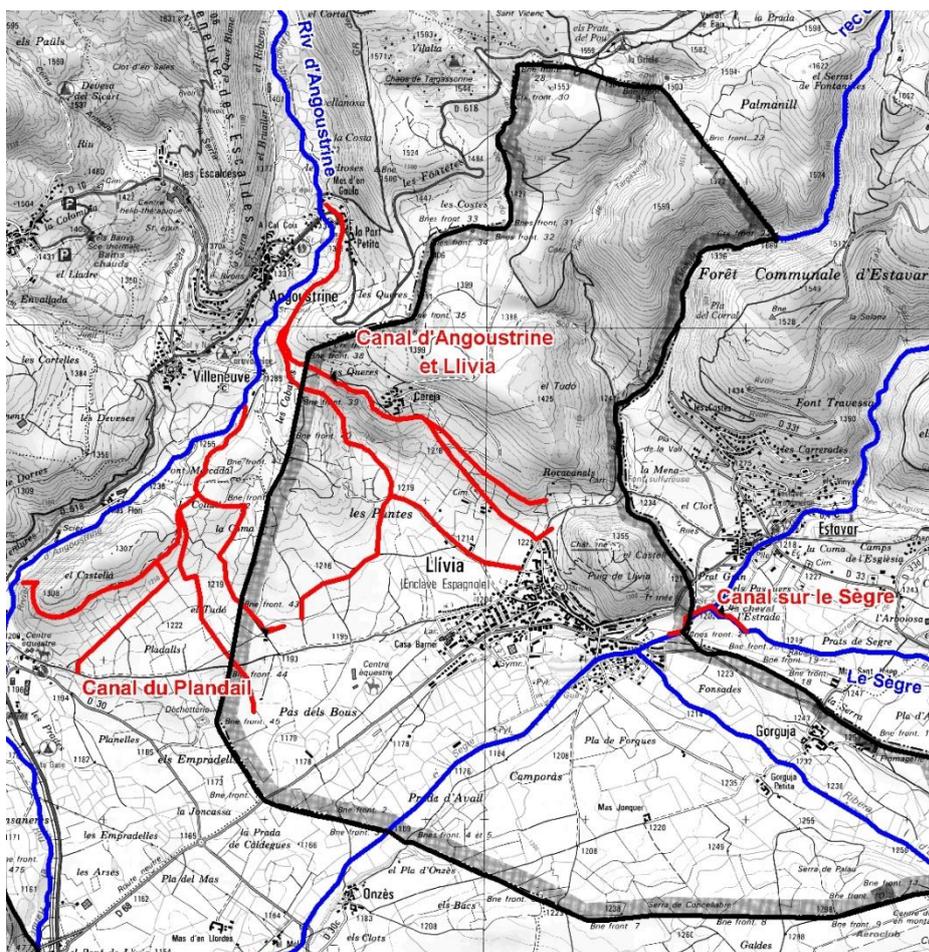


Figure 12 ZOOM DES TRANSFERTS VERS LLIVIA

### 1.2.6. CONTEXTE TRANSFRONTALIER

Le Sègre, affluent du fleuve espagnol de l'Ebre présente la particularité de disposer d'un bassin versant transfrontalier.

Ainsi, le Sègre prend sa source en France puis s'écoule en territoire espagnol dans l'enclave de Llivia pour revenir en France à l'aval de l'enclave et rejoindre enfin définitivement l'Espagne à l'aval de la frontière.

Deux de ses affluents, le Carol et la Vanéra, prennent leur source en France mais confluent avec le Sègre en Espagne.

A noter que l'amont du bassin versant du Carol est lui-même transfrontalier puisque deux de ses affluents ; le Riutort et le Tartarès ont leur source en Espagne.

Du fait de ce contexte spécifique, un règlement spécial a été conçu pour fixer la répartition des eaux entre les deux pays : il s'agit du traité de Bayonne du 11 juillet 1868.

Les principaux points de ce traité intéressant la gestion quantitative et la gouvernance sont synthétisés ci-après.

### 1.2.6.1. DONNEES SUR LA GESTION QUANTITATIVE

#### 1.2.6.1.1. RIU TORT ET RIU TARTARES

Comme indiqué précédemment, ces deux cours d'eau sont des affluents du Carol qui prennent leur source en Espagne.

Le traité de Bayonne indique :



*Article I : Les habitants de Guils ne pourront dériver les eaux du Riou Tort que par des rigoles ayant leur prise à 550 mètres au moins à l'amont du point où ce ravin est coupé par la ligne frontière, entre les bornes 440 et 441.*

*Article II : Les habitants de Guils ne pourront prendre les eaux de la fontaine Talabart, du Riou Tartarès, ni celles de ses affluents, et tous les ouvrages construits dans ce but devront être détruits, ainsi que les rigoles ouvertes à l'aval du point défini à l'article premier, et ce, dans le délai de trois mois, à dater de la promulgation du présent règlement.*

Ainsi, sur les deux cours d'eau, il semble que :

- les dérivations par les habitants de Guils soient interdites sur un tronçon de 550 m en amont de la frontière ;
- en amont de ces 550 m, les dérivations soient autorisées sur le Riou Tort sous forme de rigoles ; sur le Tartarès le traité n'autorise a priori aucune dérivation.

#### 1.2.6.1.2. CANAL DE PUIGCERDA

Le canal de Puigcerda a sa prise dans le Carol en France et est propriété de la ville de Puigcerda sur tout son linéaire depuis la prise d'eau. Il est géré par une commission internationale. Il alimente en eau potable Puigcerda et irrigue des terres françaises et espagnoles.

Le traité stipule :



*Article I : La répartition des eaux du canal de Puigcerda entre les usagers espagnols et français sera réglée comme il suit : Toutes les eaux du canal seront affectées aux usages de tout genre de la ville de Puigcerda et à l'irrigation de son territoire, chaque jour pendant douze heures, de quatre heures du matin à quatre heures du soir. Toutes les eaux de ce canal seront affectées à l'arrosage des terres sur le territoire français, chaque nuit pendant douze heures, de quatre heures du soir à quatre heures du matin.*

*Article II : Le débit minimum du canal à l'origine est fixé à 300 litres. Si, par suite de pénurie d'eau dans la rivière en amont du barrage, le débit du canal descend au-dessous de ce minimum, le nombre d'heures réservé à Puigcerda sera augmenté de telle sorte que le volume d'eau attribué en vingt-quatre heures aux usagers espagnols soit à peu près égal à celui que donnerait un débit continu de 150 litres par seconde.*

*A cet effet, le débit du canal sera constaté par un déversoir de jauge établi à environ 20 mètres à l'aval de l'origine.*

Ainsi :

- le canal doit disposer d'un débit minimum de 300 l/s si le débit dans la rivière le permet ; il n'est par contre par précisé de débit maximum ni de débit réservé dans le Carol ;
- en temps normal, les eaux sont réparties entre les usagers espagnols et les usagers français : 12h à l'Espagne le jour, 12h à la France la nuit ;
- si le débit du canal devient inférieur à 300 l/s, la durée réservée aux espagnols augmente progressivement au détriment des usagers français : en deçà de 150 l/s, toute l'eau du canal est envoyée en Espagne.

#### 1.2.6.1.3. LA VANERA

La Vanéra, affluent rive gauche du Sègre, prend sa source en France mais conflue avec le Sègre en Espagne. Le traité de Bayonne fixe des règles sur la rivière toute entière. Il indique :



*Article I : La répartition des eaux de la Vanéra entre les communes espagnoles d'Aja, de Vilalloyent, de Las Pareras et Caixans, d'une part, et les communes françaises de Valcebollère, d'Osséja et de Palau, d'autre part, sera réglée comme il suit, du 1<sup>er</sup> juillet au 1<sup>er</sup> octobre de chaque année.*

*Article II : Toutes les eaux de la rivière seront à la disposition des usagers français, du lundi à six heures du matin au vendredi à six heures du matin de chaque semaine.*

*Article III : Les usagers espagnols jouiront des eaux de la rivière du vendredi à six heures du matin au lundi à six heures du matin. Pendant ce temps :*

*1° Toutes les prises d'eau françaises situées en aval de la prise du canal d'Osséja devront être fermées.*

*2° Les propriétaires des fonds situés en amont de la prise d'eau du canal d'Osséja conserveront la faculté d'arroser à volonté, comme par le passé. Il en sera de même pour les usagers des affluents de la Vanéra, lesquels ne sont point assujettis au présent règlement.*

*3° Le canal d'Osséja, concédé par décret impérial du 14 janvier 1852, continuera à dériver de la rivière un volume d'eau de quarante litres par seconde en remplissant les conditions de ladite concession.*

*4° Les moulins et usines des communes d'Osséja et de Palau pourront dériver toute l'eau qui leur est nécessaire, d'une manière continue ; mais ils devront la rendre à la rivière par leurs canaux de fuite, sans qu'elle puisse être employée à l'irrigation.*

*5° Chacune des communes françaises pourra dériver de la rivière, d'une manière continue, un volume d'eau de quatre litres par seconde pour la satisfaction de ses besoins de tout genre.*

*6° Les habitants de ces communes pourront, en outre, user de l'eau de la rivière et des canaux des moulins, comme par le passé, pour les usagers domestiques, l'abreuvement des bestiaux et le cas d'incendie.*

*Article VI : La réglementation horaire entre les espagnols et les français ne fera point d'obstacle à ce que le Gouvernement français autorise, s'il y a lieu, de nouvelles dérivations d'eau continues ayant leur prise en amont de celle du canal actuel d'Osséja, sous la réserve que ces dérivations ne pourront fonctionner toutes les fois que le débit de la rivière descendra au-dessous de 220 litres par seconde, savoir : 40 litres pour desservir la concession du canal d'Osséja et 180 litres pour les besoins des usagers inférieurs, tant espagnols que français.*

Ainsi,

- une répartition des eaux est prévue entre la France et l'Espagne du 1<sup>er</sup> juillet au 1<sup>er</sup> octobre : du lundi matin au vendredi matin, l'eau est réservée aux français ; les trois jours restants, elle l'est aux espagnols ; cette répartition ne concerne que les prises situées à l'aval du canal d'Osséja (canal inférieur) ;
- en amont du canal d'Osséja, de nouvelles prises peuvent être autorisées à condition qu'elles respectent un débit minimal de 220 l/s dans la Vanéra en amont immédiat du canal d'Osséja ;
- le traité ne prévoit pas de débit réservé dans la rivière.

#### 1.2.6.1.4. CANAL D'ANGOUSTRINE ET DE LLIVIA

Le canal d'Angoustrine et de Llivia dispose d'une prise d'eau dans l'Angoustrine et irrigue des terres françaises et espagnoles (de l'enclave de Llivia).

Le traité de Bayonne indique :



*Article I : Le débit du canal d'Angoustrine est limité à 76 litres par seconde depuis le 1<sup>er</sup> juillet jusqu'au 1<sup>er</sup> octobre de chaque année. Ce débit sera constaté au moyen d'un régulateur établi à 25 mètres à l'aval de l'origine.*

*Article II : Conformément à l'article vingt-septième du Traité de délimitation conclu, le 26 mai 1886, l'Espagne et la France, la totalité des eaux du canal sera affectée, aux arrosages de la commune d'Angoustrine, chaque semaine, pendant quatre jours et trois nuits, depuis le dimanche au lever du soleil jusqu'au mercredi au coucher du soleil et aux arrosages de Llivia, aussi chaque semaine, pendant trois jours et quatre nuits, depuis le mercredi au coucher du soleil, jusqu'au dimanche suivant au lever du soleil. Les arrosages sur le territoire français auront lieu, autant que possible, de l'amont à l'aval.*

*Article III : Pendant le temps attribué aux français, le canal sera barré par une vanne en amont de la frontière, pour intercepter complètement l'écoulement de l'eau sur le territoire espagnol. Une vanne de décharge sera placée en amont de ce barrage, à l'effet de rejeter le trop-plein du canal dans la rivière d'Angoustrine. Pendant le temps, affecté aux espagnols, toutes les prises d'eau situées sur le territoire français devront être fermées aussi hermétiquement que possible par des vannes glissant entre des montants en bois ou en maçonnerie.*

Ainsi :

- le débit prélevé pour le canal est de 76l/s du 1er juillet au 1<sup>er</sup> octobre ;
- l'usage de l'eau est français 4 jours et 3 nuits par semaine et espagnol le reste du temps ;
- en période d'usage français, le débit excédentaire du canal est restitué à l'Angoustrine.

#### 1.2.6.2. GOUVERNANCE

En termes de gouvernance, le traité de Bayonne instaure la création de deux commissions administratives internationales chargées de faire respecter les droits des deux nations :

- Commission administrative internationale du canal de Puigcerda ;
- Commission administrative internationale du canal d'Angoustrine et de Llivia.

Chaque commission est composée de trois délégués espagnols et de trois délégués français et a notamment pour rôle :



- 1° de veiller à l'exécution du règlement international ;*
- 2° d'apprécier l'opportunité des travaux d'entretien dont la dépense doit être supportée par les usagers des deux pays, d'approuver les projets et le mode d'exécution de ces ouvrages et d'en surveiller l'exécution ;*
- 3° de faire dresser les rôles pour la répartition de la dépense et de les soumettre à l'homologation du Gouverneur de Gironne, pour les usagers espagnols, et du Préfet des Pyrénées-Orientales, pour les usagers français ;*
- 4° de poursuivre devant les tribunaux compétents les contraventions et délits régulièrement constatés par les procès-verbaux des vanniers ;*
- 5° d'accepter les amendes que les contrevenants pourront consentir à verser dans la caisse commune, à titre de transaction, pour arrêter les poursuites dirigées contre eux ;*
- 6° de contrôler et de vérifier les comptes administratifs du Président et la comptabilité du receveur caissier.*

### 1.3. USAGES DE L'EAU SUR LE BASSIN

D'après les premiers éléments recueillis sur le bassin du Sègre, les principaux usages de l'eau sont en majorité l'irrigation et dans une moindre mesure, l'alimentation en eau potable, l'hydroélectricité, la neige artificielle et en dernier lieu l'industrie.

#### 1.3.1. AGRICULTURE

Les données du Recensement Agricole (RA) de 2000, à l'échelle des zones hydrographiques ont été utilisées pour caractériser le domaine de l'agriculture et son rapport à la ressource en eau sur le territoire français du Sègre.

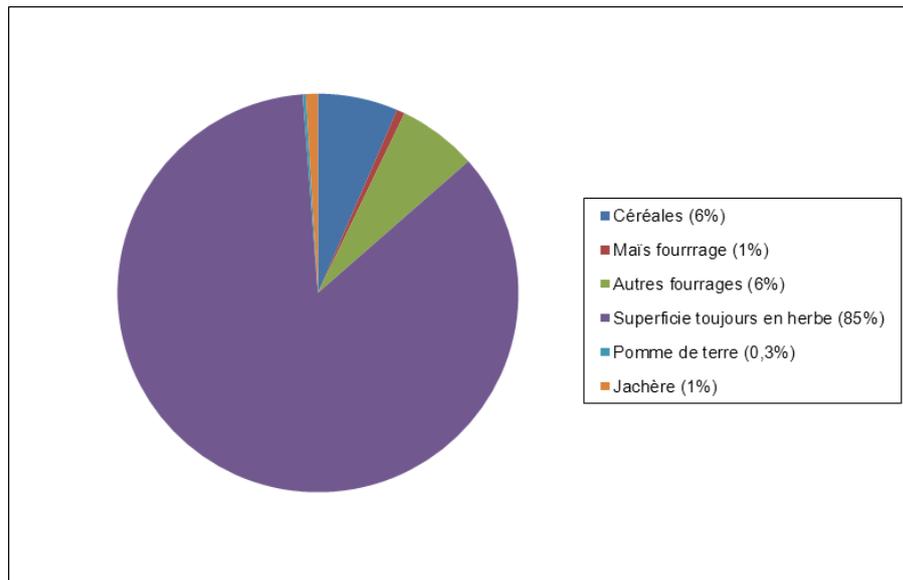
##### 1.3.1.1. PART DE L'AGRICULTURE DANS LE BASSIN DU SEGRE

Le territoire du Sègre en amont de la frontière compte environ 140 exploitations agricoles françaises et une Surface Agricole Utile (SAU) de 7 800 ha pour les communes françaises.

A noter qu'une partie des eaux du bassin versant français du Sègre sert également à l'irrigation de surfaces agricoles à l'aval de la frontière. Citons notamment :

- 542 ha irrigués depuis le canal de Puigcerda (sur le Carol) ;
- 1 059 ha irrigués depuis le canal du Ger (sur le Carol).

Côté français, près de 85% des surfaces agricoles sont des surfaces toujours en herbe. Les céréales représentent 6% de la surface agricole utile. Les cultures destinées au fourrage représentent 7% alors que la culture des pommes de terre représente moins de 1% des surfaces cultivées.

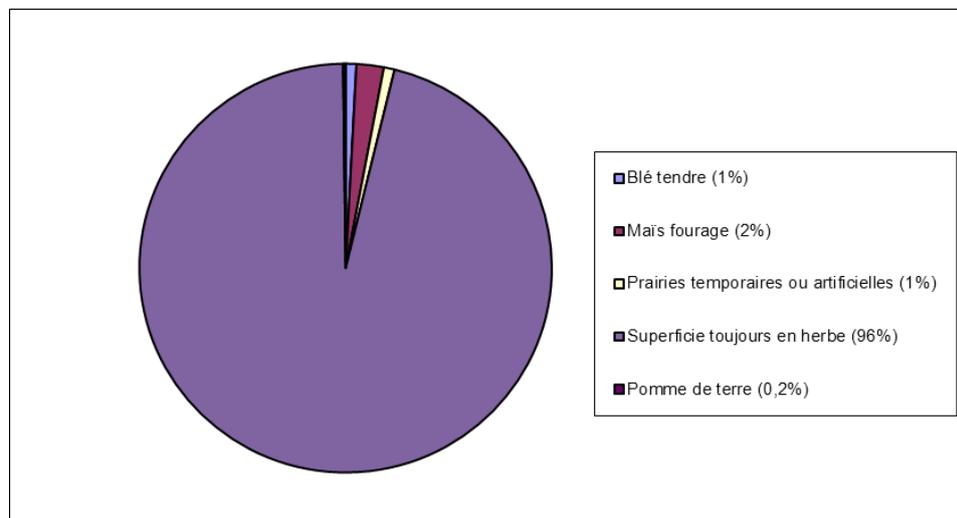


**Figure 13** REPARTITION DES SURFACES CULTIVEES SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE  
 DONNEES DU RA 2000

**1.3.1.2. IRRIGATION**

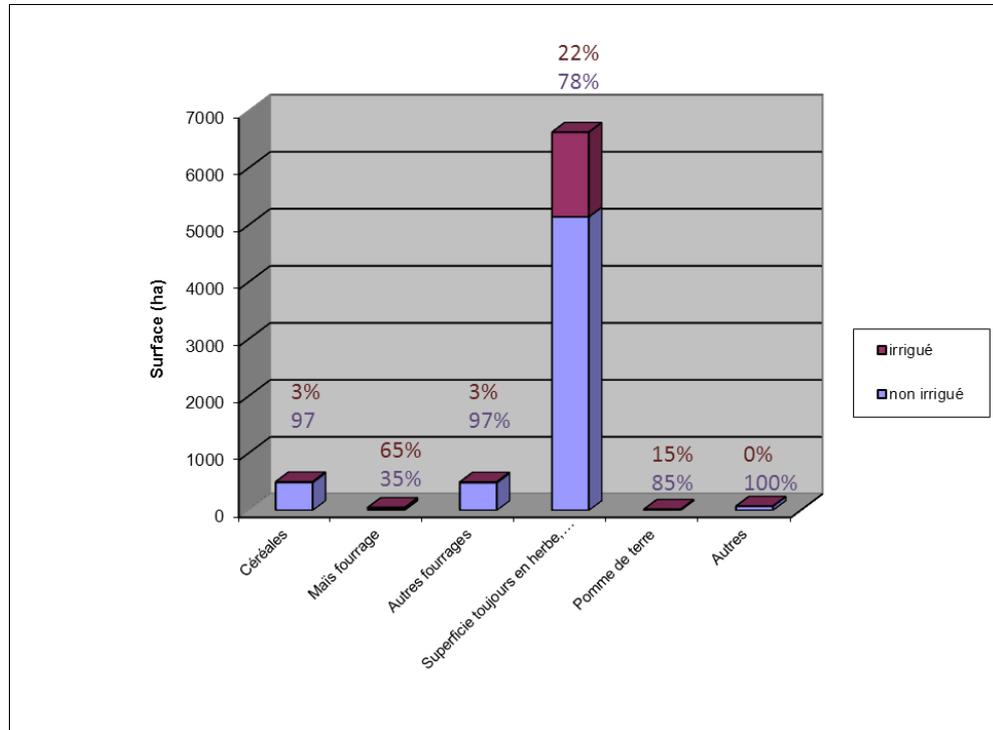
21% (1 633 ha) des surfaces agricoles utiles du territoire français du Sègre sont irriguées au moins une fois dans l'année.

Les cultures les plus irriguées en termes de surface sont les surfaces toujours en herbe. Elles représentent 96% de surfaces irriguées totales. Les 4% restants se partagent essentiellement entre le blé tendre, le maïs fourrage, les prairies temporaires et les cultures des pommes de terre.



**Figure 14** REPARTITION DES SURFACES IRRIGUEES SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE  
 DONNEES DU RA 2000

Les cultures les plus systématiquement irriguées sont le maïs (environ 65% des surfaces), les superficies toujours en herbe (22% des surfaces) et les pommes de terre (15% des surfaces).

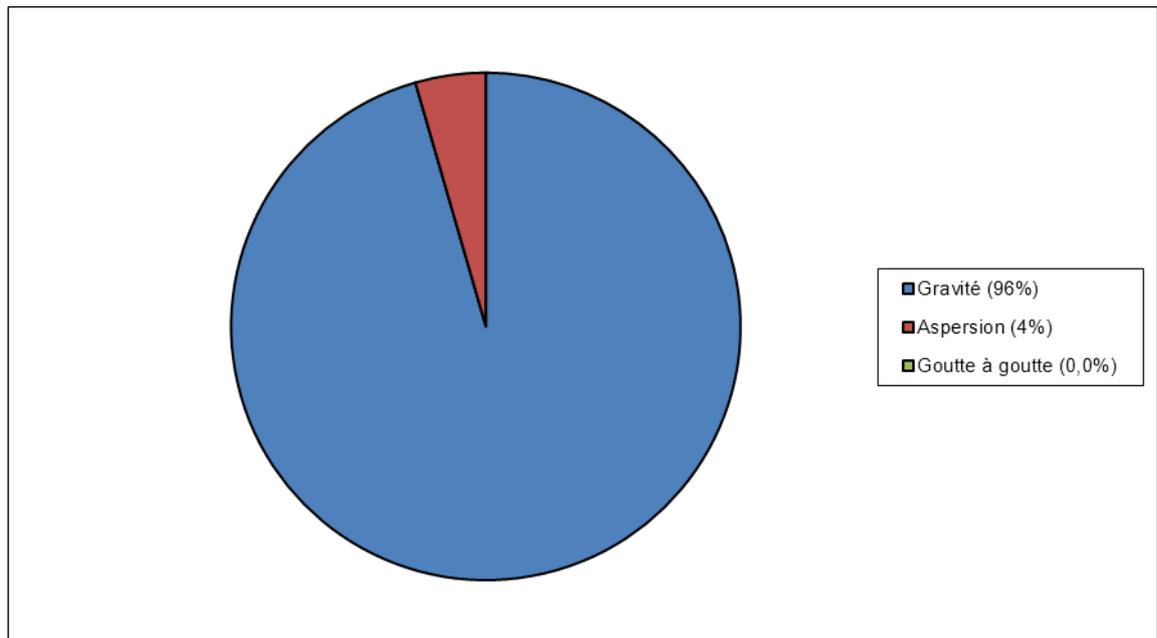


**Figure 15** PROPORTION DES SURFACES IRRIGUEES PAR CULTURE SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE  
 DONNEES DU RA 2000

Ces données de surface irriguée ne sont cependant pas représentatives de la répartition de la consommation en eau de chaque culture : en fonction du mode d'irrigation et des besoins de la culture, propres à sa nature, la consommation en eau d'un hectare de culture varie considérablement, ainsi que les prélèvements en eau nécessaires pour couvrir ces consommations.

Concernant le mode d'irrigation, il en existe trois différents, tous pratiqués sur le territoire :

- irrigation par écoulement gravitaire : c'est le mode d'irrigation majoritaire ; il est notamment pratiqué sur les surfaces en herbe ;
- irrigation par aspersion, utilisé essentiellement pour le maïs ;
- micro-irrigation ou irrigation par goutte-à-goutte, le mode le plus économe, employé de manière anecdotique sur le territoire du Sègre.



**Figure 16** PROPORTION DE SURFACES IRRIGABLES PAR MODE D'IRRIGATION SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS DU SEGRE DONNEES DU RA 2000.

Sur le territoire français du Sègre, l'irrigation par écoulement gravitaire est largement prédominante avec 96% des surfaces irriguées.

### 1.3.1.3. STRUCTURATION DES PRELEVEURS AGRICOLES

L'irrigation, sur le territoire français du Sègre est géré de façon multiple : par des ASA ou des ASL, par les communes ou par les irrigants eux-mêmes. Il n'existe donc pas de structuration globale des irrigants.

Les 12 ASA ou ASL sont les suivantes (source : *Chambre d'Agriculture 66*) :

- ASA du Canal International de Puigcerda - Latour-de-Carol ;
- ASA du Canal International de Puigcerda - Enveitg ;
- ASA de Dorres ;
- ASA des Canaux d'Irrigation d'Ur ;
- ASA du Canal Supérieur d'Osséja ;
- ASA du Canal Inférieur d'Osséja ;
- ASA d'Estavar-Bajande ;
- ASA du canal d'Err ;
- ASL de Font-Romeu-Odeillo-Via ;
- ASA Rondole et Rouhet ;
- ASA de Caillastry ;
- ASA du Canal d'Eyne.

La Chambre d'Agriculture va lancer une étude visant à permettre la structuration des irrigants de Cerdagne pour instaurer une démarche de gestion équilibrée de la ressource en eau.

### 1.3.2. INDUSTRIE

De rares industries sont présentes sur le bassin versant. On recense :

- la carrière d'extraction de matériaux à Quers (commune de Latour-de-Carol) : à ce jour, elle ne prélève plus d'eau dans le milieu naturel (utilisation de l'eau pluviale du site) ;
- une centrale à béton à Saillagouse (Carrière et béton du Capcir) ;
- une centrale à béton à Ur disposant d'un forage mis en place en mai 2010.

### 1.3.3. ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Plusieurs ressources sont actuellement utilisées pour l'eau potable sur le bassin français du Sègre :

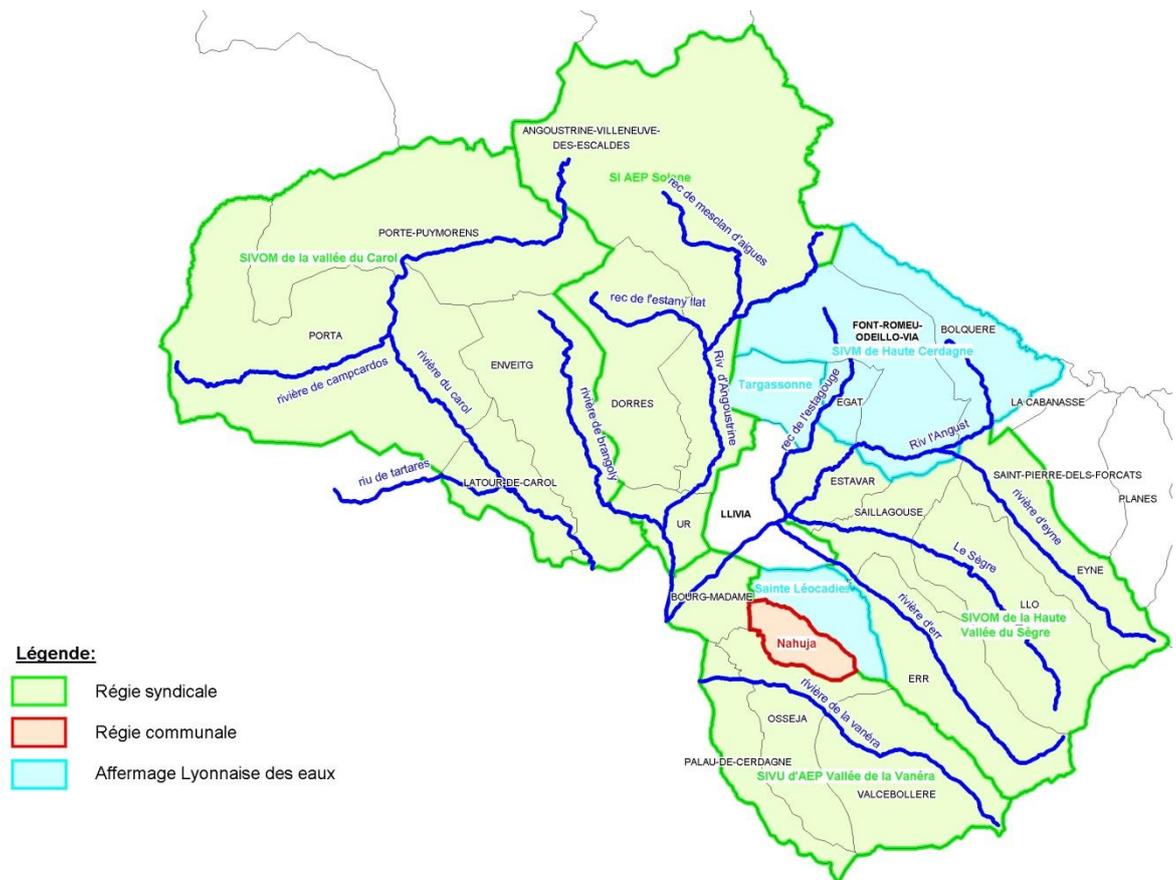
- principalement des sources ou des résurgences présentes dans les roches calcaires, les schistes ou le granit ;
- certains cours d'eau sur lesquels des prises sont aménagées ;
- des plans d'eau (lac des Bouillouses) ;
- rarement les nappes alluviales (Bourg-Madame).

L'alimentation en eau potable est gérée de différentes façons. Le mode de gestion le plus répandu est la régie directe (communale ou syndicale).

Sur le territoire, on recense les modes de gestion suivants (cf. Figure 17) :

- régies syndicales :
  - \* SIVOM de la Vallée du Carol (Porta, Porte-Puymorens, Enveitg, Latour-de-Carol) ;
  - \* SIVU d'AEP de la Vallée de la Vanéra (Bourg-Madame, Palau de Cerdagne, Osséja, Valcebollère) ;
  - \* SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre (Err, Llo, Eyne, Saillagouse, Estavar) ;
  - \* SIAEP de la Solane (Angoustrine, Villeneuve-des-Escalades, Dorres, Ur) ;
- régies communales :
  - \* Nahuja ;
- affermages Lyonnaise des eaux :
  - \* Targassonne ;
  - \* SIVM de la Haute-Cerdagne (Font-Romeu - Odeillo - Via, Bolquère, Egat) ;
  - \* Sainte-Léocadie.

La consommation d'eau potable est fortement influencée par le tourisme et l'on observe des pics de consommation en été et en hiver. Les volumes distribués en haute-saison sont ainsi en moyenne 2 à 3 fois plus élevés qu'en basse-saison.



**Figure 17 CARTE DES STRUCTURES GESTIONNAIRES DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE SUR LE BASSIN FRANÇAIS DU SEGRE.**

Il est par ailleurs à noter qu'un certain nombre de particuliers utilise l'eau potable pour l'arrosage de leurs jardins.

#### 1.3.4. NEIGE ARTIFICIELLE

Le territoire français du Sègre compte 4 stations de ski :

- Cambre d'Aze (Eyne - Saint-Pierre dels Forcats) ;
- Font-Romeu - Pyrénées 2000 ;
- Porté-Puymorens ;
- Err - Puigmal.

Ces quatre stations disposent toutes d'enneigeurs.

Les ressources utilisées pour la fabrication de la neige de culture sont les suivantes :

- retenue collinaire (Err-Puigmal, Porté-Puymorens) ;
- cours d'eau avec prise aménagée (Eyne, Porté-Puymorens) ;
- trop-plein de réseau d'alimentation en eau potable (Eyne, Err-Puigmal) ;
- plan d'eau (lac des Bouillouses pour la station de Font-Romeu - Pyrénées 2000).

Remarque :

*Les pistes de la station de Cambre d'Aze qui sont situées sur la commune de Saint Pierre del Forcats sont alimentées en neige artificielle depuis le bassin de la Têt ; la restitution se fait également dans ce bassin ; elles ne sont donc pas dans le périmètre d'étude.*

Les stations de ski sont gérées de la façon suivante :

- régie communale : Porté-Puymorens ;
- régie syndicale : Cambre d'Aze (Eyne, Saint-Pierre del Forcats et Err-Puigmal) ;
- affermage par le groupe Altiservice (Font-Romeu - Pyrénées 2000).

### 1.3.5. HYDROELECTRICITE

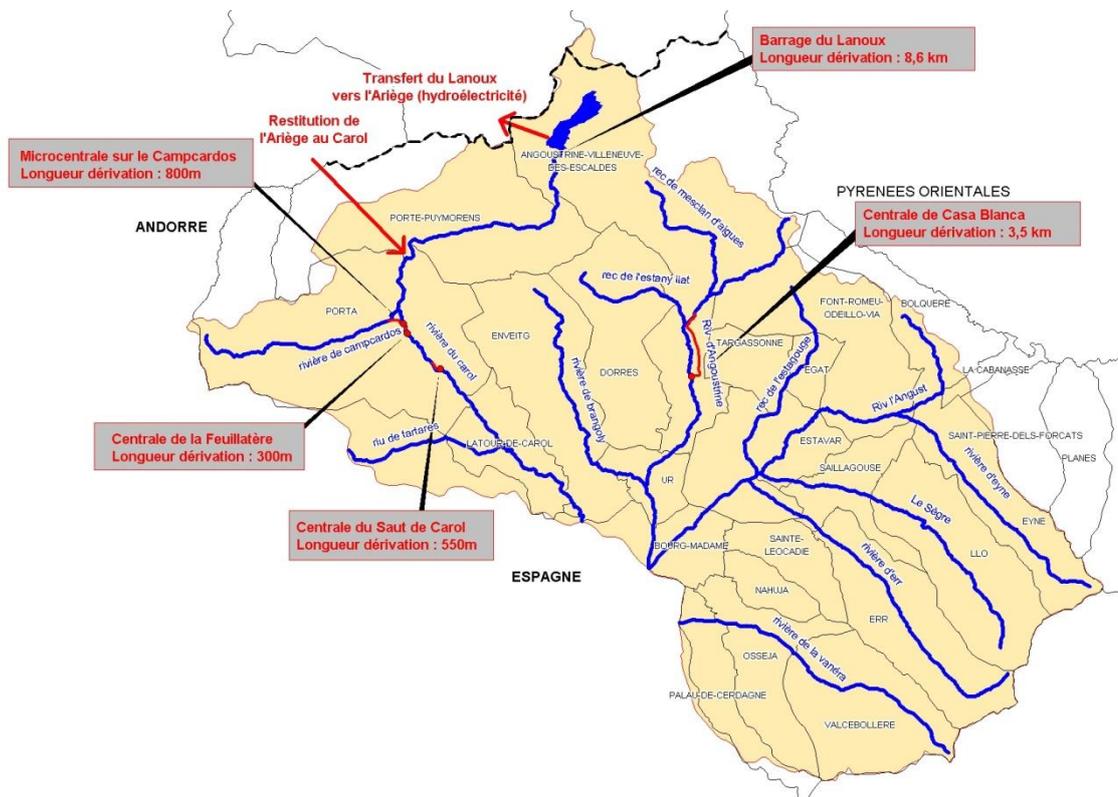
Le bassin versant du Sègre est équipé de quatre centrales hydroélectriques : trois sont situées sur le bassin versant du Carol, une est sur l'Angoustrine.

Les microcentrales du Carol sont gérées par des sociétés privées. Les linéaires de cours d'eau court-circuités par les aménagements sont les suivants :

- microcentrale de la chute du saut de la Feuillatère : 300 m ;
- microcentrale de la chute du Carol : 550 m ;
- microcentrale du Campcardos : 800 m (prise d'eau sur le Campcardos).

La centrale hydroélectrique d'Angoustrine est quant à elle gérée par la SHEM. Le linéaire de cours d'eau court-circuité est de 3,5 km.

Enfin, rappelons la présence du barrage de Lanoux, géré par EDF, sur le bassin versant du Carol qui turbine les eaux vers l'Ariège. En compensation une partie du débit de l'Ariège est restituée vers le Carol via le canal Verdié. Il est prévu que la restitution se fasse entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 septembre sur la base des volumes détournés l'année N-1. Des difficultés sont ainsi rencontrées lorsqu'une année sèche succède à une année humide et potentiellement en cas de séries d'années sèches.



**Figure 18 CARTE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES SUR LE BASSIN FRANÇAIS DU SEGRE**

### 1.3.6. CONFLITS D'USAGES

#### 1.3.6.1. CONFLITS D'USAGES SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS

Les conflits d'usages sur le territoire français sont relativement peu nombreux. Il peut exister ponctuellement des conflits entre les irrigants (conflits amont-aval, ...) mais ces derniers les gèrent entre eux.

Certains irrigants dénoncent une inégalité de traitement car ils se sont vus imposer des dispositifs de restitution du débit réservé alors que tous les canaux ne sont pas équipés de tels ouvrages.

Les autres conflits recensés sont les suivants :

- conflit entre l'AEP et l'irrigation : en pratique, il s'agit surtout du conflit existant sur le bassin de l'Angoustrine entre le SIAEP de la Solane et l'ASA de Dorres ; les deux usagers utilisent l'eau de la même source dite de "Très fonts" ce qui peut générer quelques tensions ; à noter que l'arrêté préfectoral de DUP concernant l'AEP sur la source Tres Fonts doit être pris prochainement ;
- conflit entre l'AEP et la neige de culture : initialement, les stations d'Err-Puigmal et de Cambre d'Aze utilisaient pour partie de l'eau potable pour la fabrication de la neige artificielle ce qui pouvait générer des tensions avec le SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre ; ce conflit est réglé sur la station d'Err-Puigmal qui dispose désormais de ses propres ressources (retenues collinaires) mais demeurent sur la station de Cambre d'Aze où un projet de retenue collinaire n'a pas pu aboutir ;
- conflit quant à l'usage des eaux du lac des Bouillouses : le lac des Bouillouses est à vocation multiple (hydroélectricité, irrigation, neige artificielle, AEP), ce qui peut créer des conflits entre les différents usagers.

### 1.3.6.2. CONFLITS D'USAGES ENTRE LA FRANCE ET L'ESPAGNE

Sur le bassin versant du Sègre, les plus fortes tensions liées à l'eau interviennent entre les usagers français et espagnols, avec parfois le non-respect du traité de Bayonne.

#### ↳ **SUR L'ANGOUSTRINE**

Le principal conflit concerne le canal de Llivia. Le traité de Bayonne n'est pas totalement respecté. Si l'ouvrage en entrée permet bien de contrôler le débit à environ 76 l/s, les tours d'eau ne sont pas appliqués. Ainsi, la vanne qui est censée être fermée sur le canal à la frontière du dimanche matin au mercredi soir reste en réalité ouverte, ce qui implique que l'eau excédentaire du canal durant cette période ne retourne pas vers l'Angoustrine et réduit le débit disponible pour les irrigants à l'aval.

#### ↳ **SUR LE SEGRE**

Différents canaux ayant leur prise d'eau sur le Sègre irriguent des terres de l'enclave de Llivia.

Une de ces prises se situe en territoire français en amont de l'enclave et en amont d'un autre prélèvement destiné à des terres françaises.

En étiage, d'après les témoignages, il est a priori courant que la rivière soit totalement barrée pour alimenter cette prise : tout le débit du Sègre est alors dérivé par le canal et il ne reste plus d'eau dans la rivière à l'aval.

Des tensions existent également en termes d'eau potable. En effet, il existe un projet d'alimentation de Llivia en eau potable par le SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre. A ce jour, le projet de raccordement a été stoppé car les deux parties n'ont pas encore réussi à s'entendre sur les conditions de mise à disposition de l'eau.

Des tensions existent également en termes d'assainissement. En effet, les espagnols remettent en cause le raccordement du SIVOM de la Haute Vallée du Sègre à la station d'épuration de Puigcerda, ce raccordement n'ayant pas été autorisé.

#### ↳ **SUR LE CAROL**

C'est le bassin versant sur lequel les tensions sont les plus fortes. Trois secteurs sont particulièrement sensibles :

- Riutort et Tartares ;
- canal de Puigcerda ;
- canal de Ger.

#### ▶ **RIUTORT ET TARTARES**

Le Riutort et le Tartarès sont des cours d'eau qui prennent leur source en Espagne et confluent avec le Carol en France. Ils sont tous deux régis par le traité de Bayonne.

Récemment (a priori en 2006), des travaux ont été engagés en amont de la frontière pour détourner les eaux des deux cours d'eau vers la commune espagnole de Ger et de Guils. Concrètement des ouvrages de prises d'eau ont été créés pour alimenter des canaux de dérivation ; ces travaux paraissent en désaccord avec le traité de Bayonne.

Ainsi, depuis ces travaux, il semble que la quasi-totalité des eaux de ces affluents du Carol soit détournée avant la frontière en période d'étiage ce qui entraîne leur assèchement à l'aval.

► **CANAL DE PUIGCERDA**

Le canal de Puigcerda a sa prise d'eau dans le Carol en France et alimente ensuite des terres agricoles françaises puis la commune de Puigcerda (irrigation et eau potable). Le canal est régi par le traité de Bayonne (qui prime sur le Code de l'Environnement).

Cet ouvrage a fait l'objet de différents aménagements par les espagnols au fil du temps ; ces derniers sont remis en cause par les élus de la vallée du Carol.

Ainsi, dans les années 1990, le canal de Puigcerda a été bétonné pour limiter les fuites. La jauge existant en entrée du canal (et mentionnée dans le traité) est alors supprimée.

A la même époque, la commune de Puigcerda remanie le lit du Carol en territoire français au droit de la prise d'eau pour favoriser l'alimentation du canal ; un procès-verbal est dressé mais aucune obligation de remise en état du lit du Carol n'est prononcée.

En 2004, une canalisation est posée en parallèle du canal à des fins d'alimentation en eau potable de Puigcerda.

Une jauge est finalement réinstallée sur le canal, non pas en entrée comme initialement mais à l'aval de la prise de la conduite d'eau potable. Ainsi, le débit mesuré par la jauge ne comptabilise pas le débit total du canal, comme le demande le traité.

Les élus français considèrent que les différents aménagements sont en désaccord avec le traité de Bayonne.

Ce traité mentionne un débit minimal de prise du canal de 300 l/s et indique que ce débit peut être inférieur en période d'étiage. A noter que le traité n'impose pas de débit maximal prélevé ni de débit minimal à maintenir dans le canal.

Les élus français considèrent que le remaniement du lit du Carol a totalement modifié la répartition des débits entre le canal et la rivière. Ainsi, antérieurement selon eux, le débit dans le canal était proportionnel au débit dans la rivière ; lorsque le débit du Carol baissait, le débit du canal diminuait également. Cela expliquerait pourquoi, selon eux, le traité de Bayonne évoque la possibilité que le débit dans le Carol soit inférieur à 300 l/s.

Aujourd'hui, il semble que le débit du canal ne passe jamais sous la barre des 300 l/s car en étiage, la configuration du lit est telle que toute l'eau de la rivière est captée par le canal. A noter que le canal a par ailleurs une capacité plus importante que par le passé du fait des travaux de bétonnage et du fait de la pose d'une canalisation en parallèle.

Les élus français réclament le maintien d'un débit minimum dans la rivière à l'aval du canal. Ils ont fait constater la situation à différentes administrations françaises mais aucune suite n'a été donnée.

► **CANAL DE GER**

Le canal de Ger a pour sa part sa prise d'eau sur le Carol en amont de la frontière et en amont de la station d'épuration du SIVM de la Vallée du Carol. Ce canal, qui n'a pas d'existence légale en France, irrigue des terres françaises et espagnoles. Un seuil bétonné, équipé d'une passe à poissons, a été construit en travers du Carol.

Le canal est par ailleurs équipé d'une vanne de restitution vers le Carol mais cette dernière est a priori fermée en basses eaux.

Ainsi, en période d'étiage, le canal prélève la quasi-totalité des eaux du Carol ; le seul débit parvenant à l'aval de la rivière semble être celui de la passe à poissons (quelques dizaines de litres).

Le débit résiduel dans le Carol est alors trop faible pour assurer une dilution correcte des eaux de la station d'épuration à l'aval.

Il existe donc un réel conflit franco-espagnol sur la gestion des eaux du Carol. Les élus français condamnent le non-respect du traité de Bayonne et demandent à ce qu'un débit minimum soit laissé dans la rivière pour assurer la dilution des eaux de la station d'épuration en amont de la frontière ; cela revient à demander la diminution de prélèvements en période d'étiage, les principaux prélèvements étant ceux du canal de Puigcerda et du canal du Ger. Les discussions entre la France et l'Espagne sont très difficiles. Les quelques tentatives de concertation se sont soldées jusqu'à présent par un échec.

#### **SUR LA VANERA**

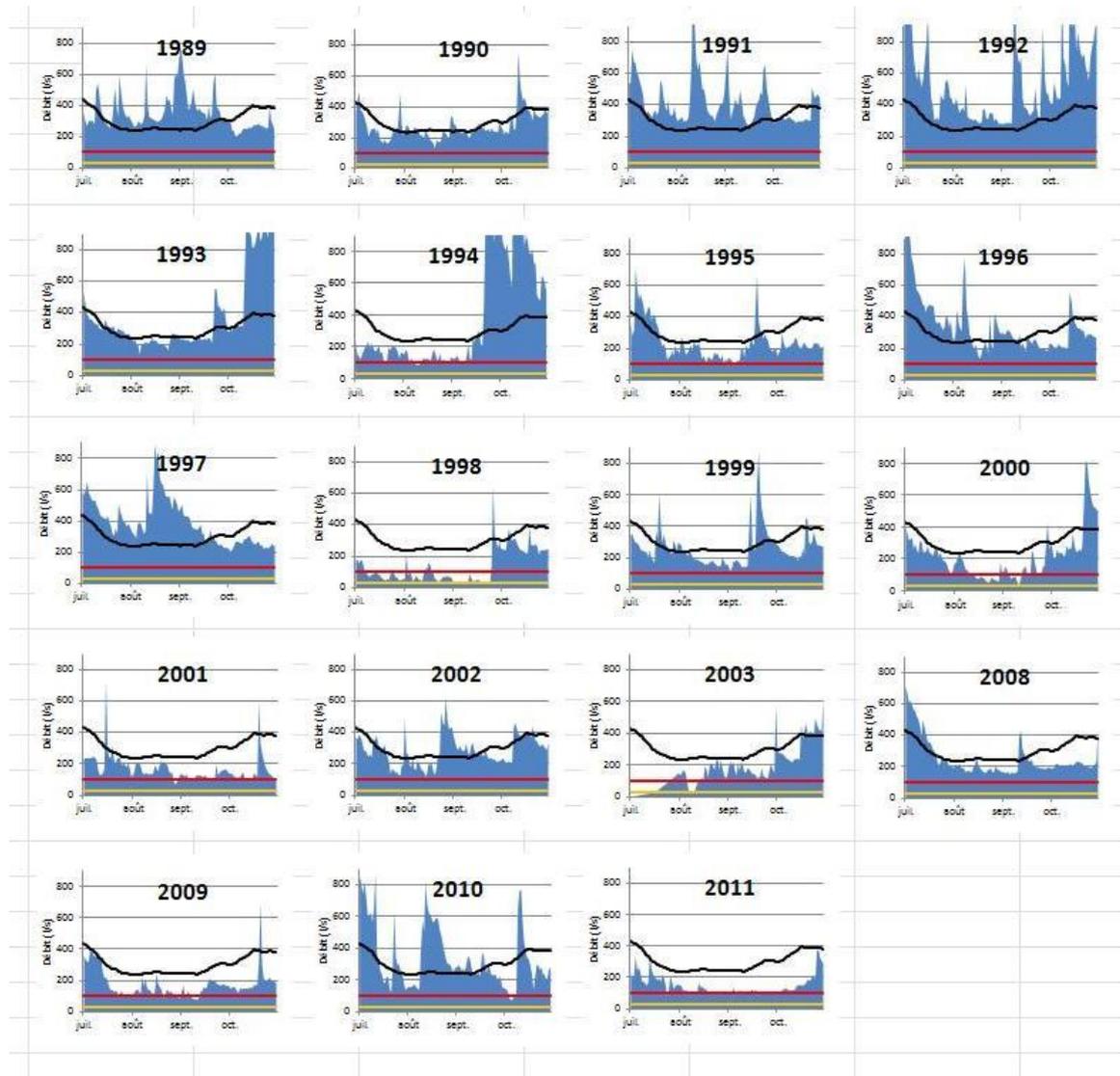
Il s'agit du sous-bassin versant sur lequel les problèmes transfrontaliers sont, a priori, les plus faibles. En période d'étiage, le tour d'eau avec l'Espagne semble respecté. Des échanges informels se font entre les irrigants français et espagnols pour la gestion de l'eau.

## **1.4. CARACTERISATION DES ETIAGES ET MESURES DE RESTRICTION DES USAGES DE L'EAU**

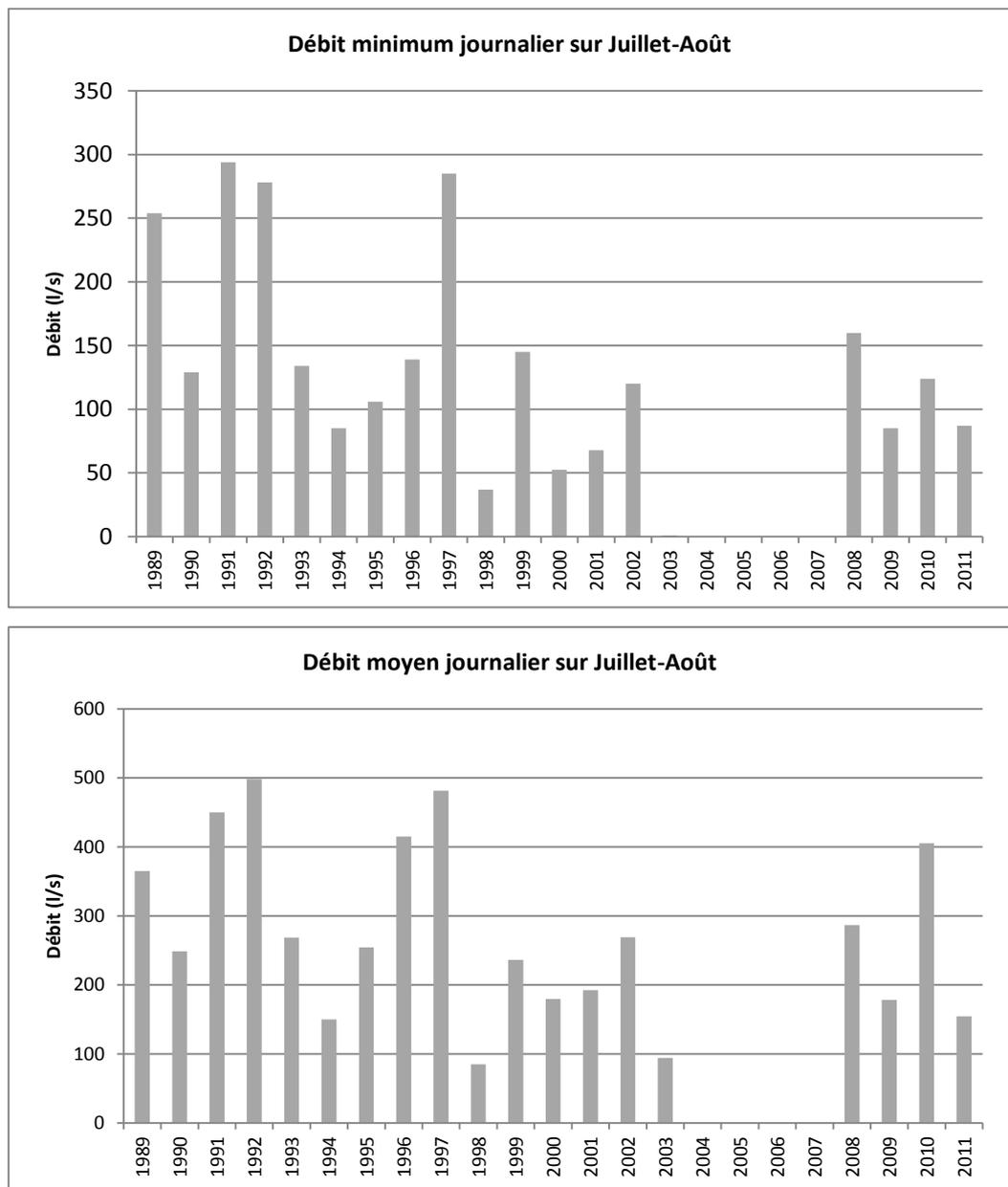
### **1.4.1. CHRONIQUES HYDROLOGIQUES DES ETIAGES ET PHENOMENES DE SECHERESSE**

Réalisée à partir des mesures de la station hydrométrique du Sègre à Saillagouse, la Figure 19 présente la sévérité au jour le jour des étiages estivaux sur la période 1989-2011.

La Figure 20 présente les débits journaliers minimums et médians extraits sur la période juillet-août, toujours à la station du Sègre à Saillagouse, sur la période 1989-2011.



**Figure 19** DEBITS D'ETIAGE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU SEGRE A SAILLAGOUSE. LE TRAIT NOIR EST LE DEBIT JOURNALIER MEDIAN SUR LA PERIODE D'EXISTENCE DE LA PERIODE, LISSE AVEC UNE MOYENNE GLISSANT SUR 15 JOURS. LE TRAIT ROUGE EST LA VALEUR DU  $Q_{MNA5}$ , LE TRAIT ORANGE EST LA VALEUR DU VCN3-5 (DEBIT MINIMAL MOYEN SUR 3 JOURS DE PERIODE DE RETOUR QUINQUENNALE)



**Figure 20** DEBITS JOURNALIERS MINIMUM ET MOYEN SUR LES MOIS DE JUILLET A AOÛT A LA STATION HYDROMETRIQUE DU SEGRE A SAILLAGOUSE.

L'analyse des figures précédentes ne met pas en avant une tendance nette quant à l'évolution des débits de la rivière. En première approche, les débits des années 2000-2010 semblent toutefois légèrement inférieurs à ceux des années précédentes.

L'exploitation de ces données sera réalisée dans la phase 3 de l'étude.

## 1.4.2. ARRETES SECHERESSE

### 1.4.2.1. DONNEES DISPONIBLES

Les arrêtés sécheresses ont été recueillis auprès de la DDTM des Pyrénées-Orientales. Ils ont pour vocation en période estivale et d'étiage, de déterminer un degré d'alerte relatif au niveau des eaux superficielles (pas de suivi des eaux souterraines sur le bassin versant du Sègre) et les actions à mettre en place pour s'adapter à la sévérité de l'étiage en cours. A partir de 2006, un arrêté cadre, auxquels les arrêtés postérieurs font référence, fixe les différents niveaux d'alerte et leurs conditions de détermination.

Les arrêtés préfectoraux recueillis sont :

- des arrêtés sécheresse fixant les niveaux d'alerte et les éventuelles restrictions de prélèvements appliquées depuis 2006 ;
- un arrêté cadre fixant les différents niveaux d'alerte et leurs conditions de détermination, ainsi que les mesures de restriction les accompagnant, et les sanctions en cas de non-respect de ces mesures. Le premier arrêté cadre constitué date de 2006 ; revu en 2007, il est actuellement en cours de révision.

Les arrêtés sécheresse utilisent un découpage en territoire géographique. Actuellement, les arrêtés sécheresse concernent aussi bien les eaux superficielles que les eaux souterraines (même si la détermination des niveaux d'alerte se base uniquement sur les eaux superficielles sur le bassin du Sègre).

### 1.4.2.2. TRAITEMENT EFFECTUE

Les arrêtés sécheresses recueillis ont été traités en plusieurs étapes :

- 1) Identification des territoires géographiques concernés, grâce à l'arrêté cadre, par la zone d'étude. Le bassin du Sègre appartient au territoire Sègre et Carol.
- 2) Identification des niveaux d'alerte fixés sur le secteur et des mesures associées.
- 3) Identification des arrêtés sécheresses pris entre les années 2006 et 2010.

### 1.4.2.3. EXPLICATION DES SEUILS DES MESURES DE RESTRICTION

#### 1.4.2.3.1. DETERMINATION DES NIVEAUX D'ALERTE

Sur le bassin du Sègre, les seuils sont fixés en fonction des débits minimaux sur 3 jours consécutifs (VCN3) mesurés à la station limnimétrique de Rô sur le Sègre à Saillagouse.

Il existe ainsi 3 niveaux :

#### NIVEAU DE VIGILANCE

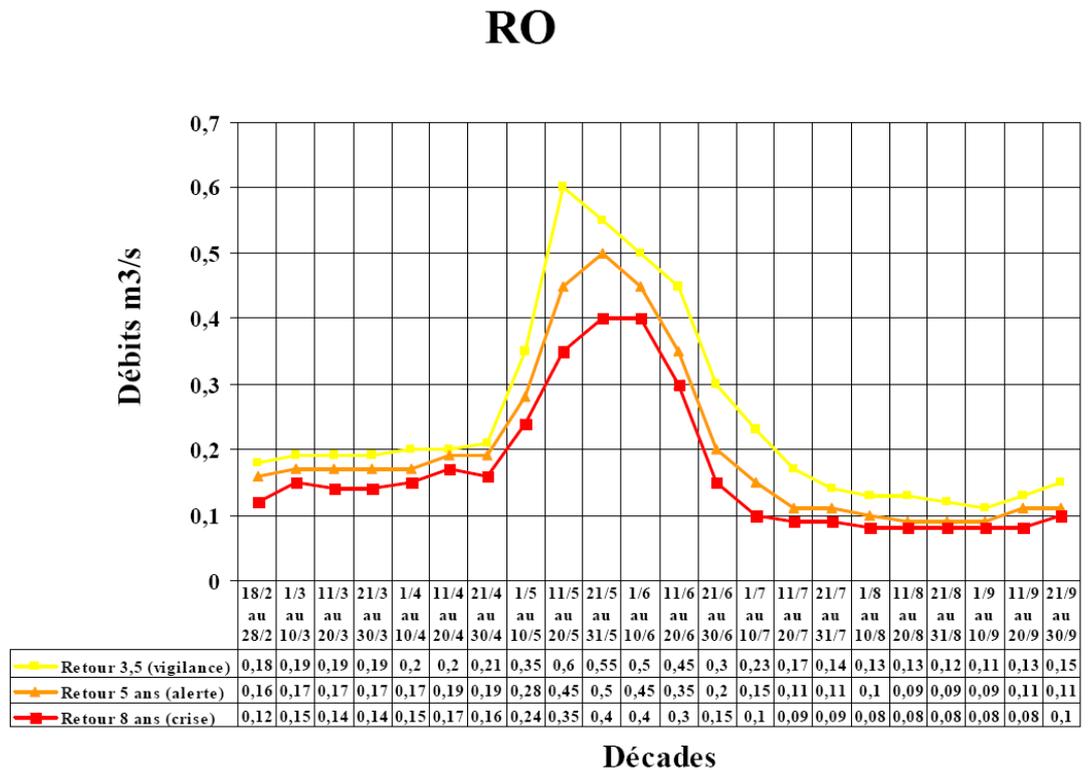
Ce niveau est déclaré lorsque le VCN3 du Sègre à Saillagouse est inférieur au débit d'étiage de période de retour 3,5 ans (cf. courbe jaune de la Figure 21).

#### NIVEAU D'ALERTE

La situation d'alerte survient lorsque le VCN3 passe sous le débit d'étiage de période de retour 5 ans (cf. courbe orange de la Figure 21).

**🔗 NIVEAU DE CRISE**

Les périodes de crise correspondent à un VCN3 inférieur au débit d'étiage de période de retour 8 ans (cf. courbe rouge de la Figure 21).



**Figure 21 COURBE CARACTERISTIQUE DES DEBITS MINIMAUX SUR TROIS JOURS CONSECUTIFS (VCN3) DU SEGRE A SAILLAGOUSE**

1.4.2.3.2. MESURES DE RESTRICTION ASSOCIEES AUX NIVEAUX D'ALERTE

**🔗 NIVEAU DE VIGILANCE**

A ce stade, le Préfet réunit une cellule de veille comprenant la DDTM et l'ONEMA. Le ROCA (Réseau d'Observation de Crise des Assec) est activé à un rythme d'observation hebdomadaire.

Sur le bassin du Sègre, le ROCA comprend 4 points d'observations sur les sous-bassins versants (Sègre, Vanéra, Carol, Angoustrine).

Les usagers sont informés de la situation et sont invités à économiser l'eau tout en surveillant de plus près leurs installations.

#### ↳ NIVEAU D'ALERTE

A ce stade, le Préfet réunit le Comité Départemental Sécheresse et des premières mesures de restrictions d'usages peuvent être imposées :

- interdiction d'arroser les pelouses, les espaces verts et les espaces sportifs de 8h à 20h ;
- interdiction de lavage de véhicules (hors exception).

Les restrictions retenues sont précisées dans les arrêtés préfectoraux de restriction provisoire.

#### ↳ NIVEAU DE CRISE

A ce stade, les restrictions et les interdictions peuvent être étendues, avec interdiction :

- d'arroser les pelouses, les espaces verts et les espaces sportifs ;
- de laver les véhicules (hors exception) ;
- d'arroser les jardins potagers entre 8h et 20h ;
- de laver les voiries (hors exception) ;
- de prélever de l'eau pour les plans d'eau de loisirs à usage privé ;
- de vidanger les plans d'eau ;
- de remplir les piscines.

Les interdictions sont précisées dans les arrêtés préfectoraux de restriction provisoire.

Lorsque la période de crise devient critique, il est possible de passer en période de crise renforcée où tout est mis en œuvre pour préserver la ressource en eau potable qui est prioritaire.

#### 1.4.2.4. ARRETES SECHERESSE PRIS SUR LE BASSIN DU SEGRE ENTRE 2006 ET 2010

Entre 2006 et 2010, les seuls arrêtés sécheresse pris sur le bassin du Sègre remontent à 2008.

Cette année-là, les mesures de restriction ont été imposées sur le bassin du Sègre entre le 18 février et le 22 juillet 2008. A noter qu'en 2008, le territoire du Sègre était le seul secteur des Pyrénées Orientales sur lequel les mesures de restriction ont cessé d'être appliquées à compter du 22 juillet. Partout ailleurs, les conditions hydrologiques ont imposé leur maintien jusqu'au 15 septembre 2008. Sur le Sègre, aucune restriction n'a donc été imposée durant la plus grande partie de l'étiage estival.

### 1.4.3. IRRIGATION

Les seules mesures de restriction qui existent sur le bassin versant sont celles fixées par le traité de Bayonne.

Ainsi en période d'étiage, il est prévu :

- sur le Carol, lorsque le débit dans le canal de Puigcerda passe en dessous de 300 l/s, le nombre d'heures réservé à l'Espagne augmente au détriment de la France ; dans les faits il semble que le débit du canal ne descende jamais en dessous de cette valeur ;
- sur le Vanéra, un tour d'eau est organisé entre usager français et usagers espagnols à partir de début juillet ; dans les faits, ce tour d'eau est respecté, il arrive même qu'il soit mis en place dès juin en cas d'étiage précoce (exemple : 2008).
- sur l'Angoustrine, un tour d'eau doit être instauré entre France et Espagne sur le canal de Llivia ; dans les faits ce tour d'eau n'est pas respecté.

Outre ces mesures officielles, un protocole a été mise en place en 2007 sur l'Angoustrine, secteur le plus sensible en période d'étiage. Il fixe des actions à réaliser en fonction du débit dans la rivière : ouverture partielle de vannes, tours d'eau, voire fermeture des vannes.

Aux dires des usagers, ce protocole est perfectible. Il ne concerne pas tous les canaux du bassin versant et notamment pas le canal de Llivia. Il n'a été appliqué qu'en 2008, car les années suivantes ont été humides. A noter que ce protocole est basé sur le volontariat, il n'existe pas de moyens de contraindre les irrigants à le respecter.

En période de sécheresse, des mesures sont avant tout prises par les agriculteurs eux-mêmes :

- diminution de la surface irriguée ;
- irrigation en priorité des cultures à plus haute valeur ajoutée (maïs, pommes de terre, ...), etc.

Par ailleurs, certains agriculteurs ont déjà commencé à adapter leurs exploitations vis-à-vis du manque d'eau avec mise en place de plan d'eau (très rares sur le bassin versant) et remplacement de l'irrigation gravitaire par de l'aspersion moins consommatrice.

### 1.4.4. ECONOMIES D'EAU POTABLE

Les gestionnaires des réseaux d'eau potable ont fait d'importants efforts en termes de comptage de la ressource et ont pour objectif d'augmenter le rendement des réseaux en réduisant les fuites. Sur certains périmètres, des travaux de remplacement des réseaux sont en cours, sur d'autres périmètres ils sont programmés à moyen terme.

En période d'étiage, d'après les témoignages recueillis, il semble qu'il n'y ait pas d'actions spécifiques de sensibilisation pour inciter à la réduction de la consommation d'eau potable. Lors des périodes de sécheresse, toujours d'après les témoignages, il semble également que l'on observe deux types de comportement des usagers :

- une réduction de la consommation d'eau essentiellement de la part des résidents locaux (arrêt de l'arrosage des pelouses, ...) ;
- une consommation toujours élevée surtout de la part des résidents secondaires et touristes.

## 2. BILAN DES PRELEVEMENTS SUR LA ZONE

Ce chapitre présente le bilan des prélèvements sur le territoire d'étude (irrigation, eau potable, hydroélectricité, neige de culture, industrie).

### 2.1. SOURCES ET BASE DE DONNEES

Cette section présente la façon dont nous avons recensé les prélèvements effectués sur le bassin (en général connus au pas de temps annuel ou inconnus pour la majorité des prélèvements agricoles) puis recoupé les informations afin de remplir la base de données de l'Agence de l'Eau.

#### 2.1.1. PRINCIPES DE LA BASE DE DONNEES PRELEVEMENTS

L'objectif de cette phase est la réalisation d'un bilan des prélèvements d'eau sur la zone d'étude. Une phase préalable consiste à recenser au mieux tous ces prélèvements, afin de former une base de données géoréférencées exploitable pour la suite de l'étude. L'Agence de l'Eau a fourni le modèle de la base de données qu'elle souhaite voir renseignée.

Cette base comprend :

- une table "**Ouvrages**" où sont répertoriés les points de prélèvements et leurs caractéristiques permanentes intrinsèques (coordonnées géographiques, profondeur, nom d'ouvrage, lieu-dit, ... ) ;
- une table "**Prélèvements**" où sont listés tous les prélèvements effectués de 1987 à 2008, sur les différents ouvrages décrits dans la table "Ouvrages" ; dans cette table sont stockées toutes les caractéristiques des prélèvements susceptibles de varier annuellement, ou les caractéristiques des différents prélèvements qui peuvent avoir lieu sur un seul et même ouvrage (volume, débit, mode de détermination du volume, usage, ...) ; chaque prélèvement de cette table est associé à un ouvrage de la table "Ouvrages" grâce au numéro d'ouvrage (champ "NumOuv") ;
- une table "**Données sources**" : "DDT", ... : cette table doit normalement conserver, pour chaque enregistrement croisé et compilé dans la table finale, le code d'identification et les données de volume indiqués dans les différentes bases sources (dans les faits, seule la base de données Agence de l'Eau fournit des valeurs de volumes prélevés) ; pour les prélèvements agricoles où aucune valeur de volume prélevé n'est disponible, la colonne "fournisseur" identifie l'organisme ayant identifié le prélèvement (ONEMA, Communauté de Communes, ...) ;
- une table "**Ouvrages Groupants**" listant les ouvrages groupés connus de l'Agence de l'Eau et indiquant pour chacun de l'ouvrage groupant dont il fait partie ; en effet, plusieurs ouvrages peuvent être réunis, par leurs propriétaires déclarant, en un unique ouvrage global.

#### ► CAS PARTICULIER DES CANAUX DE DERIVATION

Il existe sur le bassin versant du Sègre de nombreux canaux de dérivation, dont la plupart sont utilisés pour l'irrigation de parcelles (cf. plan 1). Dans la base de données constituée, ces canaux auraient dû être traités de la façon suivante : à chaque canal devraient être associés deux usages : l'"usage canal" correspond à la part de volume dérivé qui ne fait que transiter par le canal et est restituée en bout de canal, et l'"usage agricole" correspond à la part de volume dérivé qui est prélevée sur le canal pour irriguer les parcelles. On a donc théoriquement usage canal + usage agricole = volume total dérivé de la rivière.

Toutefois, les prélèvements des canaux d'irrigation gravitaire sont très mal connus en Cerdagne : seuls 9 canaux sont identifiés dans la base de l'Agence alors que l'on en compte, a priori, environ 180 sur la zone d'étude. Ces derniers ont été renseignés sur la base des données disponibles (localisation, ...) mais aucune valeur individuelle de volume prélevé n'a pu être associée par méconnaissance des surfaces irriguées et absence de compteurs.

Les canaux de dérivation non agricoles, alimentant des microcentrales électriques ou des plans d'eau, sont considérés en revanche comme des dérivations simples, avec un unique point de prélèvement et un unique volume prélevé, correspondant au volume dérivé, pour chaque canal.

### 2.1.2. COLLECTE DES DONNEES DE PRELEVEMENT

Différentes sources de données ont été rassemblées pour établir un recensement aussi exhaustif que possible des prélèvements en eau sur le bassin.

#### **DONNEES REDEVANCE DE L'AGENCE DE L'EAU**

La première source utilisée est la base redevance de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, pour les années 1987 à 2008. En effet, étant conçue pour répertorier tous les redevables, elle résulte d'une recherche de tous les types de prélèvements : agricoles, particuliers, industriels, alimentation en eau potable, neige de culture.

Pour les années 1987 à 2007 et pour l'ensemble du bassin Rhône Méditerranée et Corse, on dispose des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau. Seuls les préleveurs dont les volumes captés annuellement sont supérieurs au seuil de 30 000 m<sup>3</sup> payaient jusqu'à 2007 une redevance (cependant, plusieurs déclarations figurant dans le fichier sont inférieures à 30 000m<sup>3</sup>).

Chaque prélèvement est identifié par un code et caractérisé par les données suivantes :

- données de localisation, d'identification et de caractérisation de l'ouvrage de prélèvement ;
- données sur le milieu prélevé (eaux superficielles ou eaux souterraines et le libellé du domaine hydrogéologique) ;
- données sur le Maître d'Ouvrage (nom) ;
- données sur le volume capté, sa détermination et l'usage de l'eau auquel est destiné le prélèvement (irrigation, AEP, industriel, ...).

En 2008, le nom du Maître d'Ouvrage est complété par son code SIREN et SIRET, les noms et codes d'usage ont changé. La nouvelle nomenclature utilisée, conforme à la LEMA, détaille beaucoup moins les différents usages de l'eau. De plus, à partir de 2008, les seuils de redevance ont été abaissés de 30 000 m<sup>3</sup> à 10 000 m<sup>3</sup>/an, et 7 000 m<sup>3</sup>/an pour les territoires en ZRE : l'exhaustivité de la connaissance des prélèvements a donc, en théorie, été améliorée. Sur le bassin du Sègre (non classé en ZRE), la connaissance des prélèvements, notamment agricoles, reste très sommaire, même après 2008.

Il est à noter que les données redevance ne précisent pas, pour chaque prélèvement, s'il s'agit d'un ouvrage groupant ou groupé : la base redevance liste en effet pour chaque cas l'un ou l'autre des deux types d'ouvrage, sans distinction, et sans règle systématique.

D'autres données ont été collectées pour compléter et éventuellement corriger cette première source.

#### ↳ **DONNEES DDTM 66**

La DDTM 66 ne dispose pas d'une base de données actualisée des prélèvements sur le Sègre. Les seuls éléments en sa possession proviennent d'une base de données sur les canaux issue d'un inventaire DDAF de 1967. Cette base au format Excel a été transmise à SOGREAH après signature d'une convention mais s'est révélée peu exploitable car :

- une grande part des canaux n'existe plus ou n'est plus en activité ;
- les canaux ne sont pas localisés précisément et leur seul nom ne permet pas toujours de les identifier ;
- seules des données de débit autorisé sont fournies pour certains canaux (aucune valeur de volume réellement prélevé).

La DDTM a par ailleurs communiqué à SOGREAH les arrêtés préfectoraux pour les prélèvements destinés à la neige de culture pour les stations de :

- Err-Puigmal ;
- Porté-Puymorens.

La DDTM ne dispose par contre a priori d'aucun élément concernant la station d'Eyne et indique que les autorisations de prélèvement de la station de ski de Font-Romeu sont gérées par la DREAL (lac des Bouillouses).

#### ↳ **DONNEES DE L'ARS ET DES GESTIONNAIRES D'EAU POTABLE**

L'ARS a fourni à SOGREAH un extrait de la base de données SISE - Eaux sous forme d'un tableau dont chaque ligne correspond à un prélèvement pour lequel sont donnés :

- le nom du captage ;
- le Maître d'Ouvrage ;
- l'exploitant ;
- le n°SISE-Eaux ;
- l'état du captage (projet, actif, abandonné) ;
- les coordonnées géographiques ;
- la date éventuelle de DUP ;
- le débit de pointe et le débit moyen.

Il est à noter que l'ARS se préoccupe en premier lieu des aspects qualitatifs. Elle n'effectue donc aucun historique des prélèvements et ne fournit, en termes quantitatifs, que le débit de pointe et le débit moyen. Or, aux dires des personnels de l'ARS, ces valeurs quantitatives sont à considérer avec beaucoup de précaution.

Il apparaît globalement une bonne cohérence entre les données de l'ARS et de l'Agence de l'Eau. Certains captages identifiés par l'ARS ne sont toutefois pas repris dans la base de l'Agence. Il s'agit de captages sur les communes de Nahuja et Sainte-Léocadie.

Lorsque des interrogations subsistaient entre la base de l'Agence de l'Eau et la base SISE-Eaux de l'ARS, une recherche d'informations supplémentaires a été effectuée auprès des gestionnaires d'eau potable afin notamment de compléter la base de l'Agence de l'Eau (identification des prélèvements non recensés, volume prélevé, ...).

Les schémas d'eau potable ainsi que différents contacts avec certains gestionnaires de l'eau potable sur le bassin versant ont par ailleurs servi de base pour connaître la répartition annuelle des prélèvements d'eau potable.

#### **DONNEES DE L'ONEMA**

L'ONEMA a fait un important travail de terrain sur le bassin du Sègre pour recenser les prises d'eaux superficielles, essentiellement agricoles. La base de données ainsi constituée se présente sous forme d'un tableau Excel qui fournit différentes données (commune de la prise, coordonnées géographiques, cours d'eau, usage, ...).

Hormis quelques débits autorisés, la base de données ne fournit aucune valeur quantitative (débit, volume).

#### **DONNEES DE LA DREAL**

Les données de la DREAL concernent les grandes industries. Sur le bassin du Sègre, on recense peu d'industries. Selon la DREAL la carrière de Latour-de-Carol utilise les eaux pluviales du site et ne prélève pas d'eau dans le milieu naturel (ce qui est cohérent avec la base de l'Agence de l'Eau qui ne recense plus de prélèvements de cette industrie). La centrale à béton de Saillagouse n'est pas suivie par la DREAL, mais cette industrie figure dans la base de l'Agence de l'Eau. C'est donc cette donnée qui a été utilisée.

La DREAL nous a également fourni l'arrêté de la concession du réservoir des Bouillouses qui régit la fourniture d'eau potable au Syndicat Intercommunal des Eaux de Haute Cerdagne ainsi que la production de neige de culture pour la station de Font Romeu. Nous avons également obtenu les volumes prélevés par le barrage du Lanoux et les volumes restitués de l'Ariège vers le Carol via le canal Verdié.

#### **DONNEES AGRICOLES COMMUNAUTE DE COMMUNES « PYRENEES-CERDAGNE » ET CHAMBRE D'AGRICULTURE 66**

La Communauté de Communes et la Chambre d'Agriculture ont encadré plusieurs études d'adéquation besoin-ressource. Les secteurs concernés sont les suivants :

- vallée du Carol, Carole Rinjonneau, 2006 ;
- vallée transfrontalière du Sègre, Carlos Suarez Morales, 2007 ;
- vallée transfrontalière de la Vanéra, Carlos Suarez Morales, 2007 ;
- bassin versant de l'Angoustrine, Marcus Heiss, 2004.

D'autres études de ce type nous ont également été communiquées par ces deux organismes :

- Etude de gestion globale de l'eau, commune de Font Romeu - Odeilla-Via, ENGEO, 2008 ;
- Etude d'adéquation entre besoins et ressources en eau de la commune d'Eyne, régie communale d'Eyre, Environnement et Patrimoine, 2007.
- Etude préalable au contrat de rivière du Sègre, SIEE, Fichier des points singuliers.

Dans le cadre de ces différentes études, la majeure partie des prélèvements en eau ont été identifiées et les prélèvements agricoles ont été localisés sous SIG. Hormis sur l'Angoustrine où des jaugeages ont été réalisés, les études ne fournissent pas de données individualisées par prélèvement ; le raisonnement est global à l'échelle du sous bassin versant.

#### **DONNEES DU PNR**

Le PNR a conduit une étude détaillée de la ressource en eau du bassin de l'Angoustrine (BRL, juin 2010). Cette dernière identifie les canaux du bassin versant et analyse, canal par canal, les prélèvements en se basant sur un jaugeage ponctuel et le besoin des plantes.

#### **DONNEES DES GESTIONNAIRES DES STATIONS DE SKI**

Les prélèvements pour la neige de culture sont renseignés dans la base de l'Agence de l'Eau. Ces prélèvements sont par ailleurs connus par le biais d'une étude de la Communauté de Communes Pyrénées Cerdagne (les prélèvements actuels, les impacts et les besoins futurs en neige de culture, 2007). Les gestionnaires des 4 stations de ski du bassin versant ont par ailleurs été contactés pour connaître les évolutions récentes et la période des prélèvements. De telles données n'ont pu être recueillies qu'auprès des stations de Font-Romeu et d'Err-Puigmal (attente de réponse de la part d'Eyne et de Porté-Puymorens).

#### **DONNEES ESPAGNOLES DE L'ENCLAVE DE LLIVIA**

Les prélèvements de l'enclave de Llivia concernent l'eau potable et l'irrigation. L'eau potable est gérée par la société SOREA qui a été contactée dans le cadre de cette étude (attente de données de leur part). Concernant les prélèvements espagnols, il est ressorti d'un entretien entre la Communauté de Communes Pyrénées Cerdagne et le maire de Llivia qu'il n'existait pas de structure fédératrice des agriculteurs. Aucune donnée individualisée n'a pu être recueillie.

### **2.1.3. CROISEMENT DES SOURCES ET CORRECTION DES DONNEES**

Le choix a été fait de partir de la base de données de l'Agence et de la compléter par les autres sources de données.

En premier lieu, les points de l'Agence de l'Eau de qualité de localisation 2 ou 3 sont relocalisés manuellement, par recherche du lieu-dit indiqué avec fond cartographique IGN au 1/25 000<sup>ème</sup> ou par croisement avec les autres bases de données (lorsqu'une base de données autre que celle de l'Agence localise plus précisément un même prélèvement, on retient cette position).

Cette étape permet également de préciser pour chaque ouvrage de prélèvement, si celui-ci est localisé sur le périmètre d'étude. C'est ainsi que sont éliminés certains prélèvements localisés en bordure de bassin versant qui ne prélèvent pas dans les ressources faisant l'objet de cette étude.

On complète ensuite la base de l'Agence avec les données issues des autres sources ; on ajoute ainsi les prélèvements existants non recensés à ce jour par l'Agence lorsque l'on dispose de suffisamment d'information pour les définir (coordonnées géographiques, ...).

Ces compléments concernent majoritairement des prélèvements agricoles.

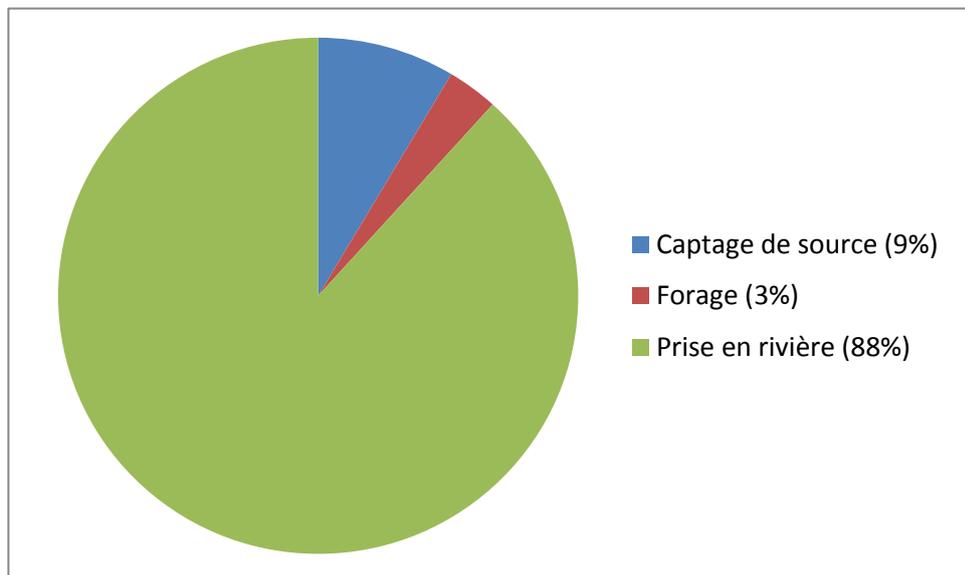
En effet, la base de l'Agence recense 9 prélèvements agricoles alors que suite à l'exploitation des différentes sources, on en comptabilise plus de 180 (hors prises d'eau sur l'Err a Llivia qui n'ont pas été recensées).

Pour ces différents prélèvements agricoles, aucune valeur de volume ne peut être fournie par manque de données. En effet, les prises d'eau concernées ne sont pas équipées de compteur et l'estimation d'un volume associé à chaque prise d'eau nécessiterait une étude détaillée ouvrage par ouvrage, qui n'est pas envisageable dans le cadre de cette étude. En accord avec l'Agence de l'Eau, le paramètre « volume prélevé » n'a donc pas été renseigné dans la base de données.

Pour les usages autres qu'agricoles, on conserve les volumes de l'Agence car les autres bases, soit ne fournissent pas de valeur, soit fournissent des valeurs de débit jugées peu précises (cas de l'ARS notamment).

#### 2.1.4. BREVE ANALYSE DE LA BASE CONSTITUEE

En tout, la base comporte sur ce territoire 222 unités de prélèvements existants ou potentiels (I.E. ayant existé). Parmi ces points, 19 sont des captages de sources, 7 sont des forages et 196 sont des prélèvements en rivière.



**Figure 22** REPARTITION DU NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENTS PAR TYPE DE MILIEU PRELEVE

Le nombre d'ouvrages par type d'usage est le suivant :

- 185 ouvrages destinés à l'irrigation ;
- 26 ouvrages destinés à l'eau potable (dont 2 servent également à la neige de culture via les trop-pleins d'eau potable) ;
- 2 ouvrages spécifiques destinés à la neige de culture ;
- 4 ouvrages destinés à l'hydroélectricité ;
- 5 ouvrages destinés à l'industrie.

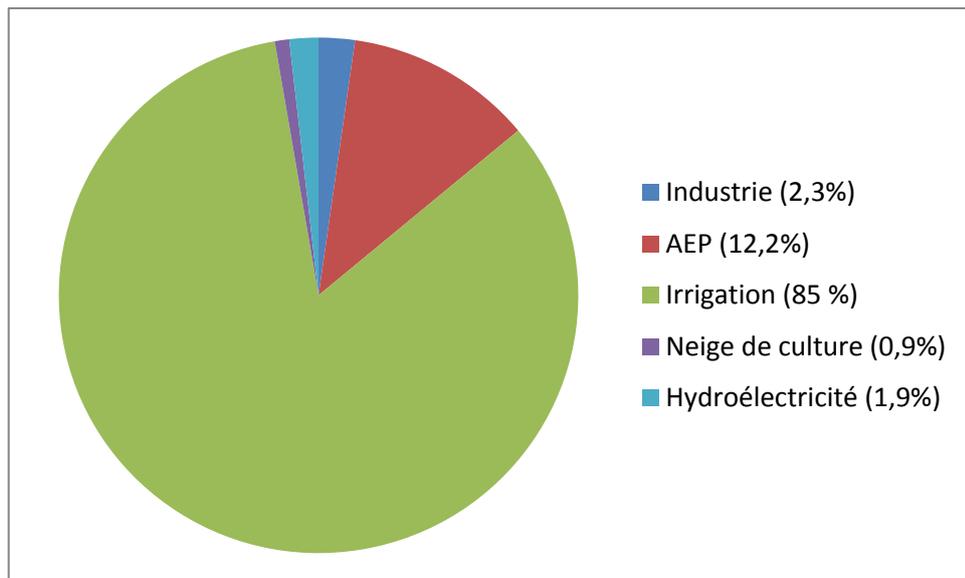


Figure 23 REPARTITION DU NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENTS PAR USAGE

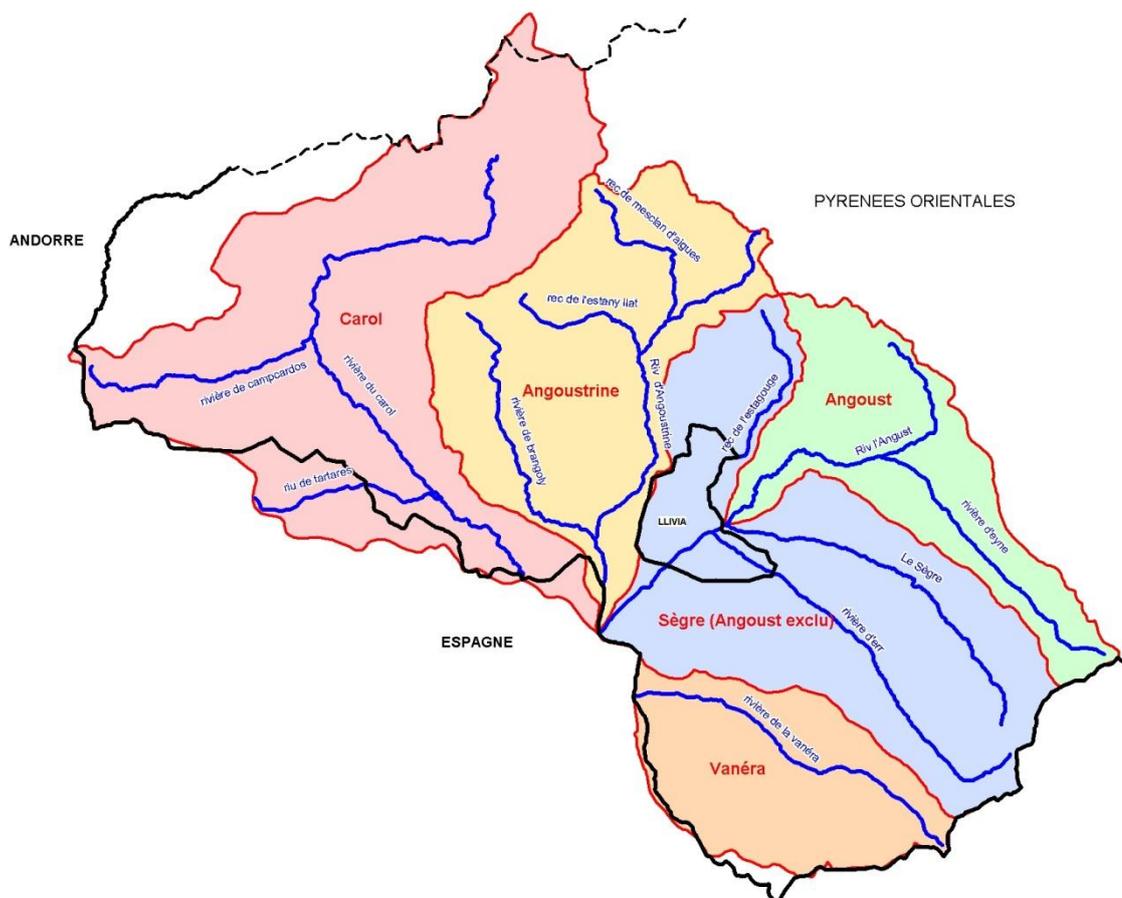
#### 2.1.5. CONCLUSIONS ET METHODOLOGIE POUR LA SUITE DE L'ETUDE

La base de données ainsi créée recense de manière aussi exhaustive que possible les prélèvements sur le bassin du Sègre (hors prises d'eau sur l'Err à Llivia). Elle présente toutefois une lacune importante car il n'a pas été possible de renseigner les volumes annuels prélevés pour la majorité des prélèvements agricoles par absence de mesures.

Cette configuration spécifique au bassin versant du Sègre impose donc d'adapter la méthodologie généralement appliquée dans le cadre des études de volumes prélevables. Dans le cas présent, la quantification des prélèvements agricoles ne pouvant se faire de manière individualisée, nous raisonnerons donc de manière globale pour la suite de l'étude en estimant les prélèvements au sein de grande entité.

Cinq entités ont été retenues pour cette analyse : le découpage tient essentiellement compte du contexte hydrographique du bassin versant du Sègre qui a favorisé un découpage en sous bassins versants. Les cinq entités retenues sont ainsi les suivantes :

- la Vanéra à l'amont de la frontière espagnole ;
- le Carol à l'amont de la frontière espagnole ;
- l'Angoustrine-Rahur à l'amont de la frontière espagnole ;
- le Sègre à l'amont de la frontière espagnole et à l'amont de la confluence avec le Rahur (hors Angoust) ;
- l'Angoust à l'amont de la confluence avec le Sègre.



**Figure 24 CARTE DES ENTITES RETENUES SUR LE BASSIN DU SEGRE**

## 2.2. DETERMINATION ET REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS AGRICOLES BRUTS

### 2.2.1. DIFFICULTE A DETERMINER LES PRELEVEMENTS AGRICOLES

Sur le bassin versant du Sègre, les prélèvements les plus importants sont a priori ceux destinés à l'irrigation (en majorité des parcelles agricoles et dans une moindre mesure des jardins) ; ce sont aussi ceux qui pèsent le plus sur la ressource en eau en période d'été estival.

Comme indiqué précédemment, malgré leur prépondérance, les prélèvements agricoles sont très mal connus. Les déclarations de prélèvements auprès des institutions sont quasi-inexistantes (la DDT dispose d'une base de données datant de 1967 en partie obsolète ; l'Agence de l'Eau recense 9 ouvrages sur un total d'environ 185).

Par ailleurs, les volumes prélevés par les ouvrages agricoles, majoritairement des canaux destinés à l'irrigation gravitaire, ne sont pas quantifiés du fait d'une absence de compteurs. Ajoutée à cela la multiplicité des gestionnaires (12 ASA ou ASL, communes, agriculteurs, ...), la connaissance des surfaces irriguées et des prélèvements agricoles sur le terrain est très diffuse.

Devant ce constat, il apparaît dès à présent que l'estimation des prélèvements agricoles sur le bassin versant du Sègre sera, quelle que soit la méthode retenue, nécessairement approchée et entachée d'une grande marge d'incertitude.

## 2.2.2. METHODOLOGIE POUR L'ESTIMATION DES PRELEVEMENTS AGRICOLES

### 2.2.2.1. CHOIX DE LA METHODE

Différentes méthodes peuvent être envisagées pour évaluer les prélèvements agricoles sur le bassin du Sègre.

#### DETERMINATION INDIVIDUALISEE DES PRELEVEMENTS

Cette méthode consisterait à quantifier ouvrage par ouvrage les volumes prélevés. Il s'agirait ainsi de :

- repérer de manière exhaustive tous les points de prélèvements agricoles ainsi que le tracé des canaux associés ;
- mesurer par des jaugeages réalisées tout au long de la période d'irrigation le débit prélevé en entrée du canal mais également le débit restitué au cours d'eau (restitution diffuse donc difficile à jauger) ;
- quantifier la surface irriguée de chaque canal et la répartition des différents types de culture pour mettre en parallèle les prélèvements bruts et les besoins des plantes et évaluer les marges de progrès dans le cadre de scénario tendanciel.

La méthode ainsi décrite semble être l'une des plus complètes pour approcher les prélèvements agricoles sur un bassin versant dépourvu de mesures.

Cette méthode n'est toutefois pas reproductible à l'échelle du bassin versant du Sègre dans le cadre de la présente étude de volumes prélevables car cela nécessiterait des investigations très lourdes (jaugeage d'environ 160 canaux, rencontre de la quasi-totalité des agriculteurs afin d'identifier le tracé de chaque canal et la surface irriguée associée).

C'est pour partie la méthode qui a été appliquée dans le cadre de l'étude de la ressource en eau du bassin de l'Angoustrine (BRLi pour le PNR des Pyrénées Catalanes, juin 2010) mais les jaugeages ont été ponctuels et se sont limités à l'entrée des canaux.

Rappelons que malgré l'important travail de terrain réalisé par BRLi, les résultats présentent nécessairement une grande marge d'incertitude car :

- les prélèvements bruts des canaux n'évoluent pas de manière linéaire durant la période d'irrigation : suivant les canaux, le débit peut dépendre de nombreux facteurs (débit de la rivière de prise, manœuvre des vannes, tours d'eau, prélèvements amont, ...);
- les restitutions peuvent elles aussi être très variables.

Lors d'un comité de pilotage de la présente étude, les résultats de l'étude PNR ont été remis en cause par la chambre d'agriculture, le Conseil Général et les agriculteurs, notamment en ce qui concerne le taux de restitution considéré vers le milieu (pris égal entre 0 et 30 %) et la répartition mensuelle des prélèvements. Il a donc été décidé de ne pas retenir les résultats de l'étude PNR pour la présente étude des volumes prélevables.

#### ↳ **QUANTIFICATION DES PRELEVEMENTS EN FONCTION DU BESOIN DES PLANTES**

Une approche qui pourrait paraître intéressante serait d'estimer les volumes prélevés à partir du besoin des plantes (qui dépendent eux du type de culture, de la nature des sols, de la pluie, de l'évapotranspiration, ...).

Ce lien entre besoins des plantes et prélèvements existe effectivement sur des bassins versants où se pratique majoritairement l'irrigation par aspersion et où la ressource est disponible.

Dans le cas du bassin versant du Sègre, 96% des surfaces sont irriguées gravitairement et il semble que les volumes prélevés dépendent davantage du débit dans le cours d'eau, de la capacité des canaux, de la période d'ouverture de ces derniers, des tours d'eau et non directement du besoin des plantes.

Il apparaît donc que la méthode qui consiste à établir un lien direct entre besoins des plantes et prélèvements agricoles peut difficilement s'appliquer au bassin versant du Sègre.

#### ↳ **QUANTIFICATION DES PRELEVEMENTS PAR APPLICATION DE RATIOS CLASSIQUEMENT ADMIS**

Dans la mesure où les prélèvements ne peuvent pas être déterminés à partir du besoin des plantes ni à partir de jaugeages sur l'ensemble des canaux durant toute la période d'irrigation, nous avons plutôt choisi de prendre comme référence le retour d'expérience de la profession agricole sur l'irrigation gravitaire que nous avons par ailleurs comparé aux résultats d'études plus générales sur l'irrigation gravitaire.

**La Chambre d'Agriculture indique ainsi que l'on admet communément que l'irrigation gravitaire consomme 15 000 m<sup>3</sup>/ha sur la période d'irrigation et précise que cette estimation qui est très grossière a l'avantage d'être partagée.**

**Par conséquent, pour les entités autres que le Carol (voir ci-après), nous attribuerons la valeur de 15 000 m<sup>3</sup>/ha pour la quantification globale des prélèvements bruts agricoles pendant la période d'irrigation.**

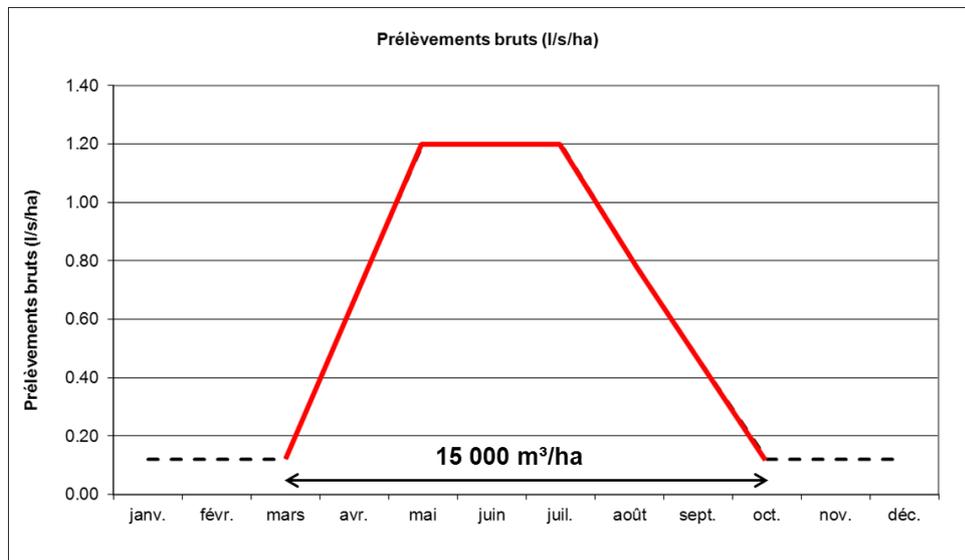
A noter que cette valeur de 15 000 m<sup>3</sup>/ha est cohérente avec les mesures ponctuelles de débit :

- réalisées sur l'Angoustrine dans le cadre de l'étude PNR ;
- réalisées dans le cadre des études d'adéquation besoin-ressources en cours par les ASA d'Err et d'Estavar-Bajande.

En l'absence de mesures de débit tout au long de l'année, on ne dispose pas de la répartition temporelle réelle des prélèvements bruts agricoles. Cette répartition, nécessaire pour la suite de l'étude, est donc reconstituée sur la base du volume de 15 000 m<sup>3</sup>/ha pendant la période d'irrigation mais aussi sur la base des témoignages des agriculteurs, de l'ONEMA et des représentants des collectivités et des pêcheurs qui indiquent que :

- les prélèvements dépendent de l'hydrologie des cours d'eau : ils sont maximaux au printemps en hautes eaux et diminuent fortement à compter du 15 juillet, début de la période de sécheresse ;
- l'irrigation débute en mars et se termine en octobre ;
- en période hivernale, aucune irrigation n'est pratiquée mais le prélèvement des canaux n'est pas nul car certains restent ouverts pour l'abreuvement.

La courbe finalement retenue et validée lors du comité de pilotage de janvier 2012 est la suivante :



**Figure 25** HYPOTHESE DE REPARTITION TEMPORELLE DES PRELEVEMENTS BRUTS (L/S/HA)

Dans le cadre de l'étude, il est également nécessaire d'estimer les prélèvements agricoles bruts en période hivernale. On considère que le débit prélevé en hiver est égal à  $1/10^{\text{ème}}$  du débit fictif continu maximal soit 0,12 l/s/ha, ce qui correspond à un volume brut annuel de **16 500 m<sup>3</sup>/ha** pour les prélèvements agricoles bruts. A noter que cette hypothèse de débit aura peu d'influence par la suite dans la mesure où, sur le bassin du Sègre, la période critique correspond davantage à l'étiage estival. Cette hypothèse sera confortée, dans la mesure du possible, dans le cadre de la phase 3 de la présente étude.

**NOTA : en l'absence de dispositif de mesures sur le bassin versant du Sègre, la détermination des prélèvements agricoles s'appuie sur des hypothèses cohérentes avec la bibliographie et le retour d'expérience des acteurs locaux. Il n'en reste pas moins que la marge d'incertitude est grande car le système d'irrigation en Cerdagne est très complexe et car chaque canal a un comportement propre. A l'avenir, la connaissance des prélèvements agricoles devra être affinée, ce qui impose la mise en place de dispositifs de mesure de débits sur les canaux.**

#### ► CAS PARTICULIER DU CAROL

Sur le Carol où l'on recense deux canaux principaux (canal de Puigcerda et canal de Ger), on dispose de jaugeages des débits prélevés :

- Canal de Puigcerda, 3 jaugeages disponibles :
  - \* 650 l/s mesurés par la Chambre d'Agriculture en 1995 ;
  - \* 513 l/s mesurés par l'ONEMA le 03/08/2007 ;
  - \* 630 l/s mesurés par SOGREAH le 01/08/2011 ;
- Canal de Ger, 2 jaugeages disponibles :
  - \* 390 l/s mesurés par l'ONEMA le 03/08/2007, année plutôt sèche ;
  - \* 850 l/s mesurés par SOGREAH le 01/08/2011, année plutôt humide.

Il apparaît que le débit prélevé par le canal de Puigcerda semble relativement constant et on retiendra un débit moyen prélevé de 600 l/s en pointe (dont environ 40 l/s destinés à l'alimentation en eau potable de Puigcerda). D'après les témoignages, le canal prélève toute l'année mais le prélèvement est moindre hors période d'irrigation. Dans la mesure où la prise d'eau a été aménagée pour capter au mieux les eaux du Carol et que, d'après les données de la station hydrométrique de Porta en amont, le débit du Carol est globalement toujours supérieur à 600 l/s, on considèrera un débit prélevé de 600 l/s pendant la période d'irrigation (mi-mars à mi-octobre) et un débit prélevé de 200 l/s hors période d'irrigation (dont 40 l/s pour l'AEP).

Pour le canal de Ger, les variations sont beaucoup plus fortes ; les débits prélevés dépendent a priori davantage du débit du cours d'eau qui peut être inférieur à la capacité du canal (environ 850 l/s). Par conséquent, on retiendra la courbe de répartition temporelle théorique présentée précédemment en lien avec l'hydrologie (cf. Figure 25) avec un débit prélevé maximal de 850 l/s. A noter toutefois que, du fait de la configuration de la prise d'eau (seuil béton barrant intégralement la rivière, équipé d'une passe à poissons et d'une vanne de restitution fermée en étiage), le canal prélève quasi-intégralement le débit du Carol si ce dernier est inférieur à 900 l/s (ne laissant dans la rivière à l'aval du seuil que le débit transitant par la passe à poissons (environ 40 l/s)).

#### 2.2.2.2. MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE

Pour toutes les entités du bassin versant, l'application de la méthode nécessite en premier lieu de disposer de la superficie irriguée depuis le sous bassin versant considéré (qui peut sensiblement différer de la superficie irriguée sur le sous bassin versant lui-même en cas de transfert entre bassin ; par exemple, sur la Vanéra, le canal supérieur et le canal inférieur irriguent des terres situées sur le sous bassin versant du Sègre).

Sur le secteur d'étude, la détermination des surfaces irriguées est un problème à part entière.

Sur le bassin de l'Angoustrine, cette détermination a été réalisée par BRLi suite à un long travail de terrain et d'échanges avec les agriculteurs. Sur le Carol, la Vanéra et la vallée du Sègre, un travail conséquent avait également été entrepris lors des études d'adéquations besoins-ressources. Il s'est toutefois avéré par la suite que sur la Vanéra, a minima, le recensement n'avait été que partiel.

La Chambre d'Agriculture avait par ailleurs commencé à recenser les surfaces irriguées par canal dans le cadre de son travail sur la structuration des préleveurs. Il semble toutefois que ce recensement n'ait pas été mené à son terme du fait du temps nécessaire pour sa réalisation (rencontre de chaque agriculteur, ...) en regard de l'intérêt limité de l'information pour la structuration des préleveurs.

Dans le cadre de la présente étude, il n'est pas envisageable de faire ce travail de terrain sur l'ensemble du bassin du Sègre.

L'estimation des surfaces irriguées sera donc réalisée en premier lieu à partir des données officielles du RA2000 en faisant l'hypothèse que ces dernières ont peu varié depuis la dernière décennie sauf :

- sur l'Angoustrine où l'on retiendra les valeurs de BRLi dans le cadre de l'étude pour le PNR ;
- sur le Carol où l'on retiendra les valeurs fournies dans l'étude besoin-ressource menée conjointement par la Chambre d'Agriculture et la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne en 2006 (valeur supérieure à celle du RA2000).

Cette estimation sera ensuite affinée à partir des études existantes et des photos aériennes, notamment concernant les superficies irriguées de l'enclave de Llivia et celles irriguées depuis un autre sous bassin versant que celui à laquelle elles appartiennent.

Nous évaluerons par ailleurs les superficies irriguées dans la zone urbaine (pelouse, jardins) en faisant l'hypothèse qu'elles représentent 25% de la zone urbaine (zone déterminée avec les photographies aériennes).

Une fois les superficies irriguées connues, nous calculerons alors le prélèvement brut sur chaque sous bassin versant en appliquant un ratio de 16 500 m<sup>3</sup>/ha/an (15 000 m<sup>3</sup>/ha pendant la période d'irrigation) et la répartition mensuelle présentée sur la Figure 25.

Remarque :

*Ce ratio sera appliqué à la totalité des surfaces irriguées même si certaines parcelles sont en réalité irriguées par aspersion. En effet, d'après les données du RA2000, l'irrigation par aspersion est très minoritaire sur le bassin du Sègre (environ 4 %).*

### 2.2.3. DETERMINATION DES SURFACES IRRIGUEES DEPUIS CHAQUE ENTITE

Afin de quantifier les prélèvements, il est nécessaire de déterminer les surfaces irriguées depuis chaque entité.

#### ↳ ANGOUSTRINE

La superficie irriguée depuis le bassin versant de l'Angoustrine est celle déterminée par BRLi dans le cadre de l'étude de la ressource en eau sur le bassin de l'Angoustrine pour le PNR : **548 ha**.

A partir des photos aériennes, on estime à **178 ha**, la superficie irriguée sur la commune de Llivia depuis le sous bassin versant de l'Angoustrine via le canal d'Angoustrine-Llivia et le canal du Plandail.

#### ↳ CAROL

Pour le Carol en France, la superficie agricole irriguée retenue sur le territoire français est celle déterminée dans le cadre de l'étude d'adéquation besoins/ressource réalisée sur la vallée du Carol en 2006 par le service Contrat de Rivière de la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne : 307 ha auxquels il convient de soustraire environ 15 ha irrigués depuis le ruisseau de Bena, qui appartient au bassin versant de l'Angoustrine.

La superficie agricole irriguée en territoire français depuis le Carol est donc de 292 ha (donc environ 200 ha irrigués depuis le canal de Puigcerda). A cette superficie, il faut ajouter :

- environ 25 ha irrigués en zone urbaine (hypothèse de 25% de zone urbaine irriguée) ;
- 542 ha irrigués en Espagne à partir du canal de Puigcerda ;
- 1 059 ha irrigués en Espagne depuis le canal de Ger.

Les deux dernières surfaces sont issues de l'étude espagnole suivante : Estudi de les necessitats hidriques que es tenen del riu querol a la baixa cerdanya, Xavier Llombart i Pubill, 2006.

La superficie totale irriguée retenue depuis le Carol français est ainsi de **1 918 ha**.

## ↳ VANERA

Le RA 2000 indique que la superficie agricole irriguée sur le bassin versant de la Vanéra est de 244 ha. Il convient d'y ajouter la surface urbaine irriguée estimée à environ 28 ha ainsi que la superficie irriguée depuis la Vanéra à l'extérieur du bassin versant. Il s'agit principalement des surfaces irriguées par le canal supérieur et le canal inférieur appartenant au sous bassin versant du Sègre : à partir des photographies aériennes, on estime cette surface à environ 170 ha.

La superficie totale irriguée depuis le bassin versant de la Vanéra est ainsi de **442 ha** environ.

A noter que l'étude d'adéquation besoins/ressource réalisée sur la vallée de la Vanéra en 2007 par le service Contrat de Rivière de la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne avait estimé cette surface à environ 300 ha. Or, il est apparu par la suite que toutes les parcelles irriguées n'avaient pas été recensées, ce qui tend à penser que la superficie réelle est supérieure à 300 ha, comme nous l'avons estimée.

## ↳ ANGOUST ET SEGRE

Le RA 2000 indique que la superficie irriguée :

- sur le bassin du Sègre amont (jusqu'à la confluence avec l'Angoust, Angoust inclus) est de 361 ha ;
- sur le bassin du Sègre aval est de 467 ha.

A noter que le RA 2000 ne recense pas les superficies irriguées sur la commune espagnole de Llivia qui appartient cependant au bassin versant du Sègre.

Par ailleurs, la délimitation des entités retenues dans le cadre de cette étude diffère de la délimitation des bassins versants dans le cadre du RA2000. En effet, la première entité (Angoust) inclut uniquement le bassin versant de l'Angoust alors que la deuxième entité (Sègre hors Angoust) inclut le bassin versant du Sègre duquel est ôté le bassin versant de l'Angoust.

L'étude d'adéquation besoins/ressource réalisée sur le Sègre en 2007 par le service Contrat de Rivière de la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne fournit une cartographie des surfaces irriguées par le Sègre. A partir de cette dernière, on estime à 133 ha la superficie agricole irriguée sur le bassin versant du Sègre depuis ce dernier en amont de la confluence avec l'Angoust.

Une partie des superficies irriguées sur l'entité du Sègre (hors Angoust) sont en réalité irriguées depuis des prélèvements effectués à l'extérieur de cette entité :

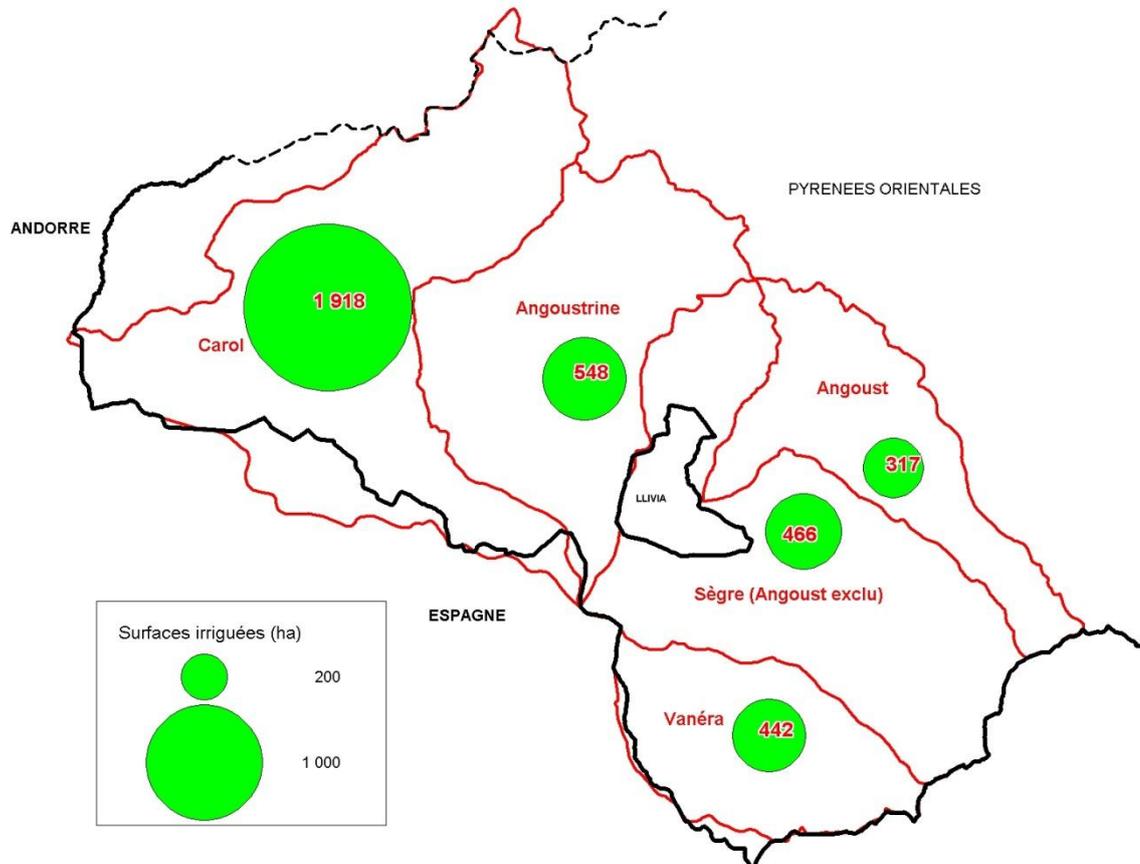
- eau en provenance de l'entité Angoust via les canaux d'Estavar-Bajande, de Llo et de Saillagouse notamment ;
- eau en provenance de l'entité Vanéra via le canal supérieur et le canal inférieur ;
- eau en provenance de l'Angoustrine via le canal d'Angoustrine-Llivia, le canal du Plandail, le canal du mas Blanc, etc.

A partir des photos aériennes, on estime à 245 ha, la superficie irriguée sur la commune de Llivia depuis le sous bassin versant du Sègre (non compris, les parcelles irriguées depuis le bassin de l'Angoustrine, via le canal d'Angoustrine-Llivia et le canal du Plandail).

On retient finalement les superficies irriguées suivantes :

- **317 ha** depuis l'entité de l'Angoust ;
- **466 ha** depuis l'entité du Sègre hors Angoust.

La carte ci-après présente les surfaces irriguées sur chaque entité.



**Figure 26 CARTE DES SURFACES IRRIGUEES PAR ENTITE**

**2.2.4. DETERMINATION DES PRELEVEMENTS BRUTS ANNUELS PAR ENTITE**

Pour le calcul des volumes bruts prélevés annuellement, le ratio de 16 500 m<sup>3</sup>/ha/an a été appliqué aux surfaces irriguées indiquées précédemment, hormis pour le Carol sur les canaux de Ger et de Puigcerda où les estimations se basent sur les jaugeages effectués (cf. 2.2.2.1).

Entité	Surface irriguée depuis l'entité (ha)	Volume brut annuel prélevé (milliers de m <sup>3</sup> )
Angoust	317	5 200
Sègre hors Angoust	466	7 700
Angoustrine	548	9 000
Vanéra	442	7 300
Carol	1 918	26 100
<b>Total</b>	<b>3 690</b>	<b>55 300</b>

**Tableau 10 VOLUME AGRICOLE ANNUEL BRUT PRELEVE**

## 2.3. REPARTITION MENSUELLE DES AUTRES PRELEVEMENTS (AEP, NEIGE DE CULTURE, HYDROELECTRICITE, INDUSTRIE)

### 2.3.1. AEP

**La répartition mensuelle des prélèvements est connue au travers des données mensuelles fournies par les syndicats ou par le biais des études existantes.**

Pour l'Angoustrine, nous reprendrons la répartition proposée dans l'étude de la ressource en eau réalisée par BRLi de juin 2010. Nous appliquerons la même répartition au bassin de la Vanéra qui, comme l'Angoustrine, ne présente pas de stations de ski.

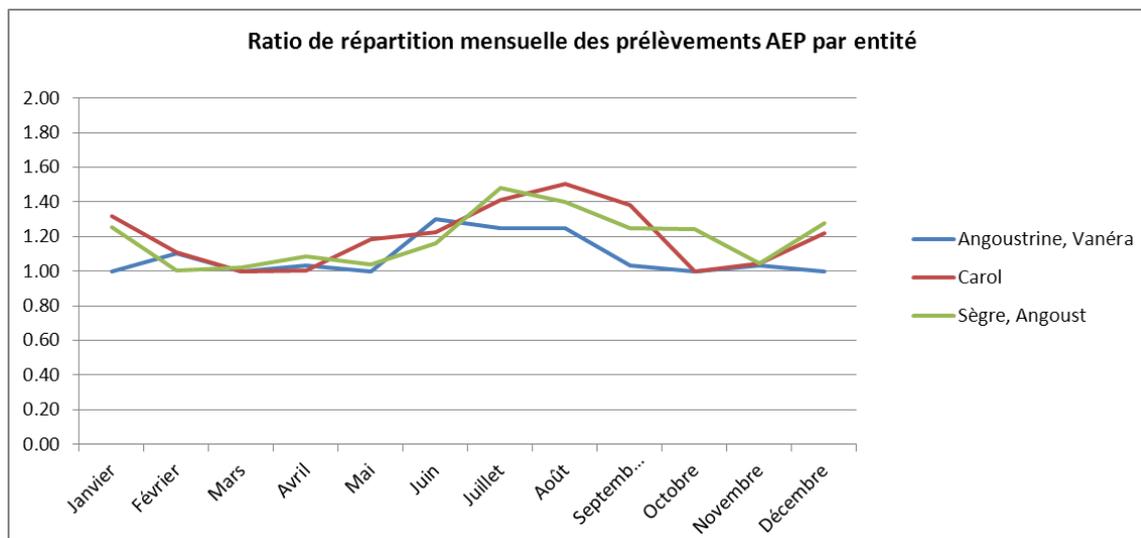
Pour le Sègre et l'Angoust, nous avons exploité les données fournies par le SIVOM de la Haute Vallée du Sègre dont les prélèvements sont représentatifs de cette zone. Rappelons à ce titre que la majorité des prélèvements en eau potable gérée par le SIVM de Haute Cerdagne provient du lac des Bouillouses, ressource extérieure au bassin du Sègre.

Remarque :

*L'eau potable sur Livia est gérée par la société espagnole SOREA. Contactée dans le cadre de cette étude, cette dernière n'a pas fourni d'information à SOGREAH sur les volumes prélevés. Par hypothèse, ces derniers ont donc été calculés à partir des prélèvements en eau comptabilisés sur le Carol ramenés à la population de Livia (environ 1 500 habitants), soit un volume annuel prélevé d'environ 300 000 m<sup>3</sup>.*

Pour le Carol, nous avons exploité les données fournies par le SIVOM de la vallée du Carol. A noter que le prélèvement en eau potable du canal de Puigcerda est considéré comme constant (40l/s) ; la répartition mensuelle présentée ci-après sur le Carol ne s'applique qu'aux prélèvements pour l'alimentation en eau potable sur le territoire français.

Les courbes de répartition retenues sont finalement les suivantes :



**Figure 27** RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS AEP PAR ENTITE

### 2.3.2. NEIGE DE CULTURE

Sur le bassin versant du Sègre, il existe quatre stations de ski mais l'enneigement de la station de Font-Romeu s'effectue depuis le lac des Bouillouses, ressource extérieure au bassin versant.

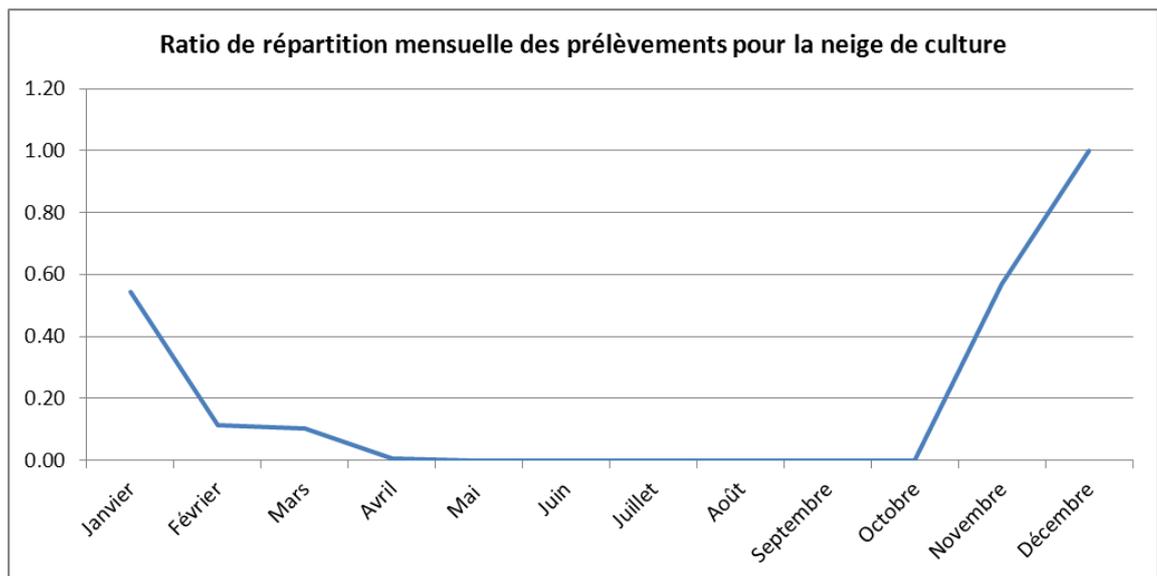
La station d'Err-Puigmal dispose d'une retenue collinaire alimentée depuis un trop-plein d'eau potable. Pour cette station, la base de données de l'Agence de l'Eau ne fournit pas de volume spécifique à la neige de culture. On considérera donc par la suite que le prélèvement de la station est comptabilisé dans les prélèvements AEP et suit donc leur évolution. A noter que cette hypothèse paraît acceptable dans la mesure où les prélèvements pour la neige de culture sont faibles (de l'ordre de 25 000 à 30 000 m<sup>3</sup> par an selon les informations fournies par la station à comparer aux centaines de milliers de m<sup>3</sup> prélevés pour l'eau potable).

Pour la station d'Eyne, alimentée en neige de culture depuis un trop-plein d'eau potable et une prise en rivière, les volumes prélevés sont indiqués dans la base de l'Agence de l'Eau. En l'absence de retenue collinaire, les prélèvements suivent a priori les besoins d'enneigement de la station.

Les prélèvements destinés à la neige de culture de la station de Porté-Puymorens sont effectués via une prise en rivière et une retenue collinaire. Ces prélèvements sont autorisés du 1<sup>er</sup> novembre au 15 avril et ont plutôt lieu en pratique entre novembre et février, ce qui implique qu'ils sont eux aussi a priori relativement proportionnels aux besoins d'enneigement de la station.

**On considère donc que la répartition mensuelle des prélèvements en neige de culture sur le bassin du Sègre pour les stations de Porté et d'Eyne suit l'évolution des besoins d'enneigement des stations du ski au cours de l'hiver. Sur le bassin du Sègre, on dispose de la répartition mensuelle des prélèvements de la station de Font-Romeu pour les années 2005 à 2011 (fournis par la station). La courbe de répartition mensuelle retenue correspond à la moyenne sur ces 7 années.**

Il apparaît logiquement que les besoins pour la neige de culture ne sont globalement pas concomitants avec les besoins agricoles.

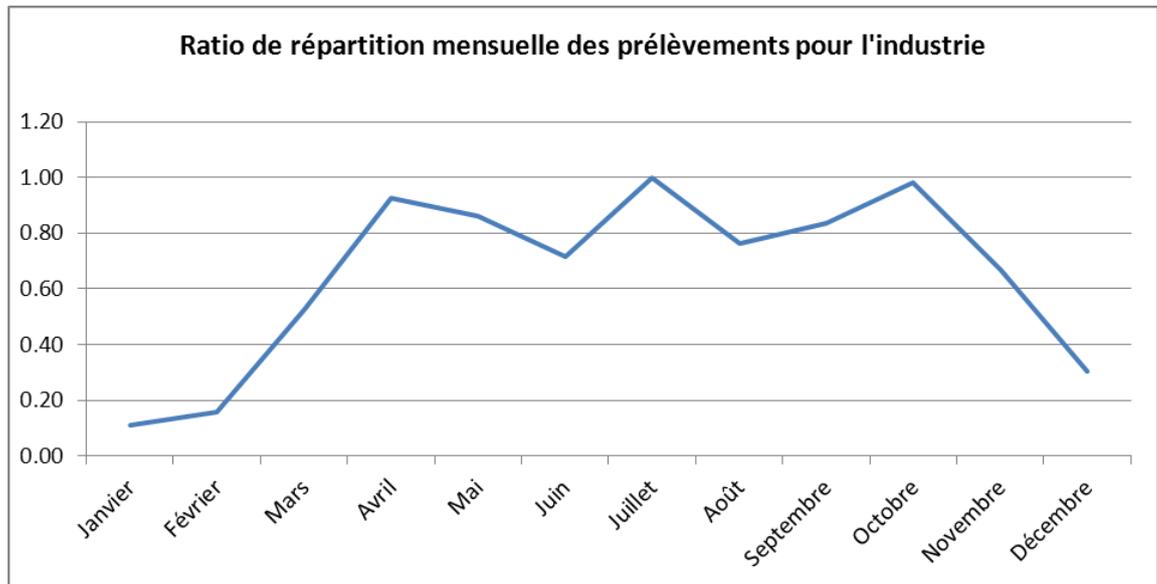


**Figure 28** RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS POUR LA NEIGE DE CULTURE

### 2.3.3. INDUSTRIE

Les prélèvements industriels sont anecdotiques sur le bassin versant du Sègre. Il s'agit de prélèvements pour deux centrales à béton.

**Carrière et béton du Capcir, société qui gère la centrale de Saillagouse a fourni à SOGREAH les volumes mensuels prélevés pour les années 2006 et 2007. La répartition des prélèvements retenus se base sur la moyenne de ces deux années.**



**Figure 29** *RATIO DE REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS POUR L'INDUSTRIE*

### 2.3.4. HYDROELECTRICITE

Nous n'avons pas reconstitué la répartition mensuelle des prélèvements pour les microcentrales car dans le cadre de cette étude, nous raisonnons à l'échelle globale des sous bassins versants. Or, les microcentrales restituent intégralement les débits prélevés à l'aval des tronçons court-circuités. Il ne faut tout de même pas perdre de vue que les prélèvements bruts sont conséquents comme mentionnés dans la suite de l'étude et qu'ils peuvent avoir un impact fort sur le milieu dans les tronçons court-circuités.



## 2.4.2. QUANTIFICATION DES PRELEVEMENTS BRUTS ANNUELS PAR ENTITE ET PAR USAGE

A partir des volumes prélevés renseignés dans la base de données créée et de l'estimation des prélèvements agricoles décrite précédemment, nous avons quantifié, pour l'année 2008, les prélèvements bruts annuels par usage et par entité.

	Volume brut prélevé en 2008 (en milliers de m <sup>3</sup> )					TOTAL
	Vanéra	Angoust	Sègre hors Angoust	Angoustrine	Carol	
AEP	671	172	997 <sup>(1)</sup>	470	1 532 <sup>(2)</sup>	3 842
Industrie	0	0	4	0	0	4
Hydroélectricité	0	0	0	8 100	41 800	49 900
Neige de culture	0	114	0	0	85	199
Irrigation	7 300	5 200	7 700 <sup>(3)</sup>	9 000 <sup>(4)</sup>	26 100 <sup>(5)</sup>	55 300
<b>TOTAL</b>	<b>7 971</b>	<b>5 486</b>	<b>8 701</b>	<b>17 570</b>	<b>69 517</b>	<b>109 245</b>

(1) dont 300 000 m<sup>3</sup> prélevés au niveau de l'enclave de Livia

(2) dont 1 260 000 m<sup>3</sup> exportés vers l'Espagne pour l'AEP de Puigcerdà (40 l/s)

(3) dont 4 042 500 m<sup>3</sup> prélevés au niveau de l'enclave de Livia (245 ha irrigués)

(4) dont 2 937 000 m<sup>3</sup> prélevés au niveau de l'enclave de Livia (178 ha irrigués)

(5) dont 20 500 000 m<sup>3</sup> exportés vers l'Espagne via les canaux de Ger et de Puigcerdà

**Tableau 11 VOLUME ANNUEL BRUT PRELEVE EN 2008 PAR USAGE ET PAR ENTITE**

### Remarques :

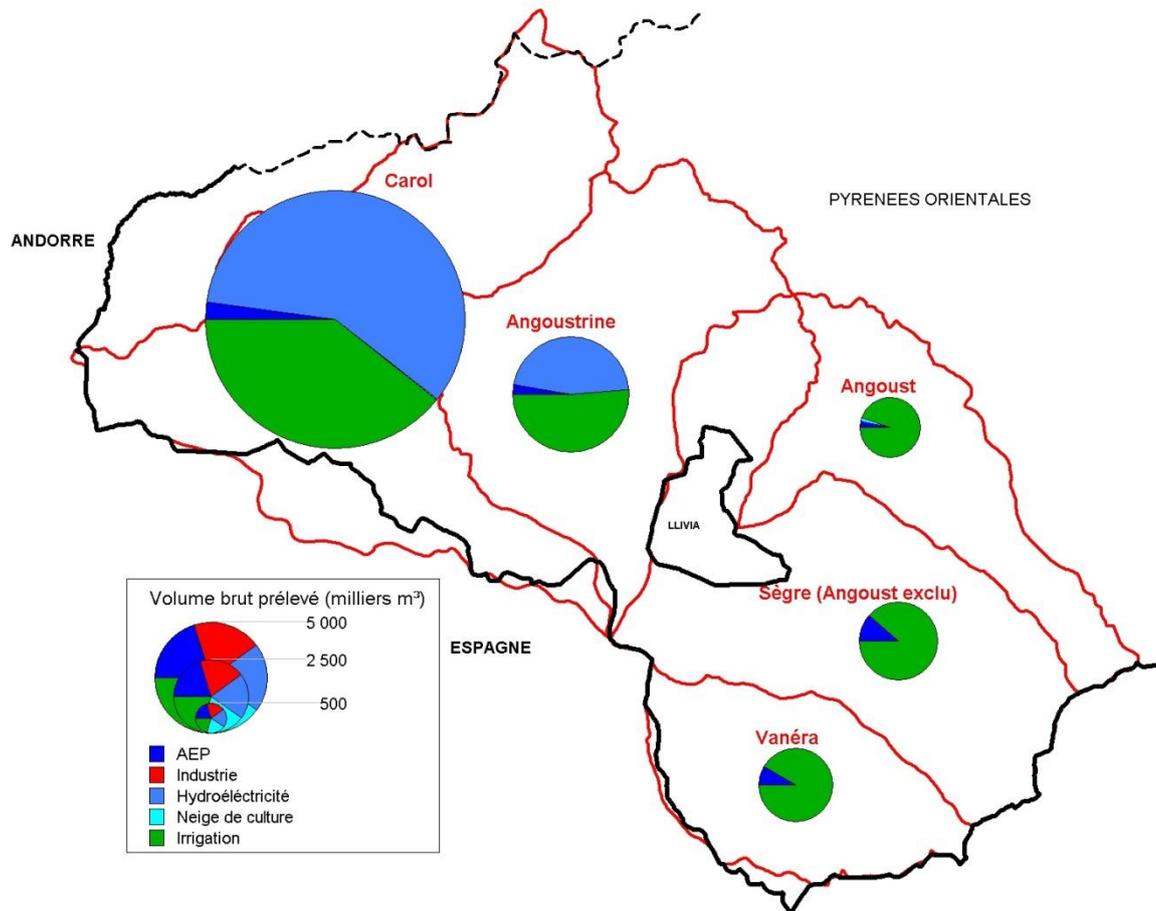
*Aucun prélèvement pour la neige de culture n'est quantifié sur le Sègre hors Angoust malgré la présence de la station d'Err-Puigmal ; il semble que ce prélèvement soit comptabilisé dans le volume d'eau potable (alimentation d'une retenue collinaire via un trop-plein d'eau potable).*

*Pour l'année 2008, la base de données de l'Agence de l'Eau ne recense aucun prélèvement destiné à l'eau potable sur l'entité de la Vanéra et ne fournit donc aucune valeur. Pour cette entité, le volume indiqué dans le tableau précédent provient donc, non pas de la base de l'Agence de l'Eau, mais d'un comptage de volume à l'aval de la station de traitement d'Osséja (fourni par l'Agence de l'Eau).*

*Sur l'entité de l'Angoustrine, deux sources ne disposent toujours pas de compteurs. Le mode de déclaration à l'Agence de l'Eau est le forfait population ; la valeur renseignée est donc incertaine. Cela est donc susceptible d'impacter les volumes prélevés. Dans le cas présent, l'impact est toutefois très réduit car les sources concernées n'alimentent que des hameaux et les volumes associés sont très faibles (3 000 m<sup>3</sup> en 2008 à comparer aux 470 000 m<sup>3</sup> comptabilisés sur l'entité Angoustrine).*

*Une partie du débit prélevé par le canal de Puigcerda (environ 40 l/s) sert à l'alimentation en eau potable de Puigcerda et a été comptée comme tel dans le tableau précédent.*

*L'eau potable sur Livia est gérée par la société espagnole SOREA. Contactée dans le cadre de cette étude, cette dernière n'a pas fourni d'information à SOGREAH sur les volumes prélevés. Par hypothèse, ces derniers ont donc été calculés à partir des prélèvements en eau comptabilisés sur le Carol ramenés à la population de Livia (environ 1500 habitants), soit un volume annuel prélevé d'environ 300 000 m<sup>3</sup>.*



**Figure 31** REPARTITION DES VOLUMES ANNUELS BRUTS PRELEVES PAR USAGE ET PAR ENTITE

Il apparaît que l'usage majoritaire en termes de prélèvements bruts sur le bassin versant du Sègre est l'irrigation, suivie de près par l'hydroélectricité (hors Lanoux). Rappelons qu'il s'agit de prélèvements bruts, c'est-à-dire sans prise en compte des restitutions au milieu (qui sont totales dans le cas de l'hydroélectricité et plus réduites pour l'irrigation).

Le volume brut prélevé pour l'eau potable représente 4 % du volume global sur la totalité du secteur d'étude ; par entité, il est au maximum de 12 % environ.

Les volumes prélevés pour l'industrie et la neige de culture sont très minoritaires.

## 2.5. BILAN GLOBAL DES PRELEVEMENTS NETS

Précédemment ont été présentés les prélèvements bruts, c'est-à-dire les prélèvements à la source avant toute restitution.

Or, pour chaque usage, le volume effectivement soustrait aux cours d'eau est en réalité moindre car une partie plus ou moins importante de l'eau prélevée peut y retourner. La part définitivement retirée du cours d'eau est qualifiée de prélèvements nets et correspond aux prélèvements bruts auxquels on soustrait les retours au cours d'eau.

**Prélèvements nets**

**= Prélèvements bruts – retours au cours d'eau**

**= Volume d'eau effectivement soustrait au cours d'eau**

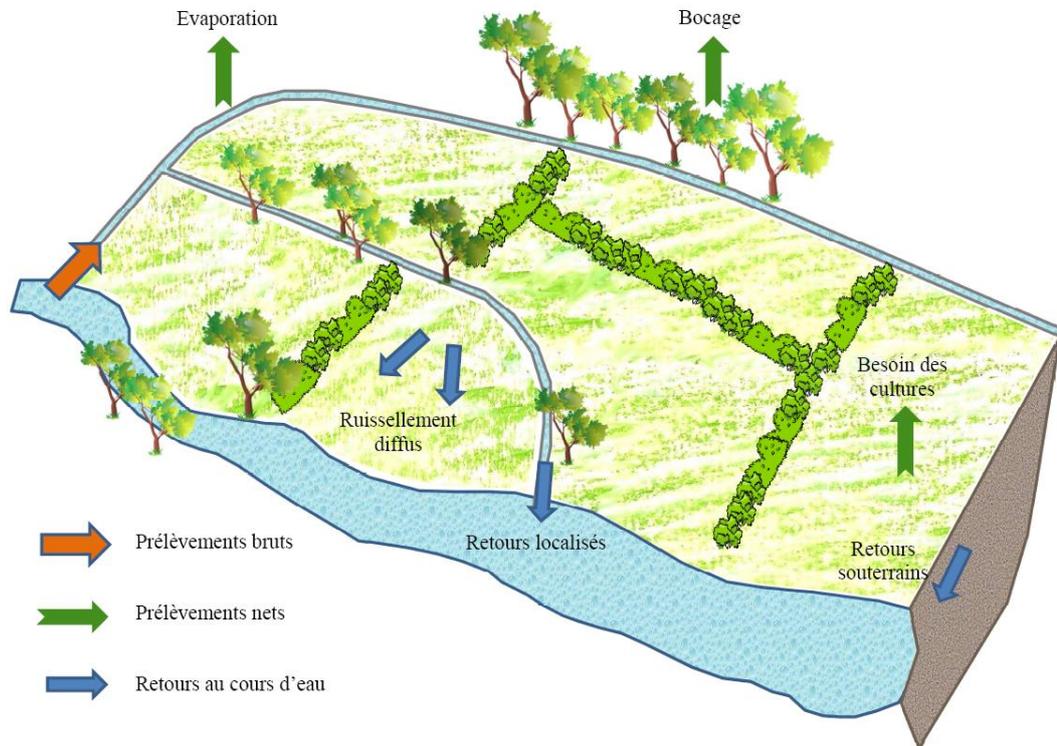
Les **retours au cours d'eau** peuvent être de différents types :

- retours superficiels localisés (exemple : les restitutions de surplus d'eau d'un canal ayant son exutoire dans la rivière de prise) ;
- retours superficiels diffus (exemple : ruissellement en aval d'une parcelle irriguée gravitairement) ;
- retours souterrains via les nappes d'accompagnement de cours d'eau.

Les prélèvements nets sont donc constitués :

- du volume réellement définitivement consommé pour les besoins spécifiques liés à l'usage (le besoin des plantes en agriculture, l'eau consommée non restituée via le réseau d'assainissement pour l'eau potable, l'eau nécessaire pour la fabrication du béton pour l'industrie sur le bassin du Sègre, ...)
- de toutes les pertes définitives associées ne revenant pas au cours d'eau (évaporation, infiltration des fuites dans les nappes et ne retournant pas au cours d'eau, évapotranspiration par les plantes autres qu'agricoles) ;
- des transferts vers l'extérieur du bassin versant qui sont donc définitivement perdus pour le cours d'eau (exemple : l'enneigement artificiel de la station de Font-Romeu est assuré par un prélèvement dans le lac des Bouillouses appartenant au bassin versant de la Têt ; cette eau transférée sur le bassin versant du Sègre est définitivement perdue pour la Têt).

Le schéma ci-après illustre ces différents éléments dans le cas de l'irrigation gravitaire.



**Figure 32 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA RESTITUTION AU COURS D'EAU EN IRRIGATION GRAVITAIRE**

### 2.5.1. RESTITUTION SUIVANT LES USAGES

Les retours au cours d'eau dépendent majoritairement des usages de l'eau.

#### **🔗 USAGE IRRIGATION**

En irrigation gravitaire, mode d'irrigation largement majoritaire sur le bassin versant du Sègre, les retours au cours d'eau sont très difficiles à quantifier.

En Cerdagne, il ressort que le chevelu de canaux est dense du fait du nombre important de prises d'eau mais également du fait des nombreuses branches secondaires. Les canaux d'irrigation sont souvent de petites tailles et présentent généralement des linéaires importants avec a priori des pentes réduites dans la plaine (pente plus forte dans la partie amont des bassins versants). Les canaux peuvent par ailleurs être interconnectés. Il apparaît également qu'à l'aval immédiat des prises, les canaux sont souvent cuvelés mais sont ensuite majoritairement en terre sur le reste du linéaire.

Sur le bassin versant, les canaux sont gérés par de multiples acteurs (ASA, ASL, communes, agriculteurs, ...). D'après les témoignages recueillis, il semble que l'entretien des canaux soit de plus en plus difficile à assurer à cause d'un manque de moyens.

En termes d'irrigation, des tours d'eau sont pratiqués sur certains canaux mais il semble que cette pratique soit moins courante que par le passé. L'irrigation des parcelles se pratique de manière différente suivant les agriculteurs. D'après les témoignages, certains agriculteurs ont tendance à "surirriguer" puisqu'il arrive que des chemins ou des routes soient "inondés" à l'aval de certaines parcelles. Selon la Chambre d'Agriculture, il s'agit toutefois d'une pratique marginale car elle va en l'encontre de l'intérêt des agriculteurs (la végétation qui se développe alors ne permet pas de nourrir le bétail). Selon la Chambre, les irrigants sont au contraire soucieux d'économiser l'eau.

Devant la configuration complexe du réseau d'irrigation sur le bassin versant du Sègre, il n'est ainsi pas possible de quantifier facilement les retours. S'il est aisé de jauger le débit en entrée de canal, les retours au cours d'eau sont en effet beaucoup plus difficiles à mesurer car ils se font de manière diffuse, souterraine ou superficielle.

Des taux de restitution sont avancés dans des études antérieures locales :

- l'étude réalisée par BRL sur l'Angoustrine en juin 2010 pour le PNR retient un taux de restitution vers le cours d'eau compris entre 0 et 30 % suivant les canaux ;
- l'étude adéquation besoins ressources menée sur l'Angoustrine en partenariat avec la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne et la Chambre d'Agriculture mentionne un taux de restitution nul pour les grands canaux et de 50 % pour les petits canaux servant à l'abreuvement.

Ces chiffres n'ont pas été confortés par des mesures in situ. Présentés lors d'un premier comité de pilotage dans le cadre de la présente étude, ils ont par ailleurs été fortement remis en cause par la profession agricole qui juge que le taux de restitution est en réalité largement supérieur.

La détermination du taux effectif de restitution nécessiterait la mise en place d'une lourde campagne de jaugeages car actuellement, il n'existe pas de dispositifs de comptage des volumes prélevés ; par ailleurs, la mesure de la restitution n'est pas immédiate du fait de son caractère diffus et de la grande variété de canaux et nécessite donc un protocole spécifique relativement complexe. Or, cette campagne n'est pas réalisable dans le cadre de la présente étude du fait des délais impartis. Il n'est toutefois pas exclu qu'elle puisse être faite ultérieurement pour conforter les hypothèses retenues dans la cadre de cette étude.

Une approche locale n'étant pas envisageable à ce stade, des résultats d'études plus globales ont été examinés, notamment ceux d'une analyse globale de l'irrigation gravitaire basée sur des études de flux menées sur le sud du bassin Rhône Méditerranée Corse entre 1999 et 2003 (Spécificité de l'irrigation gravitaire dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse, B. Mottet, 2004, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse). Il ressort de cette étude les principaux chiffres suivants :

- prélèvements bruts : 28 500 m<sup>3</sup>/ha/an ;
- besoin des plantes : 5 500 m<sup>3</sup>/ha/an ;
- taux de restitution : 82 %.

Dans le cas du Sègre, ce taux de restitution semble élevé car les prélèvements annuels bruts sont a priori plus faibles (de l'ordre de 16 500 m<sup>3</sup>/ha/an) et les prélèvements nets comprennent également le volume consommé par le bocage (et non le seul besoin des cultures).

Afin de statuer sur un taux de restitution, il a finalement été décidé de prendre en compte le taux moyen retenu sur des bassins versants proches du Sègre et mieux instrumentés (Têt, Agly, Tech). **Le taux de restitution retenu est ainsi de 60 % pendant la période d'irrigation.** Il s'agit d'une hypothèse qui présente nécessairement une **importante marge d'incertitude**. Cette valeur sera confortée dans la phase ultérieure d'hydrologie et pourra être affinée par une campagne de mesures spécifique ultérieurement.

A noter par ailleurs qu'il s'agit bien d'un taux de restitution **moyen** reflétant une restitution moyenne à l'échelle du bassin versant. En pratique, pour chaque système canal/surface irriguée, ce taux est variable en fonction de différents facteurs (pente du terrain, distance au cours d'eau, ...).

Appliqué au bassin versant du Sègre où l'on considère un volume brut prélevé de 15 000 m<sup>3</sup>/ha pendant la période d'irrigation, cela représente une restitution moyenne aux cours d'eau de 9 000 m<sup>3</sup>/ha et un prélèvement net de 6 000 m<sup>3</sup>/ha pendant cette même période.

**Hors période d'irrigation**, où seul l'abreuvement est pratiqué, la restitution est a priori supérieure et l'on considèrera un **taux de restitution de 90 %**.

<b>Hypothèse retenue pour l'irrigation (validée en comité de pilotage):</b>
<b>Retour vers le cours d'eau</b>
<b>=</b>
<b>60% des volumes bruts prélevés en période d'irrigation</b>
<b>90% des volumes bruts prélevés hors période d'irrigation</b>

Sur le bassin versant du Sègre, nous retiendrons ce chiffre et considérerons donc que les prélèvements nets pour l'irrigation sont égaux à 40 % des prélèvements bruts.

**A noter que dans certains cas, on considère toutefois que le prélèvement net est égal au prélèvement brut sur une entité donnée : c'est le cas lorsqu'un canal irrigue des terres et a son exutoire à l'extérieur de l'entité.**

Pour illustrer cela, nous prendrons **l'exemple du Carol** dont les deux principaux canaux (Ger et Puigcerda) ont leur exutoire en Espagne où ils irriguent des terres. Pour le canal de Ger qui irrigue des terres quasi exclusivement espagnoles, on considère que la restitution pour le Carol français est nulle : le prélèvement agricole net est donc considéré égal au prélèvement brut. Pour le canal de Puigcerda qui irrigue des terres françaises et espagnoles et qui dispose d'un tour d'eau (12h pour l'Espagne et 12h pour la France) a priori respecté, on considère que la restitution n'a lieu qu'en période d'irrigation de terres françaises, soit 50 % du temps. Sachant par ailleurs qu'environ 50% des terres françaises irriguées par le canal de Puigcerda se trouvent sur un sous-bassin versant dont l'exutoire dans le Carol se situe à l'aval de la frontière, on considère ainsi une restitution globale à hauteur de 15%. Pour les autres superficies irriguées du bassin versant, on considère une hypothèse de restitution de 60%. Le tableau suivant synthétise ces éléments pour les prélèvements agricoles sur le Carol.

	Restitution		Volume annuel (milliers de m <sup>3</sup> )		
	En période d'irrigation	Hors période d'irrigation	Prélèvement agricole annuel brut	Prélèvement agricole annuel net	Volume exporté vers l'Espagne
Canal de Ger	0%	0%	11 700	11 700	11 700
Canal de Puigcerda	15%	0%	12 400	10 900	8 800
Surfaces irriguées par d'autres canaux	60%	90%	1 900	700	0
<b>TOTAL</b>	-	-	26 100	23 300	20 500

**Tableau 12 VOLUMES ANNUELS PRELEVES SUR LE CAROL**

Les prélèvements nets ainsi calculés correspondent aux prélèvements nets effectués sur une entité donnée. Les restitutions de canaux ayant leur prise à l'extérieur de l'entité ne sont pas comptabilisées à ce stade. Elles le seront par la suite dans l'analyse hydrologique.

↳ **USAGE ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

Les restitutions liées aux prélèvements d'eau potable correspondent aux rejets des stations d'épuration et aux fuites (dans les réseaux de distribution) qui parviennent à rejoindre le milieu. En effet toute l'eau prélevée au point de prélèvement n'arrive pas au consommateur, une partie est perdue.

Le pourcentage de fuite peut être connu via le rendement des réseaux. On considère classiquement que les retours au cours d'eau concernent 50% des fuites et 80% de l'eau effectivement consommée (dans la mesure où la station d'épuration se trouve en amont de la frontière espagnole, ce qui n'est pas le cas de la station d'épuration de Puigcerda qui traite notamment les eaux de Llivia ; dans ce dernier cas, les retours au milieu de l'eau consommée sont considérés comme nuls sur la zone d'étude).

**Hypothèse retenue pour l'eau potable :**

**Retour vers les cours d'eau**

**= 80 % des volumes consommés (retour via les stations d'épuration) + 50 % des fuites**

Le rendement des réseaux est obtenu à partir des données existantes (schéma AEP, données des syndicats, données du contrat de rivière, données Agence de l'Eau issues des redevances, ...). Sur les différentes entités, on retient ainsi le rendement des réseaux suivants :

Entité	Rendement des réseaux
Angoust	40%*
Sègre (hors Angoust)	40%
Angoustrine	22%**
Vanéra	57%
Carol	45%

*\*Le rendement correspond aux prélèvements effectués sur le bassin versant ; sur le périmètre du syndicat de Haute Cerdagne le rendement est de 50% mais les prélèvements se font hors bassin versant*

*\*\* des travaux sont en cours sur les réseaux du bassin de l'Angoustrine, ce qui devrait permettre d'augmenter sensiblement le rendement*

**Tableau 13      RENDEMENT DES RESEAUX D'EAU POTABLE PAR ENTITE**

#### ↳ USAGE HYDROELECTRICITE

Les restitutions liées à l'hydroélectricité sont considérées comme totales à l'échelle du bassin versant pour les quatre microcentrales existantes. Le prélèvement net lié à l'hydroélectricité à l'échelle des sous bassins versants est donc considéré comme nul (hors Lanoux).

**Hypothèse retenue pour l'hydroélectricité :**

**Retour vers les cours d'eau = intégralité des prélèvements bruts**

Rappelons toutefois que si la restitution est totale à l'échelle des sous bassins versants, l'impact de ces prélèvements sur le milieu peut être localement fort sur les tronçons court-circuités.

#### ↳ USAGE INDUSTRIE

Sur le bassin du Sègre, l'activité industrielle se limite à deux centrales à béton. Pour cette activité, **d'après les industriels**, la totalité de l'eau prélevée est utilisée et les retours aux milieux sont nuls. Pour l'industrie, les prélèvements nets sont donc égaux aux prélèvements bruts.

**Hypothèse retenue pour l'industrie :**

**Retour vers les cours d'eau = 0**

#### ↳ USAGE NEIGE DE CULTURE

Dans le rapport réalisé par la communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne (*les prélèvements actuels, les impacts et les besoins futurs en neige de culture, 2007*), il est indiqué, pour la **station de Font-Romeu**, que les restitutions sont évaluées entre 60 et 70 % à la fonte des neiges. La restitution se fait donc en décalage par rapport à la période de prélèvement. Pour la suite de l'étude, nous considérerons donc une restitution à hauteur de 60 % pour la neige de culture.

**Hypothèse retenue pour la neige de culture :**

**Retour vers les cours d'eau = 60% des prélèvements bruts**

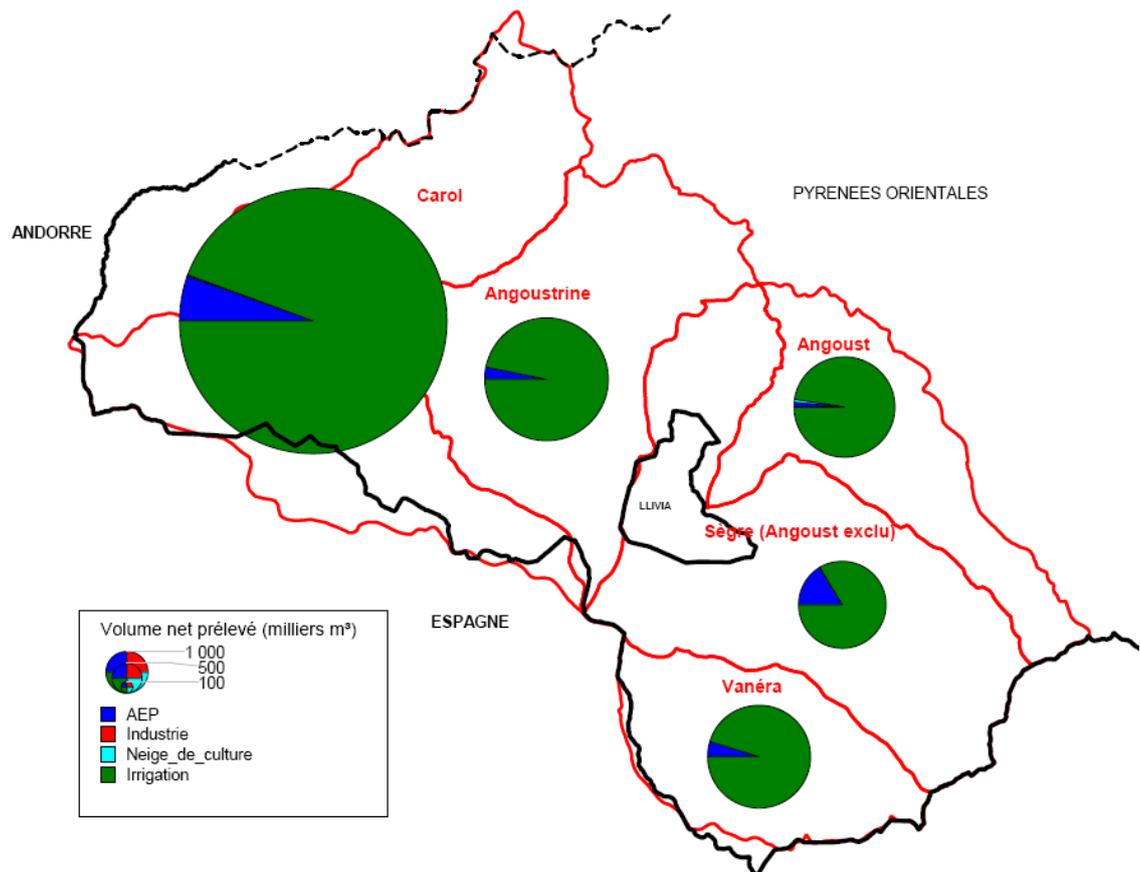
**2.5.2. BILAN DES PRELEVEMENTS NETS**

Le tableau suivant synthétise les prélèvements nets effectués sur chaque entité. Rappelons que les valeurs fournies n'incluent pas à ce stade les éventuelles restitutions depuis d'autres entités.

	Volume net prélevé en 2008 (en milliers de m <sup>3</sup> )					TOTAL
	Vanéra	Angoust	Sègre hors Angoust	Angoustrine	Carol	
AEP	221	65	565 <sup>(1)</sup>	204	1 359 <sup>(2)</sup>	2 414
Industrie	0	0	4	0	0	4
Neige de culture	0	46	0	0	34	80
Irrigation	4 500	4 400	2 900 <sup>(3)</sup>	6 200 <sup>(4)</sup>	23 300 <sup>(5)</sup>	41 300
<b>TOTAL</b>	<b>4 721</b>	<b>4 511</b>	<b>3 468</b>	<b>6 404</b>	<b>24 693</b>	<b>43 797</b>

- (1) dont 300 000 m<sup>3</sup> prélevés au niveau de l'enclave de Llivia
- (2) dont 1 260 000 m<sup>3</sup> exportés vers l'Espagne pour l'AEP de Puigcerdà (40 l/s)
- (3) dont 1 534 000 m<sup>3</sup> prélevés au niveau de l'enclave de Llivia (245 ha irrigués avec restitution sur le BV)
- (4) dont 2 937 000 m<sup>3</sup> prélevés sur l'enclave de Llivia (178 ha irrigués avec restitution sur le BV du Sègre)
- (5) dont 20 500 000 m<sup>3</sup> exportés vers l'Espagne via les canaux de Ger et de Puigcerdà

**Tableau 14 VOLUME ANNUEL NET PRELEVE PAR USAGE ET PAR ENTITE**



**Figure 33 REPARTITION DES VOLUMES ANNUELS NETS PRELEVES PAR USAGE ET PAR ENTITE**

En termes de prélèvements nets, il apparaît que l'irrigation est de loin l'usage le plus consommateur avec 94 % des volumes prélevés. L'eau potable représente environ 6 %. Les usages neige de culture et industrie sont anecdotiques. Quant aux quatre microcentrales, elles restituent intégralement les débits dérivés et l'on peut donc considérer que leur prélèvement net à l'échelle de chaque entité est nul.

## 2.6. SCENARIO TENDANCIEL

Le cahier des charges de l'étude prévoit une première projection de l'évolution des usages de l'eau à horizons 2015 et 2021. Cette analyse porte sur les prélèvements, en s'appuyant sur les usages de l'eau observés actuellement et pressentis à moyen terme.

L'estimation de l'évolution des usages est effectuée par la construction d'un scénario tendanciel d'évolution des besoins en eau pour chaque usage : agricoles, eau potable, industriels et neige de culture. Ce scénario tendanciel est basé sur des estimations les plus probables d'évolution.

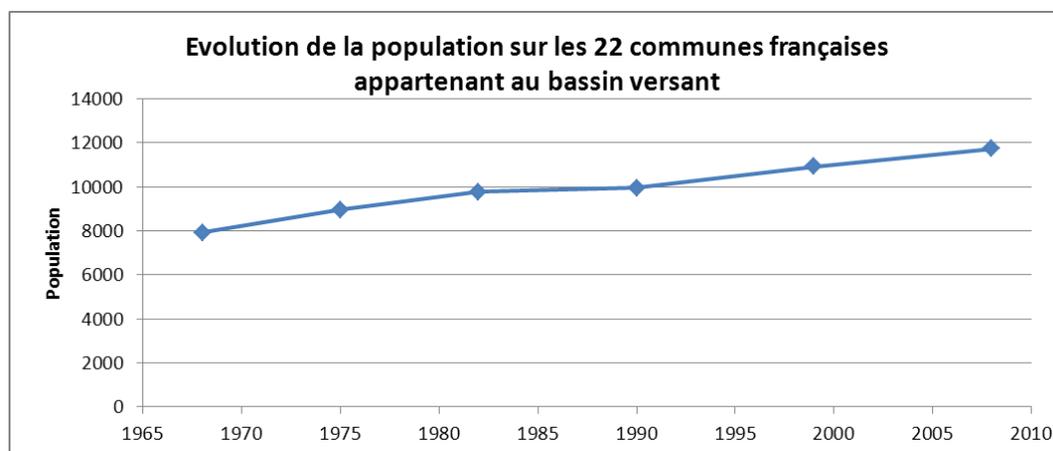
### 2.6.1. TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS EN EAU POTABLE

Trois facteurs principaux influencent l'évolution de la consommation en eau potable :

- l'évolution de l'efficacité des réseaux qui dépend des moyens mis en œuvre par les gestionnaires d'eau potable pour réduire les fuites et améliorer le rendement des réseaux ;
- l'évolution de la population qui conditionne l'évolution du nombre de consommateurs ;
- l'évolution de la consommation des habitants qui dépend de la performance des équipements ménagers, de la sensibilisation des citoyens à la problématique environnementale, des classes d'âge, etc.

Sur la zone d'étude, le rendement des réseaux est globalement faible. Sur certains secteurs, il ne dépasse pas 30 %. Les gestionnaires d'eau potable interrogés ont une réelle volonté d'engager des travaux pour diminuer les fuites (travaux en cours la plupart du temps). Toutefois, les linéaires de réseaux sont importants alors que les moyens financiers sont limités. L'augmentation du rendement des réseaux se fera donc progressivement et prendra du temps.

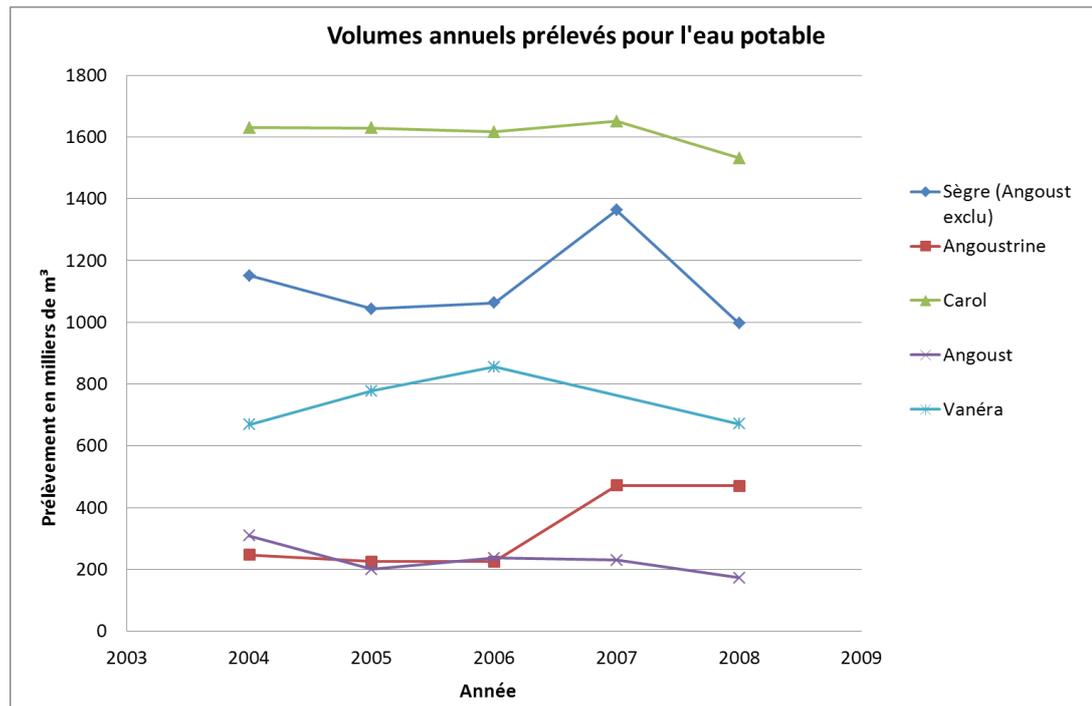
Concernant la population, elle est globalement en augmentation sur le bassin versant. Si l'on considère les 22 communes françaises appartenant au bassin versant, les données de l'INSEE indiquent que la population globale a augmenté de 18 % entre 1990 et 2008 comme le montre la figure ci-après.



**Figure 34** EVOLUTION DE LA POPULATION SUR LES 22 COMMUNES FRANÇAISES APPARTENANT AU BASSIN VERSANT

Quant à l'évolution des consommations par les habitants, les gestionnaires d'eau potable interrogés indiquent qu'il semble y avoir une certaine prise de conscience et que la consommation augmente peu, voire diminue malgré l'augmentation de la population. Il semble toutefois que cette prise de conscience concerne essentiellement la population locale et encore assez peu la population saisonnière.

Pour quantifier cette évolution sur ces dernières années, nous avons extrait, de la base de données de l'Agence de l'Eau, les volumes prélevés pour l'eau potable pour chaque entité. A noter que dans certains cas, les données de l'Agence de l'Eau ont pu être complétées par d'autres sources.



**Figure 35** VOLUMES ANNUELS PRELEVES PAR ENTITE POUR L'EAU POTABLE ENTRE LES ANNEES 2004 ET 2008

On s'aperçoit effectivement qu'entre 2004 et 2008, les prélèvements en eau potable sont globalement constants. La seule augmentation significative semble se situer sur l'Angoustrine à partir de 2007. Il s'agit en fait non pas d'une augmentation mais d'un changement dans le mode de déclaration des volumes prélevés (forfait jusqu'en 2006 qui avait tendance à sous-estimer les volumes et compteur à partir de 2007).

**A partir de ces tendances (diminution des volumes consommés par abonné) et des marges de manœuvre existantes (amélioration des rendements de réseaux), on retiendra donc une diminution significative des volumes prélevés pour l'eau potable à terme et ce malgré une augmentation de la population.**

### 2.6.2. TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS EN HYDROELECTRICITE

Nous avons vu précédemment qu'à l'échelle globale des sous bassins versants, échelle de réflexion retenue dans le cadre de cette étude, les prélèvements nets des quatre centrales hydroélectriques étaient nuls car la restitution est totale à l'aval des tronçons court-circuités.

Aucune analyse spécifique de l'évolution des prélèvements hydroélectriques n'a donc été réalisée car elle ne sera pas exploitée dans la suite de l'étude.

### 2.6.3. TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS POUR LA NEIGE DE CULTURE

D'après les données dont on dispose, les surfaces pouvant être enneigées artificiellement dans les quatre stations du bassin versant sont les suivantes :

- Cambre d'Aze (Eyne, Saint Pierre dels Forcats) : 21 ha sur 35 ha : 60 % ;
- Font Romeu : 83 ha sur 100 ha : 83 % ;
- Porté-Puymorens : 18 ha sur 40 ha : 45 % ;
- Err-Puigmal : 15 ha sur 320 ha : 5 %.

Les projets d'extension de superficie enneigée dépendent principalement des moyens financiers des stations. Sur le bassin versant du Sègre, de tels projets concernent essentiellement la station d'Err-Puigmal qui souhaite à terme environ tripler sa surface et dans une moindre mesure la station de Porté-Puymorens.

Il existe également un projet de groupement des stations d'Err-Puigmal, Cambre d'Aze, Porté-Puymorens et Formiguères. Si ce projet se concrétise, des investissements financiers permettraient d'accroître la superficie enneigée artificiellement.

Rappelons enfin que les prélèvements de la station de Font Romeu se font depuis le lac des Bouillouses, à l'extérieur du bassin versant.

Il apparaît donc que les prélèvements pour la neige de culture vont à terme augmenter sur le bassin du Sègre même s'il est difficile de donner des chiffres précis.

D'après les informations recueillies, on estime qu'à l'horizon 2015, l'augmentation de superficie enneigée artificiellement sera de 5 ha pour la station d'Err-Puigmal (+33 %) et de 3 ha pour la station de Porté-Puymorens (+17 % environ).

A l'horizon 2021, on fait l'hypothèse que la station d'Err Puigmal aura triplé sa surface enneigée artificiellement (45 ha, soit +200 %) et que la station de Porté-Puymorens atteindra une capacité d'enneigement artificiel de 60% (24 ha, soit + 33 %).

**On considère que les prélèvements en eau pour la neige de culture augmenteront d'autant.**

### 2.6.4. TENDANCE D'EVOLUTION POUR LES PRELEVEMENTS INDUSTRIELS

Les prélèvements industriels sont très minoritaires sur le bassin versant. Il s'agit uniquement de prélèvements pour des centrales à béton (une à Saillagouse, l'autre à Ur). Jusqu'en 2009, on recensait un seul prélèvement (volume prélevé de 3 000 à 6 000 m<sup>3</sup>/an). A partir de 2010, on compte deux prélèvements (le deuxième prélevant environ 2 000 m<sup>3</sup>/an).

Ces prélèvements industriels dépendent majoritairement des projets immobiliers du secteur et également du climat (en-dessous de -5°C, il n'est pas possible de produire).

Du fait de la mise en place d'un deuxième prélèvement après 2008, année de référence pour la quantification des besoins en état actuel, on considère que les prélèvements industriels vont doubler à l'horizon 2015 et 2021. **Ces derniers resteront toutefois anecdotiques.**

## 2.6.5. TENDANCE D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS AGRICOLES

Il s'agit des prélèvements les plus importants mais également les moins bien connus du territoire. De nombreuses hypothèses ont dû être faites pour quantifier les prélèvements actuels et les perspectives sur leur évolution sont donc nécessairement soumises également à une forte incertitude.

De manière qualitative, les acteurs sur le bassin versant observent depuis quelques années une prise de conscience des agriculteurs quant à l'impact sur le milieu de leurs prélèvements. Cette prise de conscience est due à l'information donnée, à une prise de conscience collective vis-à-vis de l'écologie et parfois à l'application de la réglementation (établissement de procès-verbaux en cas de non-respect des débits, actions très mal vécues sur le territoire). Il apparaît que globalement les débits sont mieux respectés à l'aval des canaux et que les assèchements de cours d'eau dus aux prélèvements sont plus rares.

Tout le monde s'accorde à dire qu'il existe une réelle difficulté pour mettre en conformité les pratiques agricoles avec la réglementation. De la part des agriculteurs, la crainte quant au devenir de leur activité est forte et certains considèrent que la nouvelle réglementation va mettre à mal tout le système agricole traditionnel, voire qu'elle n'est pas adaptée au territoire cerdan qui possède un système d'irrigation ancestral. **Leur objectif est de maintenir la surface irriguée telle qu'elle est aujourd'hui et de conserver le système de canaux.**

Plusieurs leviers d'actions semblent exister pour associer maintien de l'activité agricole et respect de la réglementation :

- remettre en place des tours d'eau qui ont été en grande partie abandonnés ;
- travailler de manière pédagogique avec des méthodes d'arrosage pilotée ;
- créer des retenues collinaires et des systèmes sous pression pour favoriser l'aspersion plus économe en eau ;
- réduire les pertes en cuvelant les canaux ;
- structurer les préleveurs ;
- éventuellement, dans une certaine mesure, s'orienter vers des cultures à haute valeur ajoutée dont les besoins en eau sont au printemps (céréales, protéagineux, maïs avec ensilage en juillet, ...).

Les agriculteurs sont conscients qu'il faudra mixer toutes ces solutions pour arriver à réduire les prélèvements.

Il faut également rappeler qu'en Cerdagne, il ne sera jamais possible d'irriguer toutes les parcelles par aspersion car cette technique n'est pas adaptée aux parcelles en pente ou aux parcelles de petites tailles.

Dans tous les cas, la Chambre d'Agriculture souhaite éviter les raisonnements individuels qui conduiraient à favoriser uniquement les cultures à haute valeur ajoutée dans la mesure où ces dernières sont mal adaptées aux vaches à viande car elles suppriment les zones de pâture. Cette vision est largement partagée car, outre l'aspect agricole, les parcelles en herbe sont à la base de la **valeur patrimoniale du bocage cerdan qu'il convient de préserver.**

**Le scénario tendanciel retenu table cependant sur un maintien des besoins actuels en eau d'irrigation du fait de 2 facteurs concomitants :**

- l'évolution à la baisse des précipitations et l'augmentation des températures attendues qui augmenteront les besoins des plantes et donc les besoins en eau d'irrigation ;
- l'évolution des stratégies et modes d'irrigation combinée à une évolution marginale des assolements des surfaces irriguées permettant un gain d'efficacité des réseaux d'irrigation et donc une diminution des besoins en eau.

### **3. IMPACT DES PRELEVEMENTS ET QUANTIFICATION DES RESSOURCES**

L'objectif de cette troisième phase est de mieux connaître la ressource en eau disponible afin de la rapprocher des prélèvements identifiés en phase 2. Il s'agit notamment de reconstituer l'hydrologie naturelle (non influencée par les prélèvements) sur les cinq entités identifiées.

#### **3.1. DONNEES UTILISABLES SUR LA ZONE D'ETUDE**

Plusieurs types de données sont utilisables pour quantifier la ressource en eau sur la zone d'étude :

- stations hydrométriques ;
- jaugeages ;
- données météorologiques.

##### **3.1.1. STATIONS HYDROMETRIQUES**

Le bassin versant du Sègre est équipé de trois stations hydrométriques sur le territoire français :

- le Carol à Porta ;
- l'Angoustrine à Angoustrine ;
- le Sègre à Saillagouse (Rô).

Ces trois stations sont gérées par le Service de prévision des crues Méditerranée / Ouest.

Parallèlement à ce dispositif, on dispose également de deux stations en territoire espagnol (gérées par la Confédération Hydrographique de l'Ebre) :

- le Carol à Puigcerda (frontière) ;
- le Sègre à Puigcerda (aval confluence Rahur - Sègre).

Ces cinq stations sont localisées ci-après avec les bassins versants associés.

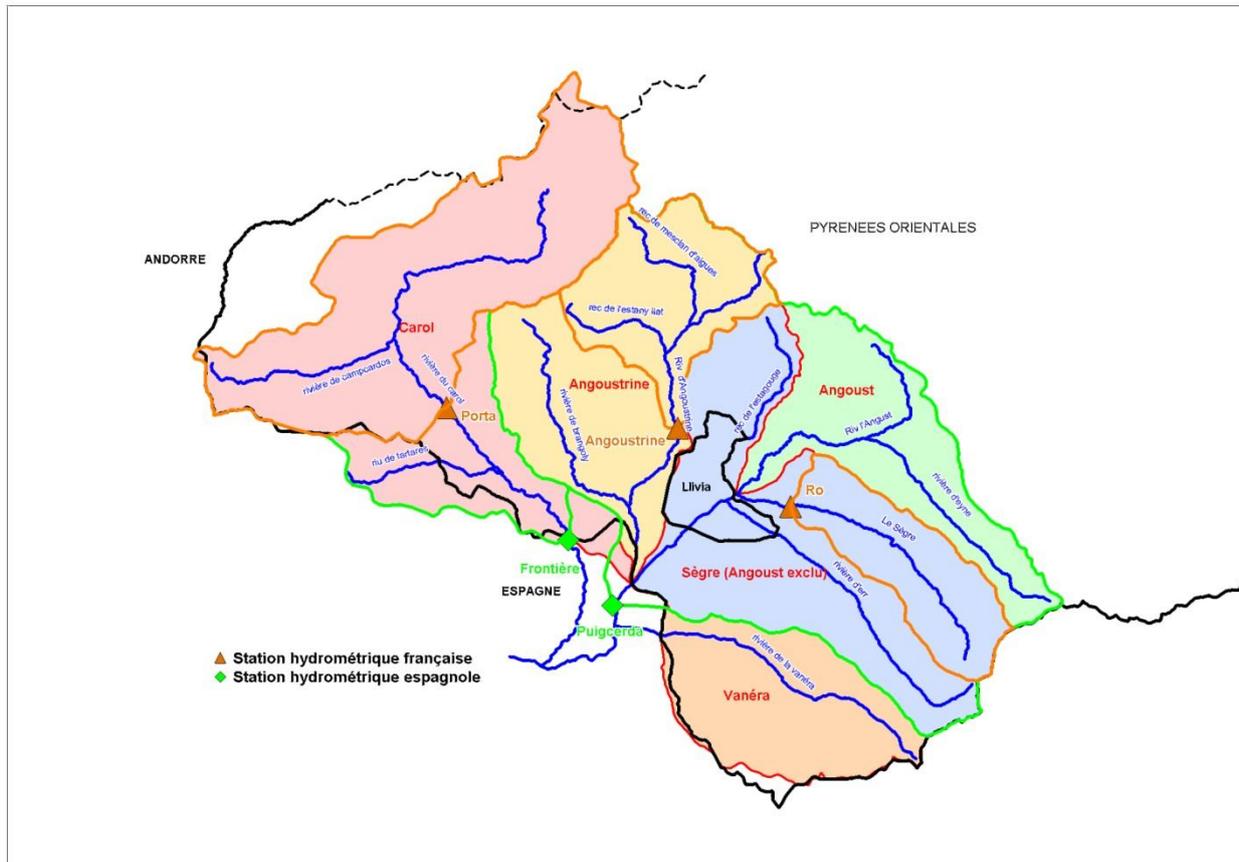


Figure 36 CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS HYDROMETRIQUES ET BASSINS VERSANTS ASSOCIES

Le tableau suivant synthétise les principales données disponibles à ces stations.

Nom de la station	Numéro	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	Années de données de débits	Validité des données de débits
Carol à Porta	Y0045010	110	1969-1987 2005-2012	Validés douteux Provisoires
Angoustrine à Angoustrine	Y0025010	45,9	1970-1987 2005-2012	Validés douteux Provisoires
Sègre à Saillagouse (Rô)	Y0004010	33,3	1988 - 2004 2009-2012	1988-91-95-97 Invalidés 1989-90-93-94-96 Validés bons 1998 à 2004 et 2008 à 2012 Provisoires
Carol à Puigcerda	9020	145	1921-1935 1949-2008	<i>Pas d'information sur validité mesures</i>
Sègre à Puigcerda	9021	297	1921-1935 1947-2008	<i>Pas d'information sur validité mesures</i>

Nom de la station	Années de données de débits	Module (l/s)	Q <sub>MNA2</sub> (l/s)	Q <sub>MNA5</sub> (l/s)	VCN3-5 (l/s)
Carol à Porta	1969-1987 2005-2012	3 570	700	470	370
Angoustrine à Angoustrine	1970-1987 2005-2012	1 260	270	200	130
Sègre à Saillagouse (Rô)	1988 - 2004 2009-2012	404	140	100	31
Carol à Puigcerda	1921-1935 1949-2008	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>
Sègre à Puigcerda	1921-1935 1947-2008	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>	<i>Non fourni</i>

**Tableau 15**      **TABLEAU DES STATIONS HYDROMETRIQUES**

$Q_{MNA2}$  : débit moyen mensuel, minimum sur l'année, de période de retour 2 ans

$Q_{MNA5}$  : débit moyen mensuel, minimum sur l'année, de période de retour 5 ans

VCN3-5 : débit moyenné sur 3 jours consécutifs, minimum sur l'année, de période de retour 5 ans

Le Service des Prévisions des Crues, interrogé dans le cadre de cette étude, juge que ces stations sont relativement fiables en moyennes eaux et en étiage, hormis pour les étiages sévères. Les jaugeages récents ont plutôt confirmé les courbes de tarage utilisées. Selon les informations fournies, le SPC classe assez systématiquement les données en « validés douteux » ou « provisoires », ce qui ne veut pas nécessairement impliquer que la mesure n'est pas fiable.

Pour les analyses ultérieures, l'ensemble des données a été exploité, hormis lorsqu'un nombre significatif de valeurs étaient manquant sur une année, ce qui ne permettait pas d'estimer une moyenne annuelle ou d'extraire un débit moyen mensuel minimum de façon pertinente.

### 3.1.2. JAUGEAGES

Un certain nombre de jaugeages a été effectué sur le bassin versant du Sègre :

- sur tout le bassin versant par SOGREAH et ASCONIT dans le cadre de la présente étude et par ASCONIT dans le cadre d'une étude pour le Conseil Général (suivi de la qualité des cours d'eau du bassin versant de la Haute-Vallée de l'Aude et du Sègre, 2010) ;
- sur l'Angoustrine dans le cadre de l'étude menée par le PNR ;
- ponctuellement par la Communauté de Communes Pyrénées-Cerdagne (notamment sur certains canaux).

La figure ci-dessous localise les jaugeages effectués par SOGREAH début août 2011.

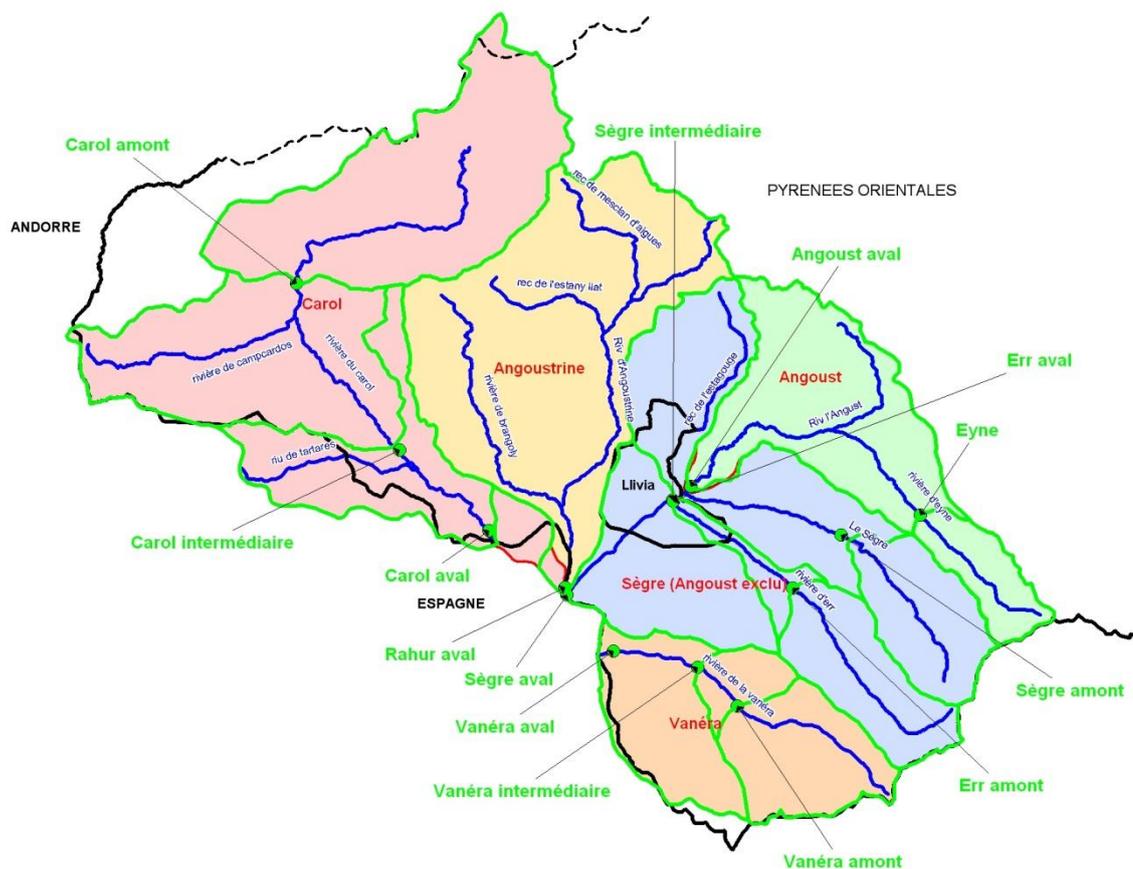


Figure 37 CARTE DES JAUGEAGES SOGREAH, AOUT 2011

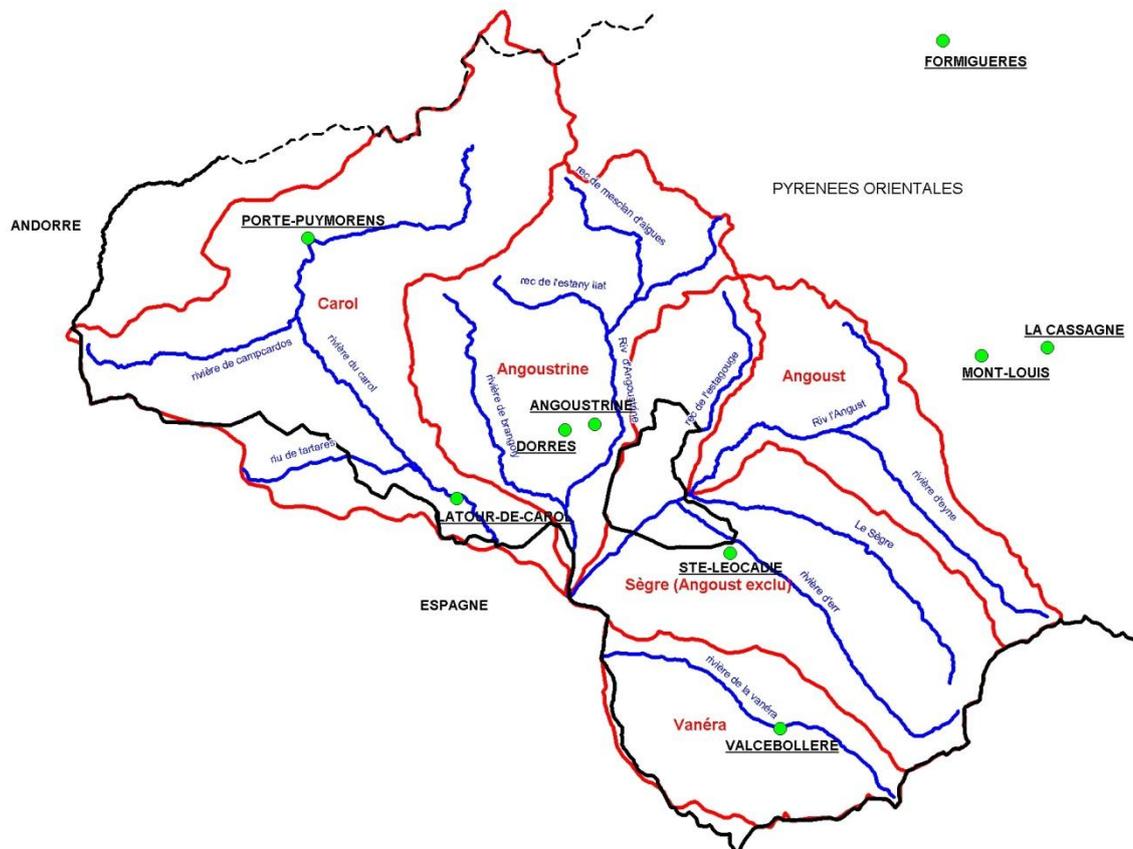
**3.1.3. DONNEES METEOROLOGIQUES**

Sur la zone d'étude, la DREAL a fourni des données au pas de temps journalier sur la période 2000 - 2010, de précipitations, ETP et température. Les stations Météo France concernées sont les suivantes :

Nom Station	Code Station	Altitude (m NGF)	Années données depuis 2000
Angoustrine-Villeneuve-des-Escalades	66005001	1381	2000-2006
Dorres	66062001	1450	2000-2010
Latour de Carol	66095001	1250	2000-2010
Porte-puymorens	66147001	1620	2000-2010
Valcebollere	66220002	1420	2000-2008
Mont Louis	66117001	1600	2000-2010
Cassagnes-Shem	66192003	1151	fin 2009-2010
Formigueres Gendarmerie	66082001	1530	2000-2005
Formigueres	66082004	1495	2005-2010
Sainte Léocadie	66181001	1320	2000-2010

**Tableau 16 STATIONS METEO FRANCE ET DONNEES DISPONIBLES**

Les stations concernées sont localisées sur la figure suivante :



**Figure 38 CARTE DES STATIONS METEOROLOGIQUES**



## 3.2. RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE

### 3.2.1. ANALYSES PREALABLES

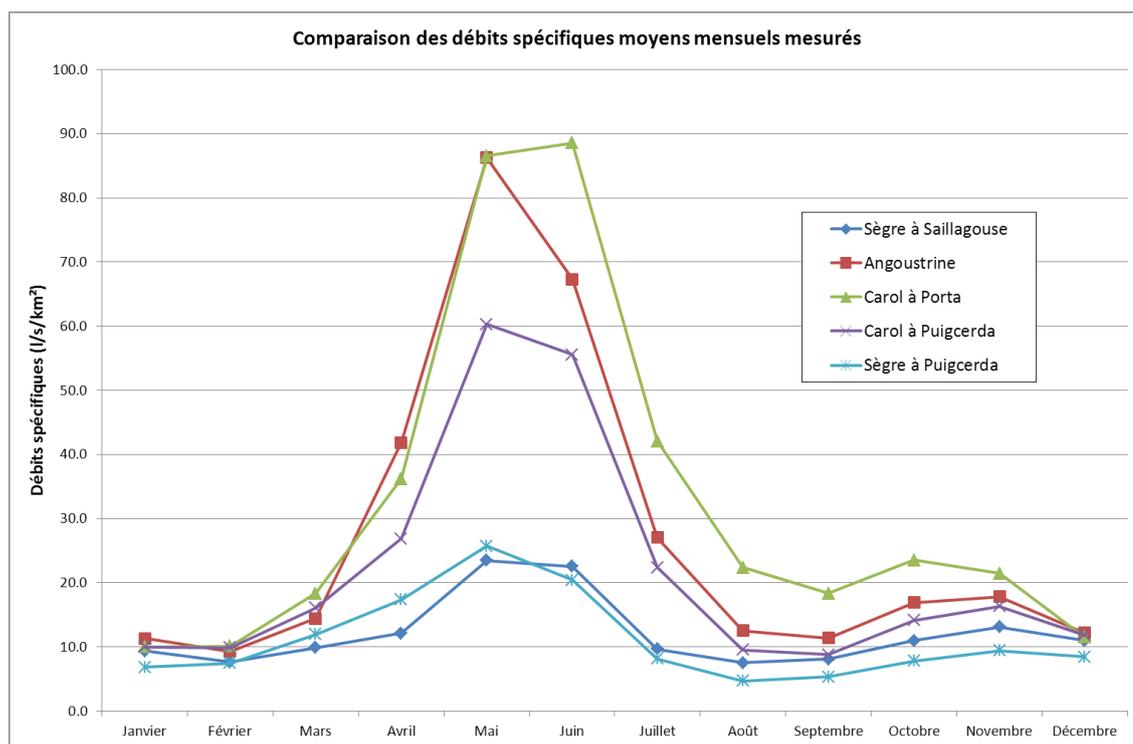
Afin d'orienter les réflexions et de statuer sur la méthode à retenir pour reconstituer l'hydrologie, il nous a semblé important de faire une première analyse des données disponibles.

#### 3.2.1.1. DEBITS MENSUELS AUX STATIONS DE MESURE

Une première analyse intéressante peut consister à comparer les débits moyens mensuels aux différentes stations hydrométriques afin de voir si de premières tendances se dégagent (homogénéité entre les secteurs, évolution temporelle, ...).

Pour ce faire, nous avons recueilli auprès des gestionnaires des stations, les débits moyens mensuels mesurés sur les périodes où des données sont disponibles (cf. Tableau 15) puis nous avons comparé les débits spécifiques. A noter que l'on compare ainsi des débits spécifiques sur des périodes différentes suivant les stations. Cette option est acceptable dans la mesure où il s'agit avant tout de comparer des ordres de grandeur.

Le graphique ci-dessous illustre cette comparaison.



**Figure 40 COMPARAISON DES DEBITS SPECIFIQUES MOYENS MENSUELS MESURES**

Il apparaît que les débits spécifiques du Carol à Porta sont largement les plus élevés, notamment sur la période mai - décembre (de décembre à mai, ils sont similaires à ceux de l'Angoustrine).

Ils peuvent ainsi être plus de deux fois supérieurs à ceux du Carol à Puigcerda et 5 fois au-dessus de ceux du Sègre à Saillagouse.

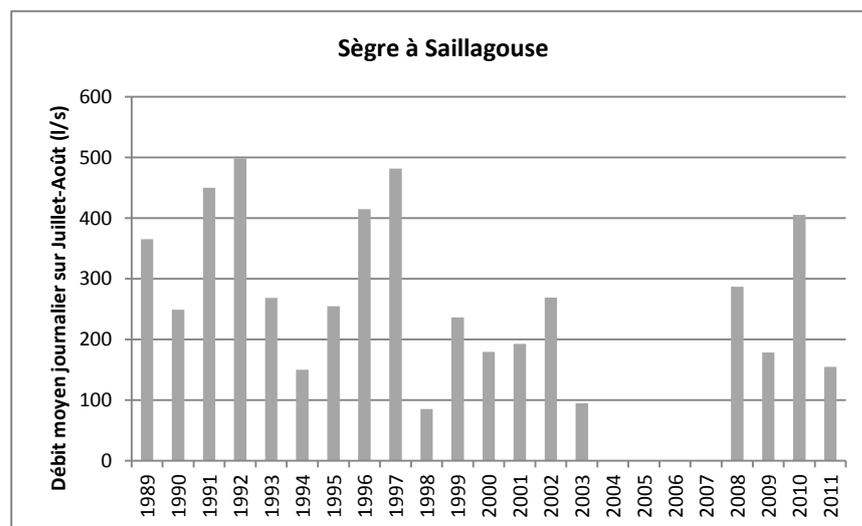
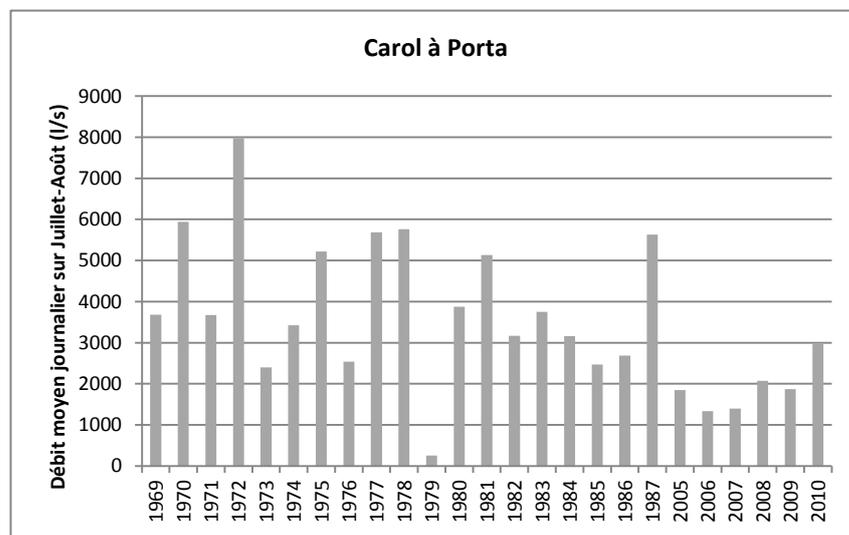
La figure montre par ailleurs que le Sègre (à Saillagouse ou Puigcerda) présente des débits spécifiques inférieurs à ceux du Carol et de l'Angoustrine quel que soit le mois considéré.

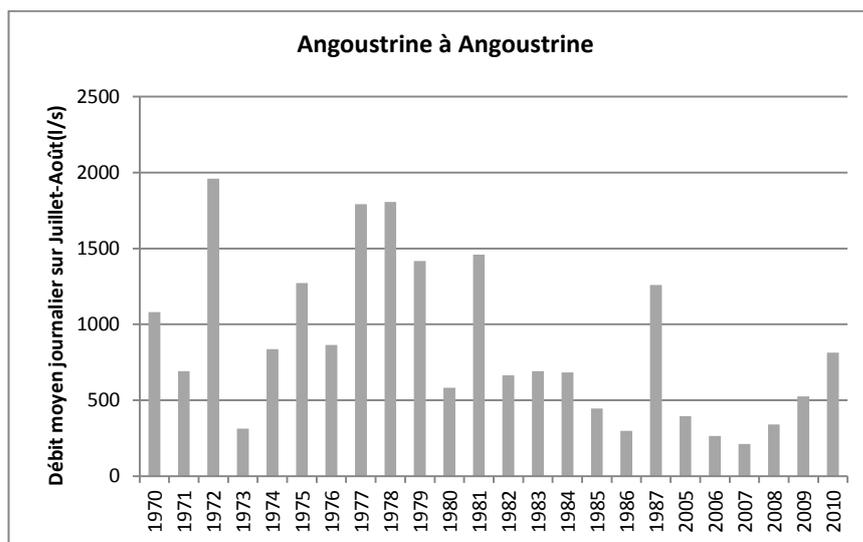
Ces écarts peuvent s'expliquer par différents facteurs :

- la géologie ;
- la pluviométrie ;
- les prélèvements (car il s'agit de débits mesurés et donc influencés par les prélèvements) ;
- les restitutions (notamment celles du canal Verdié sur le Carol) ;
- etc.

Une pré-analyse de ces éléments est fournie ci-après.

Nous avons ensuite comparé l'évolution des débits moyens des mois de juillet et août aux trois stations hydrométriques françaises.



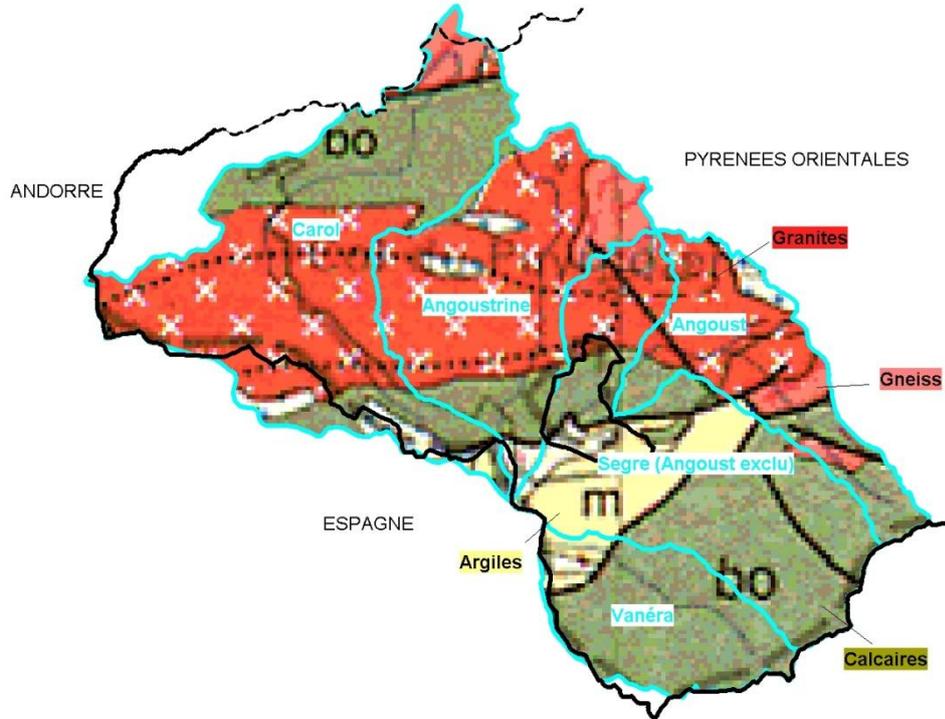


**Figure 41** EVOLUTION ANNUELLE DES DEBITS MOYENS JOURNALIERS SUR LES MOIS DE JUILLET-AOUT AUX STATIONS HYDROMETRIQUES FRANÇAISES

Il ressort globalement une tendance à la baisse des débits durant la période estivale.

3.2.1.2. GEOLOGIE

Il n'existe pas de cartes géologiques sur la totalité du bassin versant du Sègre. On peut toutefois avoir accès à une carte simplifiée présentée ci-dessous.



**Figure 42 CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE**

Il ressort que suivant les entités, les formations géologiques sont différentes. Le tableau suivant les présente sommairement.

Entité	Formations géologiques
Carol	≈ 40% calcaires ≈ 60 % granites + gneiss
Angoustrine	≈ 15 % calcaires ≈ 85 % granites + gneiss
Angoust	≈ 30 % calcaires ≈ 70 % granites + gneiss
Sègre hors Angoustrine	≈ 55 % calcaires ≈ 15 % granites ≈ 30 % argiles
Vanéra	≈ 90 % calcaires ≈ 10 % argiles

**Tableau 17 FORMATIONS GEOLOGIQUES SUIVANT LES ENTITES**

Il apparaît ainsi que la géologie peut expliquer pour partie les écarts de débits spécifiques identifiés précédemment.

Ainsi, le Carol et l'Angoustrine (pour lesquels on retrouve majoritairement des formations granitiques) doivent connaître un ruissellement supérieur à l'entité Sègre où prédomine le calcaire. En termes géologiques, l'entité Vanéra se rapproche davantage de celle du Sègre.

### 3.2.1.3. PLUVIOMETRIE

La carte des précipitations annuelles (normales climatiques de 1961 à 1990) présentée sur la Figure 39, fait apparaître :

- des précipitations croissantes avec l'altitude ;
- des précipitations globalement supérieures à l'Ouest du bassin versant (côté Carol).

Le tableau suivant fournit, pour chaque entité et à chaque station hydrométrique française, les précipitations annuelles moyennes sur le bassin versant considéré (données issues de l'exploitation de la Figure 39). Rappelons que cette carte a été obtenue par extrapolation des normales climatiques aux stations entre 1961 et 1990. Or, les stations ne couvrent pas tout le territoire. Les valeurs fournies doivent donc être considérées avec prudence. Il s'agit ainsi davantage de comparer les écarts relatifs plutôt que les valeurs absolues.

Bassin versant	Précipitation annuelle moyenne (normales climatiques de 1961 à 1990) (mm)
Carol à Porta (station)	1 265
Entité Carol	1 207
Angoustrine à Angoustrine (station)	1 104
Entité Angoustrine	957
Entité Angoust	834
Sègre à Saillagouse (station)	866
Entité Sègre + Angoust	799
Entité Vanéra	886

**Tableau 18**      **PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES D'APRES LES NORMALES CLIMATIQUES DE 1961 A 1990**

La répartition des précipitations sur l'ensemble du bassin versant est globalement cohérente avec les débits spécifiques présentés précédemment.

Ainsi, le Carol qui connaît les débits spécifiques les plus élevés (à Porta) est le territoire le plus arrosé. Vient ensuite l'Angoustrine puis le Sègre avec des cumuls nettement inférieurs.

En termes de précipitations, les entités Angoust et Vanéra se rapprochent davantage du Sègre à Saillagouse.

Dans le cadre de l'étude, la DREAL a mis à notre disposition, dans le but initial de réaliser un modèle pluie - débit, les précipitations journalières à différents postes pluviométriques sur la période 2000 - 2010. A partir de ces données, nous avons reconstitué les précipitations annuelles moyennes.

Station Météo France	Altitude (m NGF)	Années de données	Précipitation annuelle moyenne sur la période (mm)
Angoustrine	1 381	2000 - 2006	562
Dorres	1 450	2000 - 2010	575
Latour-de-Carol	1 250	2000 - 2010	568
Porté-Puymorens	1 620	2000 - 2010	765
Valcebollère	1 420	2000 - 2008	778
Mont-Louis	1 600	2000 - 2010	649
Formiguères	1 500	2000 - 2010	715
Sainte-Léocadie	1 320	2000 - 2010	528

**Tableau 19 PLUVIOMETRIE ANNUELLE MOYENNE SUR LES ANNEES 2000-2010**

Il apparaît, comme vu précédemment, que les précipitations augmentent avec l'altitude. Toutefois, les valeurs semblent sensiblement inférieures aux normales climatiques de 1961 à 1990.

La dernière décennie a ainsi vraisemblablement été plus sèche que les précédentes, ce qui a dû avoir une influence sur l'évolution du débit des cours d'eau (tendance à la baisse).

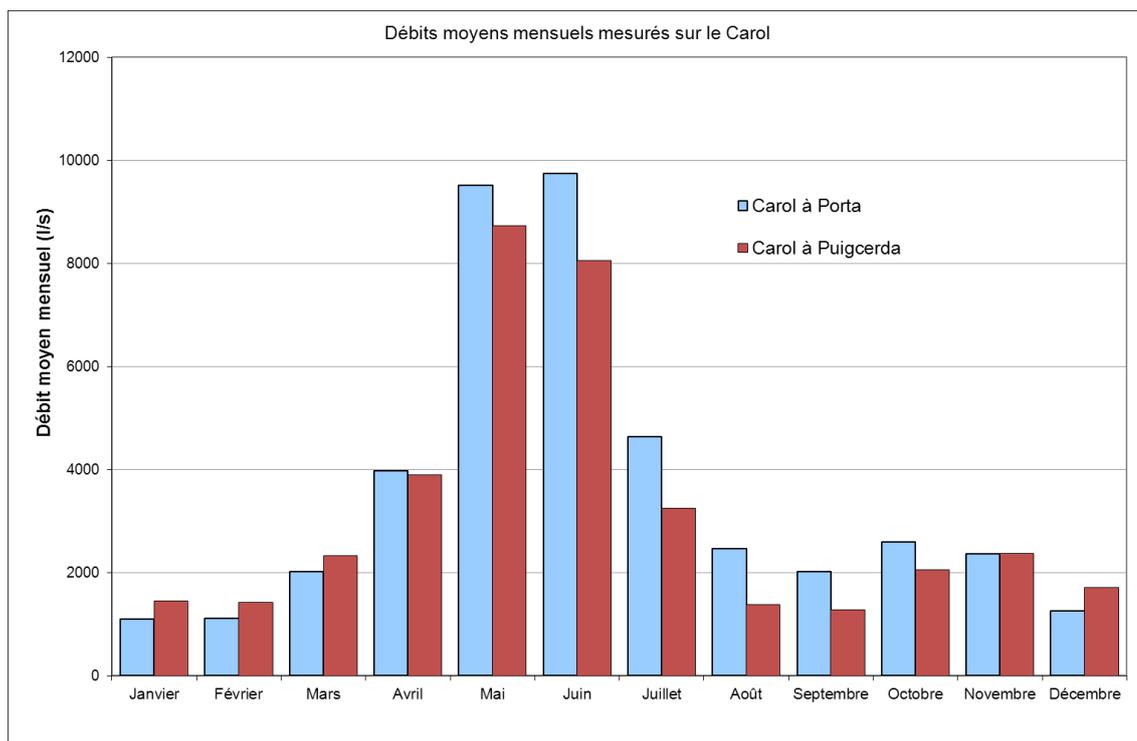
Par ailleurs, il n'existe aucune station sur le bassin versant ou à proximité à plus de 1 600 m d'altitude alors que les points hauts du bassin versant sont compris entre 2 500 et 3 000 m. Les précipitations en altitude sont donc méconnues.

#### 3.2.1.4. PRELEVEMENTS

Les débits spécifiques présentés précédemment sont issus de débits mesurés donc sont influencés par les prélèvements.

Ainsi, un débit spécifique faible sur une entité soumise à de forts prélèvements ne signifie pas nécessairement qu'elle présente une hydrologie naturelle basse.

L'exemple le plus significatif est celui du Carol où l'on observe un débit spécifique à la frontière (Puigcerda) nettement inférieur à celui de Porta (cf. Figure 40). Si l'on compare les débits moyens mensuels fournis par les gestionnaires des stations de Porta et de Puigcerda, on s'aperçoit que les débits à Puigcerda sont systématiquement inférieurs à ceux de Porta, pourtant situé en amont, pendant la période d'irrigation (cf. figure ci-après).



**Figure 43** *DEBITS MOYENS MENSUELS SUR LE CAROL, COMPARAISON AUX STATIONS DE PORTA ET PUIGCERDA*

Cet écart s'explique notamment par les deux prélèvements principaux présents sur le Carol entre Porta et Puigcerda, le canal de Puigcerda et le canal de Ger, qui cumulent à eux deux un prélèvement brut de 1 450 l/s.

L'hydrologie du Carol à Puigcerda est donc fortement influencée par les prélèvements et l'hydrologie naturelle est, a priori, bien supérieure à l'hydrologie mesurée. A noter par contre que les prélèvements en amont de Porta sont faibles et qu'ils influencent donc peu l'hydrologie (hormis l'influence du Lanoux qui est traitée dans le paragraphe suivant).

Les deux autres stations hydrométriques (Angoustrine et Sègre à Saillagouse) sont situées à l'aval de prélèvements non négligeables et sont donc susceptibles d'être influencées. Ce point sera traité plus en détail ultérieurement, mais il semble toutefois que les prélèvements ne justifient pas à eux seuls l'écart conséquent entre les débits spécifiques du Sègre et ceux de l'Angoustrine et du Carol. Ainsi, le Sègre présente, a priori, naturellement une hydrologie plus faible que les deux autres cours d'eau.

### 3.2.1.5. RESTITUTIONS - CAS PARTICULIER DU LANOUX

Outre les prélèvements, les restitutions peuvent également influencer l'hydrologie d'un cours d'eau.

On distingue les restitutions depuis un bassin versant extérieur à celui du Sègre et les restitutions depuis une entité du bassin vers une autre (essentiellement via les canaux d'irrigation) :

- restitutions depuis un bassin versant extérieur au Sègre :
  - \* eau potable en provenance du Lac des Bouillouses (bassin versant de la Têt) pour le SIVOM de la Haute-Cerdagne, restitution vers l'Angoust ;
  - \* neige artificielle en provenance du Lac des Bouillouses pour la station de Font-Romeu, restitution vers l'Angoust à la fonte des neiges donc en période de hautes eaux, cette restitution a ainsi un effet négligeable sur l'étiage estival ;
  - \* restitution depuis l'Ariège vers le Carol via le canal Verdié pour compenser les volumes dérivés vers l'Ariège du barrage du Lanoux (voir ci-après) ;
- restitution d'une entité vers une autre :
  - \* de l'Angoustrine vers le Carol via le canal de Bena ;
  - \* de l'Angoustrine vers le Sègre via les canaux de Llivia, du Plandail, du Mas Blanc, ... ;
  - \* de l'Angoust via le Sègre via le canal de Llo, le canal de Saillagouse, le canal d'Estavar - Bajande, ... ;
  - \* de la Vanéra vers le Sègre via le canal supérieur et le canal inférieur.

A l'intérieur du bassin versant, les restitutions se font donc principalement vers le Sègre.

Concernant les stations hydrométriques :

- celle de l'Angoustrine n'est pas influencée par des restitutions ;
- celle du Carol à Porta est influencée par la restitution du canal Verdié (voir ci-après) ;
- celle du Sègre à Saillagouse est influencée par les restitutions de canaux prélevant dans l'Angoust (canal de Llo et canal de Saillagouse) ; ces restitutions compensent ainsi en partie l'impact des prélèvements amont sur le Sègre.

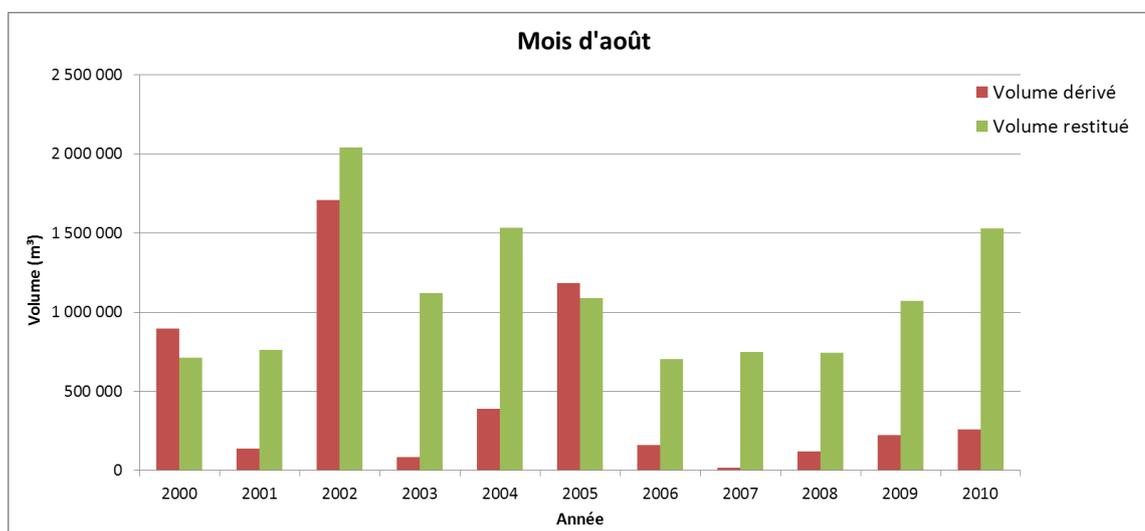
#### ☞ CAS PARTICULIER DU CANAL VERDIE

Le canal Verdié, parallèle au tunnel de Puymorens, permet d'acheminer les eaux de l'Ariège vers le Carol pour compenser les volumes turbinés vers l'Ariège depuis le barrage de Lanoux.

Sa capacité est de 5 m<sup>3</sup>/s. Dans les faits, le volume dérivé vers l'Ariège entre le mois de septembre de l'année N et le mois d'août de l'année N+1 doit être compensé par les apports du canal Verdié entre le mois de mai de l'année N+1 et le mois d'avril de l'année N+2. Par ailleurs, en théorie, aucune restitution n'a lieu durant les mois de décembre, janvier et février.

Ainsi, si le bilan est globalement nul pour le Carol en termes de volume, ce transfert inter-bassins peut toutefois avoir un impact sur l'hydrologie naturelle du cours d'eau du fait du décalage temporel entre la restitution et la dérivation.

Dans le cadre de l'étude, la DREAL a fourni, depuis 1961 au pas de temps mensuel, les volumes dérivés et les volumes restitués. A titre d'exemple, la figure ci-dessous illustre ces données pour le mois d'août entre les années 2000 et 2010.



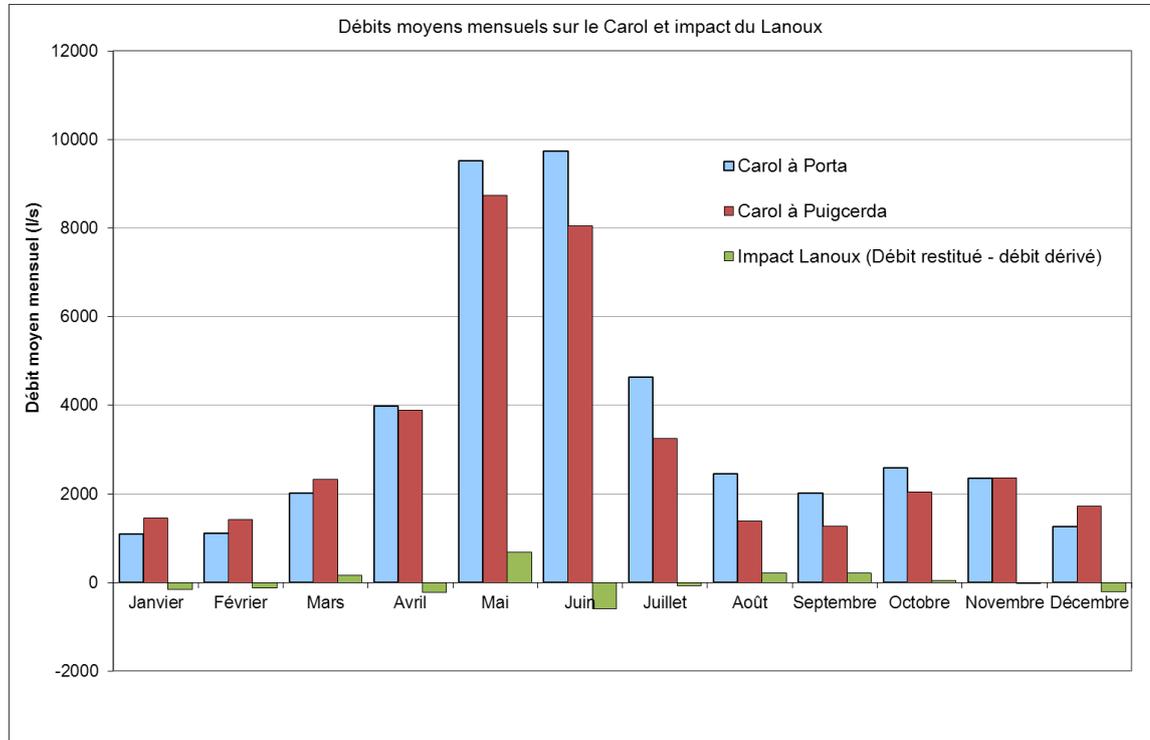
**Figure 44** VOLUMES DERIVES ET RESTITUES EN AOUT POUR LE BARRAGE DE LANOUX DE 2000 A 2010

On voit ainsi qu'au cœur de l'étiage estival, le volume restitué est globalement supérieur au débit dérivé, ce qui sous entendrait que le transfert est favorable au Carol (augmentation des débits par rapport à une situation naturelle).

La conclusion n'est toutefois pas aussi immédiate car le volume dérivé est calculé en faisant appel à la différence de cote du barrage entre fin et début de mois à laquelle est ajouté le volume ayant transité dans l'aménagement. Le volume dérivé ne correspond donc pas forcément uniquement aux apports en amont du barrage le mois donné. A titre d'exemple, il peut arriver que le volume dérivé un certain mois soit faible alors que les apports amont ont été conséquents : cela signifie alors que la cote du barrage a augmenté durant le mois et qu'EDF a jugé préférable de remplir le barrage plutôt que de turbiner les eaux.

N'ayant pas accès aux cotes du barrage ni aux données d'apports naturels amont, l'analyse ne peut toutefois se faire que sur la base des données disponibles (volumes dérivés et restitués) en gardant à l'esprit la réserve précédente.

Pour chaque mois des années 1961 à 2011, nous avons ainsi reconstitué un "débit restitué au Carol" en soustrayant le volume restitué au volume dérivé, puis nous avons fait la moyenne de ces débits sur la période. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessous et mis en parallèle des débits moyens mensuels sur le Carol à Porta et Puigcerda.



**Figure 45 DEBITS MOYENS MENSUELS SUR LE CAROL ET IMPACT DU LANOUX**

Il apparaît que l'impact du Lanoux est maximal en hautes eaux en valeur absolue et que durant l'étiage estival, il représente au plus un gain de débit de 10 % dans le Carol.

Pour la suite de l'étude, on ne cherchera pas à reconstituer l'hydrologie du Carol en supprimant l'influence du Lanoux car :

- on ne dispose pas des données de débit effectivement interceptés par le barrage ;
- l'impact du Lanoux est vraisemblablement faible et, a priori, favorable en période estivale.

### 3.2.1.6. EXPLOITATION DES JAUAGES DES TETES AMONT DE BASSIN VERSANT

La campagne de jaugeages réalisée par SOGREAH les 1 et 2 août 2011 a consisté à mesurer le débit des cours d'eau à l'aval de chaque entité et de certains canaux (dont Ger et Puigcerda) mais également le débit des têtes amont de bassins versants (si possible en amont de tout prélèvement).

L'objectif était de comparer les débits naturels spécifiques en tête de bassin versant afin d'en dégager des tendances (similitudes, écarts, ...) et guider ultérieurement le choix des stations hydrométriques à retenir comme référence sur chaque entité.

Les jaugeages réalisés sont rassemblés dans le tableau suivant :

Localisation	Superficie de bassin versant (km <sup>2</sup> )	Débit mesuré (l/s)	Prélèvement amont	Débit naturel spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
Eyne amont canal de Llo	11	225	Aucun	20,5
Sègre amont source thermale de Llo	20	193	Canal d'Eplugues (débit ?) Source AEP de Llo (≈ 5 l/s)	≥ 10
Err amont village	21,6	130	Canal Err (≈ 60 l/s) 2 canaux (débit ?) Source AEP Font Frede (≈ 3 l/s) Prise AEP Aiganex (≈ 15 l/s)	≥ 9,5
Vanéra amont canal supérieur	22,3	200	AEP SIVOM Vanéra (≈ 25 l/s)	10
Carol amont Porta	63	1 525	Captage AEP Vignole (≈ 3 l/s) Impact Lanoux (- 370 l/s = moyenne août 2011)	30

**Tableau 20 JAUGEAGES REALISES PAR SOGREAH LES 1 ET 2 AOUT 2011**

Les jaugeages réalisés tendent à confirmer les analyses précédentes :

- le Carol présente un débit spécifique supérieur aux autres bassins versants ;
- le Sègre, l'Err et la Vanéra ont des débits spécifiques similaires sur l'amont de leur bassin versant, sans doute dû à une géologie et des précipitations relativement analogues ; la Vanéra étant dépourvue de station hydrométrique, il est donc probable que l'on évalue son hydrologie à l'aide de celle du Sègre à Saillagouse ;
- l'Angoust présente un débit spécifique intermédiaire, supérieur à celui du Sègre ; la station hydrométrique du Sègre à Saillagouse ne sera donc pas nécessairement la station de référence pour l'Angoust.

### 3.2.2. METHODOLOGIE EMPLOYEE POUR RECONSTITUER L'HYDROLOGIE NATURELLE

Initialement, il était prévu de reconstituer l'hydrologie naturelle du Sègre et de ses affluents à l'aide d'un modèle pluie - débit. Or, cette méthode se heurte à plusieurs problèmes :

- la pluviométrie sur le bassin versant varie, a priori, fortement avec l'altitude et les stations pluviométriques disponibles sont toutes à une altitude inférieure ou égale à 1 600 m alors que les points hauts du bassin versant dépassent 2 500 m ; les précipitations sur le haut du bassin versant qui influencent fortement l'hydrologie des cours d'eau sont donc méconnues ;
- les prélèvements majoritaires sont les prélèvements agricoles et ces derniers ne sont pas connus individuellement, mais peuvent être approchés à une échelle globale ; par ailleurs leur évolution au cours des années n'est pas connue.

Par conséquent, le montage et le calage du modèle pluie - débit s'avère compromis et un tel outil paraît finalement peu adapté au contexte spécifique du Sègre.

La reconstitution de l'hydrologie naturelle sera donc effectuée à partir d'une autre méthodologie davantage basée sur l'exploitation des stations hydrométriques et des jaugeages réalisés.

Le principe proposé est globalement le suivant :

- détermination des débits nets journaliers prélevés et restitués en amont des stations hydrométriques (à partir de données de la phase 2) ;
- reconstitution de l'hydrologie naturelle aux stations hydrométriques (en ajoutant les débits nets prélevés en amont et en soustrayant les restitutions) ;
- détermination ponctuelle des débits naturels à l'aval de chaque entité à partir des jaugeages et des prélèvements et restitution amont reconstitués ;
- mise en parallèle des débits naturels aux stations hydrométriques et à l'aval des entités et détermination d'un ratio moyen entre les deux ;
- extrapolation des débits naturels de la station hydrométrique à l'aval de l'entité par l'application du ratio calculé ;
- calcul des valeurs des débits recherchés ( $Q_{MNA5}$ , VCN3-5, ...) à partir d'ajustements statistiques réalisés avec une loi de Galton (log-normal).

**A noter dès à présent que cette méthode permettra d'approcher l'hydrologie naturelle mais qu'elle sera toutefois entachée d'incertitudes**, notamment car l'on ne connaît pas l'évolution des prélèvements agricoles suivant les années (hypothèse de prélèvements constants d'une année à l'autre basés sur les prélèvements théoriques reconstitués en phase 2).

Les analyses ont été menées sur deux périodes : l'une longue couvrant l'ensemble des années de mesures (c'est cette analyse qui sera exploitée dans les phases ultérieures de l'étude), l'autre plus courte correspondant à la dernière décennie. Cette deuxième analyse a été réalisée à titre d'illustration pour mettre en évidence l'éventuelle évolution à la baisse des débits. Elle a été effectuée sur un nombre d'années trop faible pour être ensuite exploitée dans les analyses ultérieures.

### 3.3. HYDROLOGIE NATURELLE DU CAROL

La reconstitution de l'hydrologie naturelle du Carol a été faite à la station de Porta et à l'aval du bassin versant où nous disposons d'une station de mesure de débit (station espagnole de Puigcerda à la frontière, bassin versant de 145 km<sup>2</sup>).

Pour ce faire, il est donc nécessaire de reconstituer les prélèvements nets en amont de ces deux points afin de les ajouter au débit mesuré (reconstitution au pas de temps journalier conformément à la répartition temporelle présentée en phase 2).

Rappelons que nous ne prévoyons pas de désinfluencer les débits mesurés avec le système Lanoux (dérivation vers l'Ariège et restitution via le canal Verdié) car :

- son impact global est nul (compensation intégrale des volumes dérivés) ;
- on ne dispose pas des données de débits effectivement interceptés par le barrage ;
- l'impact ponctuel du barrage est vraisemblablement faible et, a priori, favorable en période estivale.

En amont de la station de Porta, les prélèvements nets (autres que ceux du Lanoux) sont faibles. Il s'agit principalement de :

- deux prises d'eau du SIVOM de la Vallée du Carol (Vignole, Campcardos) ;
- la prise pour l'enneigement artificiel de la station de Porté-Puymorens ;
- des prises pour l'irrigation d'une trentaine d'hectares.

Rappelons que la restitution des trois microcentrales du Carol se fait en amont de la station hydrométrique ; leur influence sur les débits à la station est donc nulle.

Par ailleurs, les prélèvements pris en compte sur l'entité Carol (aval du bassin versant) concernent (cf. phase 2) :

- l'eau potable pour le SIVOM de la Vallée du Carol et pour la commune de Puigcerda (via le canal de Puigcerda) ;
- la neige de culture de la station de Porté-Puymorens ;
- l'irrigation (terres françaises mais également canal de Puigcerda et canal de Ger).

Rappelons que les canaux de Ger et Puigcerda constituent à eux deux la majorité des prélèvements sur le Carol.

Système Lanoux mis à part, le Carol est peu concerné par des restitutions depuis un autre bassin versant. Il s'agit uniquement de la restitution en provenance du canal Bena ayant sa prise sur le bassin versant de l'Angoustrine.

A la station de Porta, le débit maximal des prélèvements nets amont est évalué à une vingtaine de litres par seconde. Ils influencent donc peu l'hydrologie naturelle.

Le débit maximal des prélèvements nets en amont de la frontière est évalué à plus de 1 400 l/s.

Les débits statistiques calculés sur la base de l'hydrologie naturelle aux deux points cités (station hydrométrique de Porta et frontière espagnole) sont rassemblés dans le tableau suivant (statistiques établies sur les années de données disponibles sur la période indiquée).

A noter que les jaugeages réalisés en 2011 sur l'aval du bassin versant n'ont pas pu être exploités pour vérifier la validité des débits de la station espagnole du Carol car les données ne sont disponibles que jusqu'en 2008.

Les débits statistiques calculés sont les suivants :

- $Q_{MNA5}$  : débit moyen mensuel, minimum sur l'année, de période de retour 5 ans ;
- VCN3-5 : débit moyenné sur 3 jours consécutifs, minimum sur l'année, de période de retour 5 ans ;
- VCN10-5 : débit moyenné sur 10 jours consécutifs, minimum sur l'année, de période de retour 5 ans.

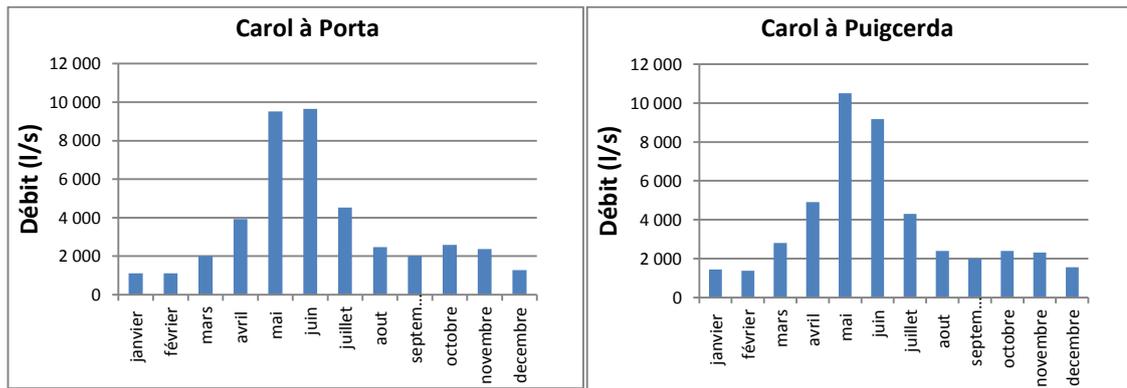
Localisation	Période	Nombre d'années traitées	Module (l/s)	Débits statistiques sur l'année (l/s)				Débits statistiques sur la période d'irrigation, mars à octobre (l/s)		
				$Q_{MNA2}$	$Q_{MNA5}$	VCN3-5	VCN10-5	$Q_{MNA5}$	VCN3-5	VCN10-5
Carol à Porta	1969-2011	26	3600	800	570	440	480	800	590	640
	2005-2011	6	2670	750	660	490	560	950	720	780
Carol à Puigcerda	1969-2008	38	3560	1 150	880	650	720	1150	750	850
	2000-2008	8	3360	890	720	520	620	970	630	810

**Tableau 21 DEBITS STATISTIQUES DU CAROL**

Le tableau et le graphe suivants fournissent les valeurs des débits moyens mensuels sur l'année (à partir de l'ensemble des données disponibles) :

Mois	Débit (l/s)	
	Carol à Porta	Carol à Puigcerda
Janvier	1 107	1 440
Février	1 116	1 367
Mars	2 008	2 808
Avril	3 935	4 899
Mai	9 525	10 507
Juin	9 653	9 177
Juillet	4 534	4 289
Août	2 478	2 395
Septembre	2 030	2 001
Octobre	2 596	2 398
Novembre	2 371	2 304
Décembre	1 276	1 555

**Tableau 22 DEBITS MOYENS MENSUELS DU CAROL**



### 3.4. HYDROLOGIE NATURELLE DE L'ANGOUSTRINE

La reconstitution de l'hydrologie naturelle de l'Angoustrine a été faite à la station d'Angoustrine et à l'aval du bassin versant (Rahur à la frontière espagnole).

Nous avons ainsi dans un premier temps reconstitué les prélèvements nets en amont de la station hydrométrique d'Angoustrine. Ces derniers sont constitués :

- des prélèvements en eau potable du SIAEP de la Solane ;
- de prises pour l'irrigation d'environ 70 ha.

La restitution de ces prélèvements se fait majoritairement à l'aval de la station. Par ailleurs, l'Angoustrine ne fait pas l'objet de restitution depuis un autre bassin versant.

Dans ces conditions, le débit net maximal prélevé en amont de la station hydrométrique d'Angoustrine est de l'ordre de 105 l/s.

Sur cette base, nous avons reconstitué au pas de temps journalier les débits naturels de l'Angoustrine à la station en sommant les débits mesurés et les débits prélevés reconstitués.

Nous avons ensuite reconstitué les prélèvements nets à l'aval du bassin versant (frontière espagnole) par désagrégation des volumes estimés dans la phase 2. Sur l'Angoustrine, il s'agit uniquement de prélèvements pour l'eau potable (SIAEP de la Solane) et pour l'irrigation (548 ha) sachant qu'environ 50 % de ces prélèvements sont restitués hors de l'Angoustrine (sur le Carol via le canal de Bena et majoritairement sur le Sègre).

A l'aval du bassin versant, il n'existe pas de station hydrométrique mais l'on dispose de quelques jaugeages réalisés sur une période commune à la période de fonctionnement de la station hydrométrique amont (Angoustrine à Angoustrine).

Pour chaque jaugeage, nous avons reconstitué le débit naturel associé en ajoutant le prélèvement amont estimé et l'avons comparé au débit naturel à la station hydrométrique le jour du jaugeage. Nous en avons alors déduit un ratio entre les deux débits naturels.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Date	Aval du bassin versant Angoustrine (94 km <sup>2</sup> )				Station hydrométrique Angoustrine (45,9 km <sup>2</sup> )			Ratio débits naturels
	Source du jaugeage	Débit mesuré par jaugeage (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	Débit mesuré (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	
19/08/2009	BRL- Etude PNR	353	329	682	329	72	401	1,7
3/09/2009		204	257	461	223	58	281	1,6
15/04/2010	ASCONIT - Etude qualité des eaux - CG 66 - Station 10	1 371	253	1 624	1 130	64	1 194	1,4
22/06/2010		2 482	464	2 946	1 850	105	1 955	1,5
17/08/2010		269	338	607	230	74	304	2,0
19/10/2010		221	54	275	454	22	476	0,6
1/08/2011	SOGREAH	450	411	861	588	88	676	1,3

**Tableau 23** DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR L'ANGOUSTRINE A L'AIDE DES JAUGEAGES

Il apparaît que le rapport entre le débit naturel à l'aval du bassin versant et le débit naturel à la station hydrométrique d'Angoustrine est en moyenne d'environ 1,5 alors que le rapport entre les surfaces de bassin versant est de 2. Cela s'explique, a priori, par le fait que les précipitations à l'amont du bassin sont supérieures à celles de l'aval.

Dans le tableau précédent, on note deux valeurs s'écartant du ratio de 1,5 :

- celle du 17/08/2010 avec un ratio de 2 : à cette date, il apparaît que le débit à la station était faible (230 l/s) ; les prélèvements théoriques (338 l/s) n'ont sans doute pas pu être intégralement satisfaits et sont sans doute surestimés par rapport à la réalité ; si l'on considère des prélèvements davantage en cohérence avec le débit à la station (donc plus faibles), on retrouve un ratio de l'ordre de 1,5 ;
- celle du 19/10/2010 avec un ratio de 0,6 : les valeurs de débit mesuré paraissent surprenantes car le débit mesuré à Angoustrine est 2 fois plus fort que le débit mesuré à l'aval du bassin versant alors qu'aux autres dates, il est compris entre 0,7 et 1,3 ; l'explication peut résider dans une sous-évaluation des prélèvements ; dans le doute, nous ne considérerons pas cette donnée pour notre analyse.

Finalement, pour reconstituer l'hydrologie naturelle à l'aval de l'entité, nous appliquons un coefficient multiplicateur de 1,5 aux débits naturels à la station d'Angoustrine à Angoustrine.

Les débits statistiques calculés sur la base de l'hydrologie naturelle aux deux points cités (station hydrométrique de l'Angoustrine et aval du bassin versant) sont rassemblés dans le tableau suivant (statistiques établies sur les années de données disponibles sur la période indiquée).

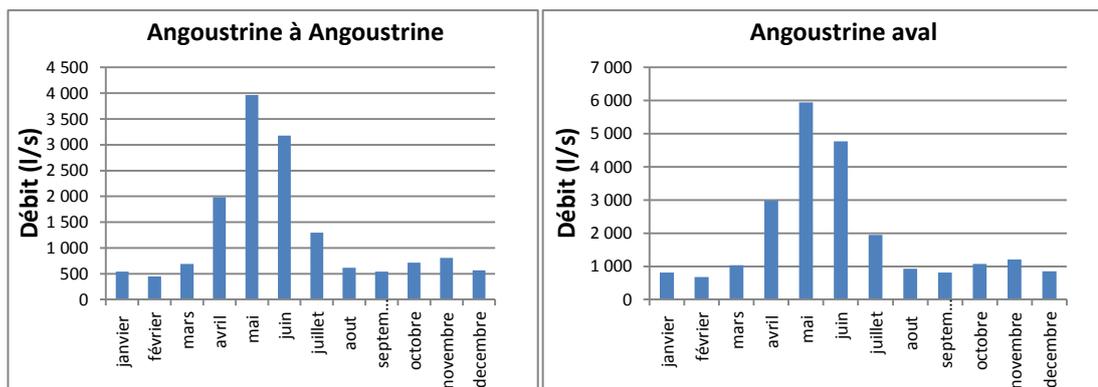
Localisation	Période	Nombre d'années traitées	Module (l/s)	Débits statistiques sur l'année (l/s)				Débits statistiques sur la période d'irrigation, mars à octobre (l/s)		
				Q <sub>MNA2</sub>	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5
Angoustrine à Angoustrine	1970-2011	25	1290	290	230	185	190	240	185	200
	2005-2011	7	810	250	230	220	225	230	220	225
Angoustrine aval	1970-2011	25	1930	435	345	280	285	360	280	300
	2005-2011	7	1220	375	345	330	340	345	330	340

**Tableau 24** DEBITS STATISTIQUES DE L'ANGOUSTRINE

Le tableau et le graphe suivants fournissent les valeurs des débits moyens mensuels sur l'année (à partir de l'ensemble des données disponibles) :

Mois	Débit (l/s)	
	Angoustrine à Angoustrine	Angoustrine aval
Janvier	539	809
Février	450	676
Mars	691	1 036
Avril	1 984	2 975
Mai	3 962	5 942
Juin	3 180	4 769
Juillet	1 297	1 946
Août	618	927
Septembre	543	814
Octobre	716	1 074
Novembre	807	1 211
Décembre	568	852

**Tableau 25**      **DEBITS MOYENS MENSUELS DE L'ANGOUSTRINE**



### 3.5. HYDROLOGIE NATURELLE DU SEGRE ET DE L'ANGOUST

La reconstitution de l'hydrologie naturelle du Sègre et de l'Angoust a été faite :

- sur le Sègre à Saillagouse (station hydrométrique) ;
- sur le Sègre à Puigcerda à l'aval de la confluence avec le Rahur (station hydrométrique espagnole) ;
- sur l'Angoust aval, à l'amont de la confluence avec le Sègre.

Dans un premier temps, nous avons reconstitué les prélèvements nets en amont de la station hydrométrique du Sègre à Saillagouse. Ces derniers se composent :

- de prélèvements pour l'eau potable du SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre ;
- de prélèvements pour l'industrie (centrale à béton) ;
- de prises pour l'irrigation d'environ 150 ha.

Par ailleurs, le Sègre reçoit des restitutions de l'Angoust via le canal de Llo et de Saillagouse. Le débit restitué est très difficile à apprécier, on fera l'hypothèse qu'il correspond à la restitution de 100 ha de terres irriguées.

Dans ces conditions, le débit net maximal prélevé en amont de la station du Sègre à Saillagouse est estimé à environ 50 l/s.

Nous avons ensuite reconstitué les prélèvements et restitutions nets sur l'Angoust aval et sur le Sègre à la frontière par désagrégation des volumes estimés dans la phase 2.

Sur l'Angoust, il s'agit de prélèvements pour l'eau potable (SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre), pour la neige de culture (station du Cambre d'Aze) et pour l'irrigation (317 ha) sachant que l'on estime que 75 % des prélèvements agricoles sont restitués hors de l'entité Angoust (restitution sur le Sègre via le canal de Llo, le canal de Saillagouse, le canal d'Estavar - Bajande, ...). L'Angoust fait par ailleurs l'objet de restitution depuis le Lac des Bouillouses (bassin versant de la Têt) :

- AEP du SIVOM de Haute-Cerdagne ;
- neige artificielle de la station de Font-Romeu.

Sur le Sègre à la frontière, les prélèvements et restitutions citées sur l'Angoust se cumulent avec :

- des prélèvements en eau potable (SIVOM de la Haute-Vallée du Sègre et de Llivia) ;
- des prélèvements pour l'industrie (centrale à béton) ;
- des prélèvements agricoles pour l'irrigation de 466 ha supplémentaires ;
- de restitutions agricoles depuis l'Angoustrine et la Vanéra.

Les prélèvements sur le Sègre en aval du Raurh sont enfin calculés en sommant les prélèvements sur le Raurh et ceux sur le Sègre en amont de la frontière. Il s'agit d'une approximation qui ne tient pas compte des éventuels prélèvements espagnols entre la frontière et la station hydrométrique de Puigcerda.

L'hydrologie naturelle du Sègre à Saillagouse et à Puigcerda peut alors être approchée en ajoutant les prélèvements amont reconstitués aux débits mesurés aux deux stations hydrométriques.

Pour évaluer l'hydrologie de l'Angoust à l'amont de la confluence avec le Sègre, on dispose de quelques jaugeages réalisés sur une période commune à la période de fonctionnement des stations hydrométriques du Sègre à Saillagouse et de l'Angoustrine à Angoustrine.

Comme vu précédemment, l'Angoust se rapproche davantage de l'Angoustrine en termes géologiques, mais davantage du Sègre en termes pluviométriques. Les jaugeages réalisés en tête de bassin versant ont par ailleurs montré que les débits spécifiques de l'Angoust sont supérieurs à ceux du Sègre. Par conséquent, nous reconstituerons l'hydrologie de l'Angoust en prenant comme station de référence celle de l'Angoustrine à Angoustrine, d'autant qu'il demeure une incertitude sur les restitutions en amont de la station du Sègre à Saillagouse.

Pour chaque jaugeage, nous avons reconstitué le débit naturel associé en ajoutant le prélèvement amont estimé et l'avons comparé au débit naturel à la station hydrométrique le jour du jaugeage.

Nous en avons alors déduit un ratio entre les deux débits naturels.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Date	Aval du bassin versant Angoust (57 km <sup>2</sup> )				Station hydrométrique Angoustrine (45,9 km <sup>2</sup> )			Ratio débits naturels
	Source du jaugeage	Débit mesuré par jaugeage (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	Débit mesuré (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	
14/04/2010	ASCONIT - Etude qualité des eaux - CG 66 - Station 9	627	137	764	1 170	63	1 233	0,6
21/06/2010		1 201	270	1 471	2 130	105	2 235	0,7
19/08/2010		235	199	434	229	72	301	1,4
19/10/2010		527	20	547	454	22	476	1,1
19/05/2011	ASCONIT DMB	485	252	737	924	102	1 026	0,7
02/08/2011	SOGREAH	139	254	393	483	87	570	0,7
06/09/2011	ASCONIT DMB	93	143	236	213	55	268	0,9

**Tableau 26**      **DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR L'ANGOUST A L'AIDE DE JAUGEAGES**

Le ratio entre les débits naturels de l'Angoust et de l'Angoustrine varie sensiblement (rapport de 1 à 2). Pour la suite de l'étude, nous retiendrons toutefois un ratio de 0,9 qui correspond à la moyenne des ratios calculés et également au ratio de précipitation annuelle moyenne ramenée à la taille du bassin versant de chaque secteur.

Concernant le Sègre à la frontière, l'analyse des jaugeages (quatre d'ASCONIT dans le cadre de l'étude de qualité des eaux pour le CG 66 et un de SOGREAH) ne permet pas de conclure quant à un ratio entre les débits naturels du Sègre à la frontière et ceux du Sègre ou de l'Angoustrine aux stations hydrométriques amont. En effet, le ratio varie de manière conséquente suivant les jaugeages (entre 2 et 8 pour le Sègre à Saillagouse avec une moyenne à 4,7 et 1 et 4 pour l'Angoustrine avec une moyenne à 2,3).

A noter, comme sur le Carol, que les jaugeages réalisés en 2011 sur l'aval du bassin versant n'ont pas pu être exploités pour vérifier la validité des débits de la station espagnole du Sègre car les données ne sont disponibles que jusqu'en 2008.

Finalement, les tableaux suivants synthétisent les débits statistiques calculés sur la base de l'hydrologie naturelle aux trois points cités (statistiques établies sur les années de données disponibles sur la période indiquée) :

- Sègre à Saillagouse (station hydrométrique française) et à Puigcerda (station hydrométrique espagnole) ;
- Angoust en amont de la confluence avec le Sègre.

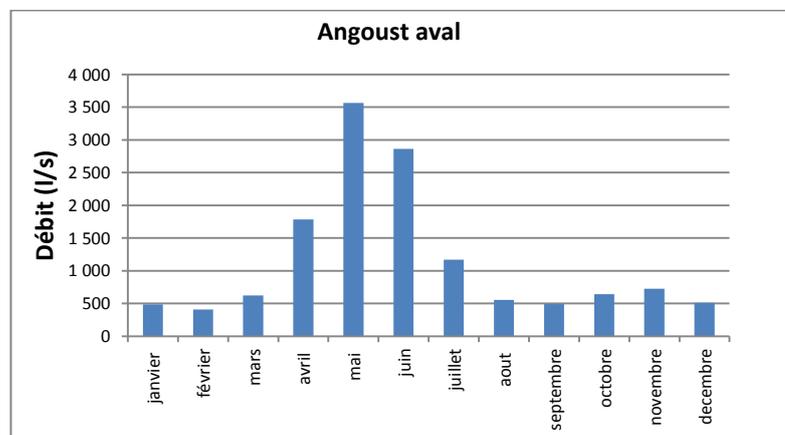
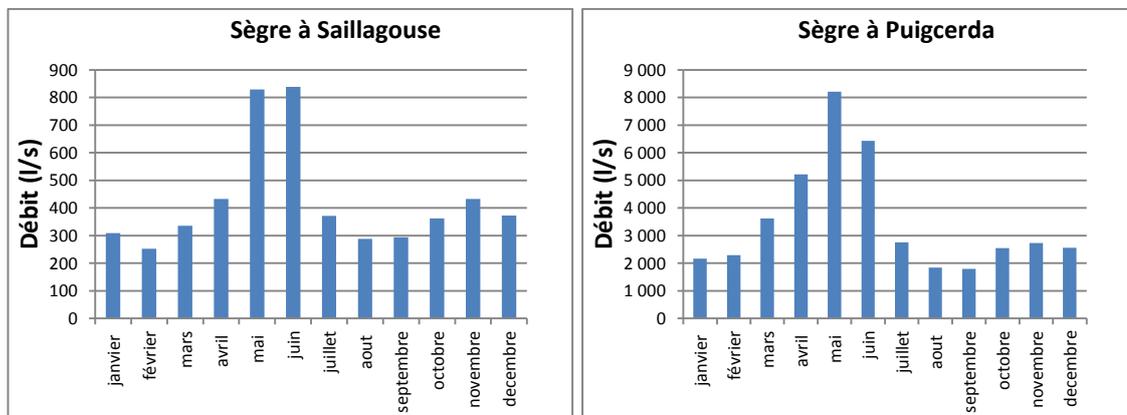
Localisation	Période	Nombre d'années traitées	Module (l/s)	Débits statistiques sur l'année (l/s)				Débits statistiques sur la période d'irrigation, mars à octobre (l/s)		
				Q <sub>MNA2</sub>	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5
Sègre à Saillagouse	1989-2011	19	420	175	135	82	95	150	95	110
	2000-2011	8	360	150	125	75	87	140	80	95
Sègre à Puigcerda	1970-2008	39	3300	1 070	770	430	520	820	480	550
	2000-2008	9	2830	765	640	350	450	650	400	460
Angoust aval	1970-2011	25	1160	260	205	165	170	215	165	180
	2005-2011	7	730	225	205	200	203	205	200	203

**Tableau 27**      **DEBITS STATISTIQUES DU SEGRE ET DE L'ANGOUST**

Le tableau et le graphe suivants fournissent les valeurs des débits moyens mensuels sur l'année (à partir de l'ensemble des données disponibles) :

Mois	Débit (l/s)		
	Sègre à Saillagouse	Sègre à Puigcerda	Angoust aval
Janvier	309	2 165	485
Février	253	2 290	405
Mars	335	3 619	622
Avril	433	5 219	1 785
Mai	829	8 209	3 565
Juin	838	6 432	2 862
Juillet	371	2 754	1 167
Août	288	1 843	556
Septembre	294	1 795	489
Octobre	362	2 542	644
Novembre	433	2 734	726
Décembre	373	2 553	511

**Tableau 28      DEBITS MOYENS MENSUELS DU SEGRE ET DE L'ANGOUST**



### 3.6. HYDROLOGIE NATURELLE DE LA VANERA

La reconstitution de l'hydrologie naturelle de la Vanéra a été faite en amont de la frontière espagnole sachant que ce bassin versant est dépourvu de station hydrométrique. Nous avons toutefois vu précédemment que la configuration du bassin versant de la Vanéra se rapprochait de celle du Sègre à Saillagouse en termes de géologie et de précipitations. Par conséquent, l'analyse sera faite à partir de la station du Sègre à Saillagouse.

Les prélèvements français sur la Vanéra en amont de la frontière espagnole se composent :

- de prélèvements pour l'eau potable du SIVU d'AEP de la Vanéra ;
- de prises pour l'irrigation de 440 ha sachant qu'environ 40 % de ces prélèvements sont restitués hors de la Vanéra (restitution sur le Sègre).

Différents jaugeages ont été réalisés sur la Vanéra en amont de la frontière. Ils ont servi de base à la reconstitution de l'hydrologie naturelle et à la comparaison avec la station hydrométrique du Sègre à Saillagouse.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Date	Aval du bassin versant Vanera (52 km <sup>2</sup> )				Station hydrométrique Saillagouse (33,3 km <sup>2</sup> )			Ratio débits naturels
	Source du jaugeage	Débit mesuré par jaugeage (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	Débit mesuré (l/s)	Prélèvement reconstitué (l/s)	Débit naturel (l/s)	
15/04/2010	ASCONIT - Etude qualité des eaux - CG 66 - Station 14	428	183	611	156	22	178	3,4
24/06/2010		1 008	341	1 349	779	47	826	1,6
17/08/2010		342	255	597	561	52	613	1,0
20/10/2010		520	42	562	142	10	152	3,7
19/05/2011	ASCONIT DMB	428	299	727	510	18	528	1,4
01/08/2011	SOGREAH	30	308	338	150	58	208	1,6
05/09/2011	ASCONIT DMB	0	187	187	107	39	146	1,3
25/11/2011		690	30	720	327	2	329	2,2

**Tableau 29**      **DEBITS NATURELS RECONSTITUES SUR LA VANERA A L'AIDE DE JAUGEAGES**

On observe une disparité importante des ratios. Pour la suite, nous retiendrons toutefois un ratio de 1,6 car cette valeur correspond au ratio de bassin versant entre les deux secteurs (Vanéra aval et Sègre à Saillagouse) et les précipitations moyennes annuelles sur ces deux bassins versants sont similaires. Par ailleurs, ce ratio se rapproche du ratio calculé en période d'étiage estival, période critique qui nous intéresse davantage que la période de hautes eaux où le ratio semble supérieur.

Le tableau suivant synthétise finalement les débits statistiques calculés sur la base de l'hydrologie naturelle (statistiques établies sur les années de données disponibles sur la période indiquée).

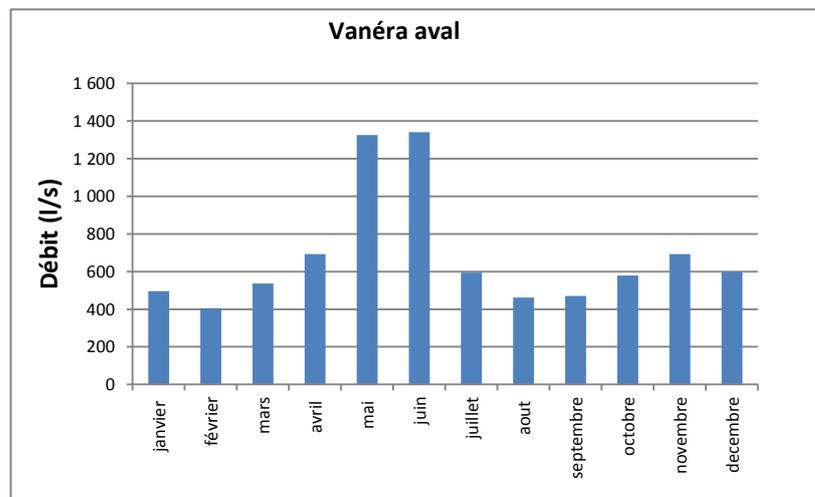
Localisation	Période	Nombre d'années traitées	Module (l/s)	Débits statistiques sur l'année (l/s)				Débits statistiques sur la période d'irrigation, mars à octobre (l/s)		
				Q <sub>MNA2</sub>	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5	Q <sub>MNA5</sub>	VCN3-5	VCN10-5
Vanéra aval	1989-2011	19	670	280	215	130	152	240	150	175
	2000-2011	8	570	240	200	120	140	225	130	150

**Tableau 30**      **DEBITS STATISTIQUES DE LA VANERA**

Le tableau et le graphe suivants fournissent les valeurs des débits moyens mensuels sur l'année (à partir de l'ensemble des données disponibles) :

Mois	Débit (l/s)
	Vanéra aval
Janvier	495
Février	404
Mars	537
Avril	693
Mai	1 326
Juin	1 341
Juillet	594
Août	461
Septembre	471
Octobre	579
Novembre	692
Décembre	596

**Tableau 31**      **DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA VANERA**





**PLANS**



**PLAN N°1 :**  
**CARTE DES CANAUX D'IRRIGATION (CARTE NON**  
**EXHAUSTIVE)**

