

Etude de détermination des volumes prélevables

BASSIN VERSANT DE L'ARGENS

Phases 4, 5 et 6

Détermination des débits minimum biologiques,
des volumes prélevables et débits objectifs d'étiage



Juin 2013



SOMMAIRE

LISTE DES CARTES	6
PHASE 4 - DETERMINATION DES DEBITS MINIMUM BIOLOGIQUES	7
I. CARACTERISATION DES MILIEUX	9
<i>I.1. ASPECTS PHYSIQUES</i>	<i>9</i>
<i>I.2. ASPECTS BIOLOGIQUES.....</i>	<i>11</i>
II. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES MILIEUX AQUATIQUES.....	15
<i>II.1. METHODOLOGIE</i>	<i>15</i>
II.1.1. Les méthodes existantes	15
II.1.2. Présentation de l'approche retenue.....	16
II.1.3. Acquisition et traitement des données de première main	17
<i>II.2. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS.....</i>	<i>23</i>
II.2.1. Présentation des résultats	23
II.2.2. Détermination des débits biologiques	25
II.2.3. Résultats aux points de référence	30
II.2.4. Analyse et interprétation.....	31
III. ANNUALISATION DES DB.....	35
PHASE 4 - DETERMINATION DES OBJECTIFS DE GESTION DE NAPPE	41
IV. REFLEXION SUR LA ZONE D'APPLICATION DES OBJECTIFS DE GESTION DE NAPPE.....	43
V. DEFINITION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES D'ALERTE / NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DE CRISE RENFORCEE.....	44
VI. DEFINITION DES INDICATEURS D'ALERTE ET DE CRISE POUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS DANS LA BASSE VALLEE	45
<i>VI.1. LA PIEZOMETRIE.....</i>	<i>45</i>
<i>VI.2. LES TENEURS EN CHLORURE.....</i>	<i>51</i>
VI.2.1. Origine des chlorures dans la nappe	51
VI.2.2. Détermination de l'évènement de fréquence quinquennale sèche	53
VI.2.3. Conclusion sur l'indicateur teneurs en chlorure	54
<i>VI.3. LE DEBIT DU FLEUVE ARGENS</i>	<i>55</i>
VI.3.1. Intérêt de l'indicateur	55
VI.3.2. Détermination des évènements	57
<i>VI.4. LE CUMUL PLUVIOMETRIQUE MENSUEL</i>	<i>58</i>
VI.4.1. Analyse statistique du cumul de pluie annuel.....	58
VI.4.2. Intérêt de l'indicateur	59
VI.4.3. Détermination des évènements	60
<i>VI.5. LES VOLUMES MENSUELS PRELEVES.....</i>	<i>61</i>

VI.6.	<i>CONCLUSION SUR LES NIVEAUX D'ALERTE ET DE CRISE</i>	62
VI.6.1.	Indicateurs d'alerte et de crise	62
VI.6.2.	Seuils d'alerte et de crise	62
VI.6.3.	Modalités de vigilance, d'alerte et de crise	62
VII.	DEFINITION DES INDICATEURS D'ALERTE ET DE CRISE POUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS DANS LA MOYENNE VALLEE	63
VII.1.	<i>JUSTIFICATION D'OBJECTIFS DE GESTION SUR LES ALLUVIONS DE LA MOYENNE VALLEE DE L'ARGENS</i> 63	
VII.2.	<i>DEFINITION DES INDICATEURS ALERTE/ CRISE</i>	63
VIII.	REPRESENTATIVITE DES POINTS STRATEGIQUES DE REFERENCE RETENUS DANS LE SDAGE RHONE MEDITERRANEE	64
VIII.1.	<i>CONCERNANT LA NAPPE ALLUVIALE DANS LA MOYENNE VALLEE</i>	64
VIII.2.	<i>CONCERNANT LA NAPPE ALLUVIALE DANS LA BASSE VALLEE DE L'ARGENS</i>	64
VIII.3.	<i>CONCLUSION</i>	65
	PHASE 5 - DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES	71
IX.	DETERMINATION DES VOLUMES POTENTIELLEMENT PRELEVABLES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	74
IX.1.	<i>METHODE GENERALE</i>	74
IX.2.	<i>PRINCIPES</i>	75
IX.3.	<i>CALCUL DES VOLUMES POTENTIELLEMENT PRELEVABLES</i>	75
IX.3.1.	Analyse globale	75
IX.3.2.	Analyse par sous-bassin	76
IX.4.	<i>IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE</i>	87
IX.5.	<i>CONCLUSION - PROPOSITIONS DE SCENARIOS</i>	88
X.	DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES SUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS	89
X.1.	<i>CONTRAINTES SUR LA NAPPE ALLUVIALE DU BAS ARGENS</i>	93
X.1.1.	Simple bilan sur le bassin d'alimentation	93
X.1.2.	Analyse statistique des chroniques des volumes pompés	93
X.1.3.	Débit de nappe calculé sur la base de la loi de Darcy	97
X.1.4.	Adaptation à l'Argens des modèles établis sur le Gapeau	97
X.2.	<i>ESTIMATION DES VOLUMES/DEBIT MAXIMUM PRELEVABLES POUR LES ALLUVIONS DE LA BASSE VALLEE</i>	98
X.2.1.	Objectifs	98
X.2.2.	Volumes maximums prélevables	98
X.2.3.	Débit maximum prélevable	99

PHASE 6 - SCENARIOS DE REPARTITION DES VOLUMES PRELEVABLES ET DETERMINATION DES DEBITS OBJECTIFS	103
I. PRINCIPES D'ELABORATION DES SCENARIOS	105
II. SITUATION 1 - AMELIORATION DE L'ETAT ACTUEL PAR LA MUTUALISATION DE LA RESSOURCE BRANCHE ARGENS ET LA REDUCTION DES PRELEVEMENTS SUR LA BRESQUE, LE CARAMI ET L'ISSOLE	106
II.1. SOUS-BASSINS A1 A A4 : L'ARGENS DE LA SOURCE A L'AVAL DE CARCES.....	106
II.2. BASSIN DE LA BRESQUE	108
II.3. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)	112
II.4. DETERMINATION DES DEBITS DE REFERENCE POUR LA SITUATION 1.....	119
II.5. LES DEBITS OBJECTIFS D'ETIAGE	119
II.6. LES DEBITS DE CRISE RENFORCEE	123
III. SITUATION 2 - ETAT FUTUR (PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS AEP 2030) - ADAPTATION DE LA MUTUALISATION DE LA RESSOURCE BRANCHE ARGENS ET DE LA REDUCTION D'USAGES SUR LA BRESQUE ET LE CARAMI	126
III.1. METHODE	126
III.2. RESULTATS DES PROJECTIONS 2030 DES PRELEVEMENTS AEP	126
III.3. BASSIN DE L'ARGENS (SOUS-BASSINS A1 A A4)	129
III.4. BASSIN DE LA BRESQUE	130
III.5. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)	132
IV. SITUATION 3 - ETAT FUTUR : PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS AEP 2030 ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	138
IV.1. BASSIN DE L'ARGENS (SOUS-BASSINS A1 A A4)	138
IV.2. BASSIN DE LA BRESQUE	139
IV.3. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)	140
IV.4. BASSIN DE LA NARTUBY.....	144
ANNEXES	146

LISTE DES CARTES

14	Localisation des tronçons homogènes et des mesures réalisées dans le cadre de l'étude
----	---

LISTE DES ANNEXES

9	Typologie des faciès d'écoulement (Malavoi, Cemagref)
10	Fiches descriptives des tronçons homogènes
11	Fiches de présentation des stations ESTIMHAB
12	Test de sensibilité des stations ESTIMHAB présentant des ratios de débits inférieurs à deux entre les campagnes d'acquisition de données (Q1 et Q2).
13	Résultats des modélisations simplifiées pour le bassin du Carami avec la retenue de Ste-Suzanne

PHASE 4

**DETERMINATION DES DEBITS MINIMUM
BIOLOGIQUES**

L'évaluation des besoins en eau pour les milieux aquatiques est un exercice relativement complexe du fait de la multitude de paramètres entrant en ligne de compte. La démarche repose sur l'analyse de l'habitat et de la faune aquatique.

I. CARACTERISATION DES MILIEUX

Avant de définir les besoins des milieux aquatiques sur le bassin versant, il est important d'en préciser les caractéristiques. Après une présentation sommaire des aspects liés aux caractéristiques physiques des habitats de la faune aquatique, les caractéristiques liées à la biologie du cours d'eau seront décrites.

I.1. ASPECTS PHYSIQUES

L'objectif est ici de caractériser le milieu physique de l'Argens et de ses affluents à travers différents critères (faciès d'écoulement, pente, granulométrie du fond, largeur et profondeur du lit) décrivant l'hydromorphologie globale de la rivière. Cette caractérisation va permettre d'évaluer la diversité d'habitats tout au long du bassin versant de l'Argens et servira de base à la mise en place de la méthode d'estimation des besoins du milieu notamment pour le choix et le positionnement des stations de mesures en vue de déterminer les débits biologiques.

L'étude reprend le découpage en tronçons homogènes préexistant (Etude MRE/GEI de mars 2010). Des reconnaissances de terrain ont été réalisées afin d'actualiser et de compléter la sectorisation initiale sur le linéaire amont de l'Argens et les portions aval des principaux affluents. Les critères pris en compte pour cette sectorisation sont la pente, les faciès d'écoulement et la morphologie du lit. La description typologique des faciès reprend la classification établie par Malavoi (1989) et adoptée dans la méthodologie CEMAGREF, annexée au rapport (annexe 9). Le découpage obtenu est repris planche 14.

Chaque tronçon fait l'objet d'une fiche descriptive, annexée au présent rapport (annexe 7). Les fiches synthétisent les caractéristiques physiques des tronçons en termes de largeur et profondeur moyenne, pente, granulométrie, vitesse d'écoulement, et typologie des faciès ; elles sont accompagnées de photos représentatives.

L'abondance relative des faciès estimée pour chaque tronçon est restituée dans les graphiques page suivante.

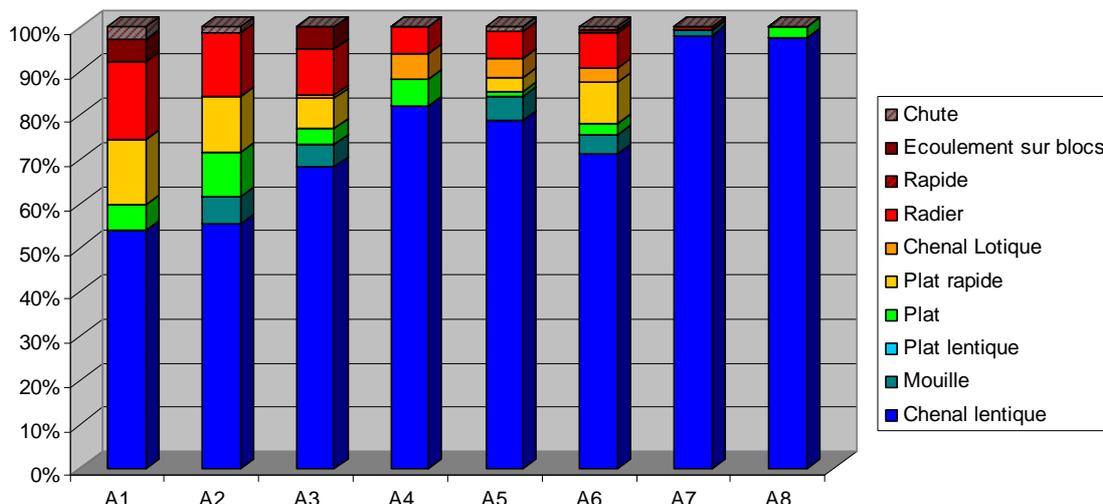
L'axe Argens

Entre les tronçons A1 et A5, on observe une réduction croissante de la part des faciès lotiques en lien avec l'amortissement de la pente (comprise entre 5‰ et 1,5‰).

Le tronçon A6 présente une plus forte diversité de faciès du fait de la traversée des reliefs cristallins et de l'accentuation de la pente en résultant (2‰).

Le Bas Argens (tronçons A7 et A8), qui correspond à la zone de piedmont et de plaine, présente des faciès majoritairement lenticules en lien avec un amortissement significatif de la pente (0,5‰) et une emprise croissante des ouvrages transversaux.

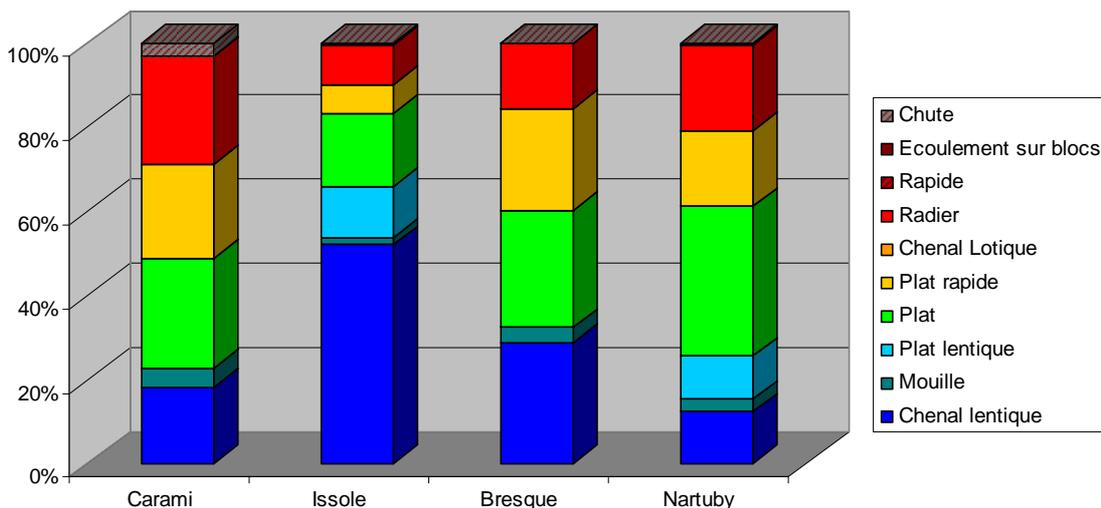
Abondance relative des faciès estimée pour chaque tronçon homogène de l'Argens



Les affluents

Sur les affluents étudiés, en lien avec leur structuration morphologique et la plus forte pente en résultant, les faciès lotiques dominent. L'Issole, qui draine un fond alluvial plus développé que les autres affluents, se singularise par la présence des faciès plus lenticques.

Abondance relative des faciès estimée pour chacun des affluents étudiés

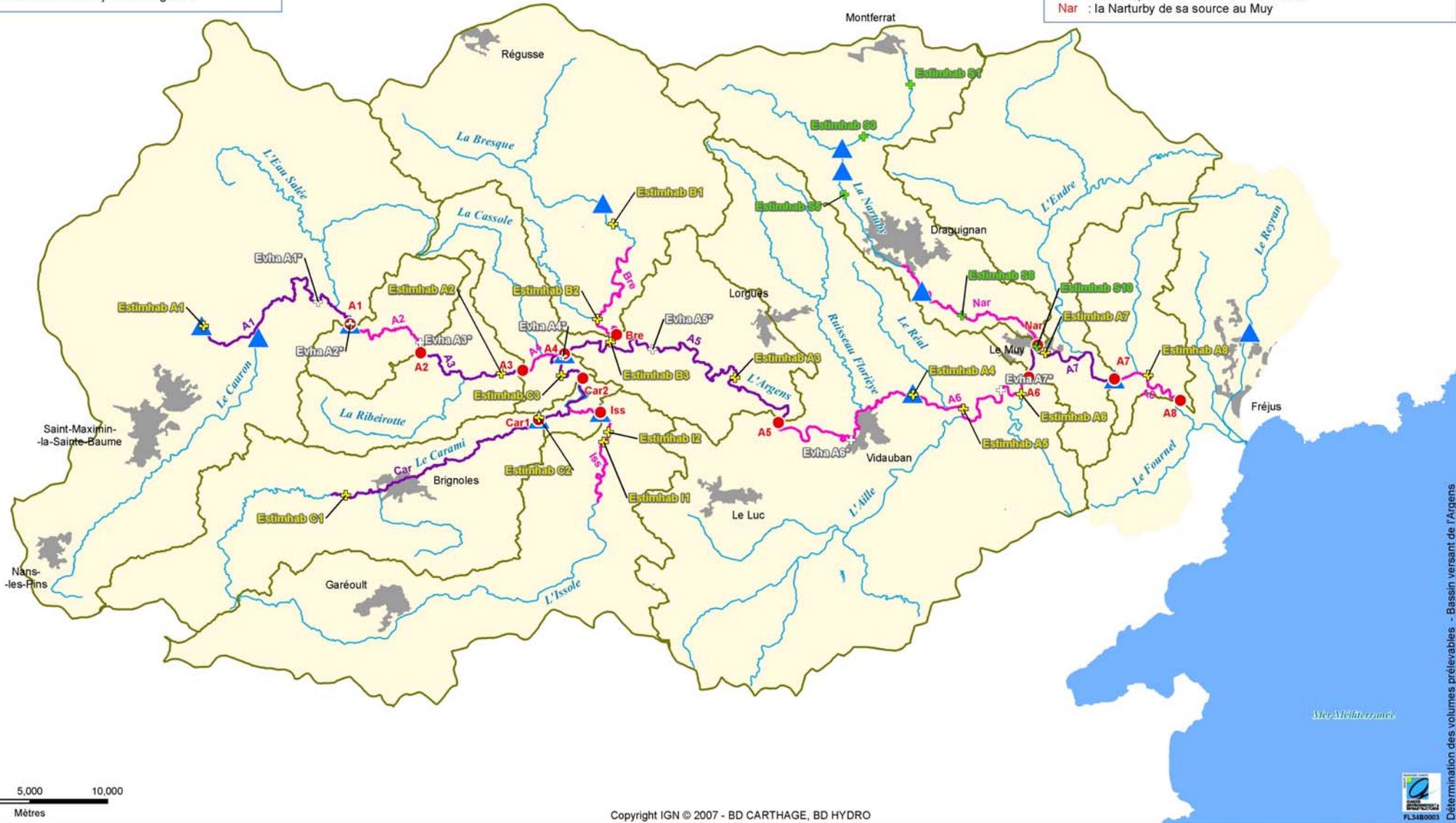


Ce descriptif du réseau hydrographique principal du bassin de l'Argens fait apparaître un milieu globalement riche et varié, mais dont le potentiel biologique est, comme pour la plupart des cours d'eau méditerranéens, directement conditionné par l'importance des écoulements en période estivale. Le débit d'étiage va en effet conditionner les potentialités en termes d'habitats.



Nom des sous-bassins

A1	: l'Argens de sa source à Châteauvert
A2	: l'Argens de Châteauvert à l'aval de Correns
A3	: l'Argens de l'aval de Correns à l'amont de Carcès
A4	: l'Argens de l'amont de Carcès à l'aval de Carcès
A5	: l'Argens de l'aval de Carcès à l'amont du seuil de la Vacquière
A6	: l'Argens de l'amont du seuil de la Vacquière à l'amont du Muy
A7	: l'Argens de l'amont du Muy à Roquebrune-sur-Argens
A8	: l'Argens de Roquebrune-sur-Argens au seuil de Verteil
Car1	: le Carami de la source à Vins-sur-Carami
Car2	: le Carami de Vins-sur-Carami à la retenue de Sainte-Suzanne
Iss	: l'Issole de la source à Cabasse
Bre	: la Bresque de sa source au Pont-Roux
Nar	: la Narturby de sa source au Muy



I.2. ASPECTS BIOLOGIQUES

L'écosystème en lien avec les écoulements de l'hydrosystème étudié s'avère riche et varié, regroupant une multitude de biocénoses de la source jusqu'à son estuaire. Le principe n'est pas ici d'en faire une description détaillée, mais plutôt d'en synthétiser les caractéristiques à travers la description générale des aspects piscicoles présentant une bonne représentativité de la qualité biologique du cours d'eau.

Le réseau hydrographique du bassin de l'Argens traverse des milieux contrastés : zones de montagne, de piémont et de plaine ; cette variété lui confère une bonne diversité piscicole.

Le Plan Départemental de Protection et la Gestion piscicole du bassin versant de l'Argens identifie trois contextes piscicoles sur l'Argens, deux sur le Carami et un sur chacun des deux autres principaux affluents étudiés (la Bresque et la Nartuby).

Caractéristiques générales des contextes piscicoles (d'après PDPG, FDPPMA du Var)

Nom	Domaine	N° du contexte	Espèce repère	Limite amont	Limite aval
L'Argens amont	Salmonicole	I01SP	Truite	Sources	confluence avec le Carami
L'Argens médian	Intermédiaire	I09iP	Cyprinidés d'eaux vives	confluence avec le Carami	confluence avec le Florieye
L'Argens aval	Cyprinicole	I10CP	Cyprinidés	confluence avec le Florieye	limite de salure des eaux
Le Carami amont	Salmonicole	I07SP	Truite	Sources	Seuil DIREN (pk 8,4)
L'Issole	Salmonicole	I08SP	Truite	Sources	Seuil de la Fontaine d'Ajonc
Le Carami aval	Cyprinicole	I06CP	Cyprinidés	Seuil DIREN (pk 8,4)	Confluence avec l'Argens
La Bresque	Salmonicole	I10SP	Truite	Sources	Confluence avec l'Argens
La Nartuby	Salmonicole	I14SP	Truite	Sources	Confluence avec l'Argens

D'une façon générale, la population piscicole suit une gradation amont-aval classique avec une prédominance des espèces salmonicoles à l'amont, la truite constituant l'espèce repère (jusqu'aux alentours de Carcès). Plus à l'aval, les espèces de cyprinidés rhéophiles (barbeau méridional, goujon,...) qui constituaient jusque là le cortège d'accompagnement, sont retrouvées de façon prépondérante.

Remarque :

Le Barbeau fluviatile est une espèce absente historiquement sur le bassin versant de l'Argens (l'ONEMA indique qu'elle a peut-être été introduite en lien avec les apports du Canal de Provence, l'espèce étant présente sur le bassin de la Durance). Néanmoins, il est important de rappeler qu'il ne s'agit pas d'une espèce nuisible et qu'elle est protégée au titre de la Directive Habitats Faune Flore (annexe V). Particulièrement bien adapté aux habitats de l'Argens, le Barbeau Fluviatile peut être considéré comme un bon indicateur du milieu. Pour ces raisons, cette espèce a été conservée dans le cadre de l'analyse des besoins du milieu, au même titre que les espèces autochtones, même si elle n'est pas directement à l'origine des estimations des Débits Biologiques proposées.

Chaque tronçon issu du découpage en point nodaux réalisé dans la première partie (Planche 14) fait l'objet ci-après d'une description synthétique tirée des documents cités plus haut.

L'Argens :

Des sources de l'Argens à la confluence avec le Carami (tronçons homogènes 1 à 4)

La haute vallée de l'Argens est caractérisée par un lit peu large (4 m à 20 m) et encaissé avec des pentes comprises entre 5‰ et 3‰. Le peuplement piscicole caractéristique est salmonicole et la truite fario constitue l'espèce repère. Sur la deuxième moitié du linéaire, en aval de la confluence avec le ruisseau de l'eau salée, les cyprinidés rhéophiles (Blageon, Barbeau méridional...) accompagnent la population de salmonidés. Bien que cette portion de linéaire présente un potentiel salmonicole intéressant, la composante géologique calcaire (affleurement du bedrock et concrétionnement des matériaux du lit) combinée aux activités humaines (cloisonnement lié la présence d'ouvrages transversaux et réduction des débits d'étiage du fait des prélèvements) conduisent à perturber le cycle biologique de la truite.

L'Argens entre les confluences avec le Carami et le ruisseau de la Florièye (tronçons homogènes 5 et 6)

Sur 40 kilomètres, l'Argens est encaissée dans les marno-calcaires. La pente s'amortit pour atteindre 1,5‰. Le changement des conditions d'écoulements (faciès plus lenticques) en lien avec cette amortissement de la pente fait que le contexte piscicole passe de salmonicole à intermédiaire. En effet, les espèces dominantes y sont les cyprinidés d'eau vive (Chevaine, Blageon, Barbeau fluviatile et méridional...) Le cycle de vie de ces espèces est également perturbé sur cette zone. Les principales altérations résultent de la présence d'obstacles (naturels et anthropiques) perturbant la migration de reproduction, des rejets (STEP, distillerie et hydrocarbures), des prélèvements et du fonctionnement par éclusées de l'usine hydroélectrique d'Entraigues.

L'Argens entre la confluence avec le ruisseau de la Florièye et la limite de salure des eaux (tronçons homogènes 6 à 8)

Cette zone correspond à la zone de piedmont et de plaine. La pente s'amortit de nouveau pour atteindre des valeurs de l'ordre de 0,5‰, confortant ainsi le caractère lenticques des faciès d'écoulements. Le contexte piscicole passe d'intermédiaire à cyprinicole (Gardon,

Rotengle...). Les principales altérations identifiées sont l'importance des apports en MES depuis l'Aille qui conduit au colmatage des alluvions sur le cours aval de l'Argens, l'artificialisation des débits et la régulation des niveaux d'eau faisant suite l'anthropisation du milieu.

L'Issole et le Carami :

Comme le cours amont de l'Argens, ces deux affluents drainent les terrains sédimentaires marno-calcaires. Toutefois, les vallées sont localement plus larges et les cours d'eau drainent des alluvions Holocènes. Il en résulte que les pentes sont plus faibles que sur le Haut Argens.

L'Issole des sources au seuil situé en amont du lac de Sainte Suzanne.

La principale singularité de l'Issole est l'indigence des écoulements en période d'étiage. Cette dernière résulte à la fois d'une moindre alimentation par les sources, en comparaison avec le Carami, mais également de facteurs anthropiques (déroctage du lit du cours d'eau accentuant l'ampleur des pertes karstiques, importante pression des prélèvements sur les débits d'étiage). Il en résulte qu'aujourd'hui près de 60% du linéaire présente des risques d'assecs en période d'étiage. Outre ces principaux facteurs limitants, les activités anthropiques occasionnent d'autres contraintes : multiplication des ouvrages infranchissables et rejets liés aux STEP et à l'activité viticole.

Il demeure néanmoins que l'Issole présente l'une des capacités biogéniques potentielles des plus importantes des cours d'eau du département, se traduisant par une vitesse de croissance très rapide pour la truite.

Le Carami amont

Le Carami présente une pente moyenne légèrement plus forte. Il est mieux alimenté par une densité de sources plus importante dans sa partie amont. La partie aval de son linéaire draine des couches marneuses. La conjonction de ces deux paramètres géologiques conduit à un meilleur soutien des débits d'étiage. En effet, moins de 10% du linéaire concerné présente des risques d'assecs en période d'étiage. Néanmoins, si le secteur est propice au développement d'un contexte salmonicole, celui présente des perturbations notables dans la partie médiane qui en limite l'expression (modifications du lit et concentration de flux polluants).

Le Carami aval

La mise en place du barrage et son exploitation à des fins d'alimentation en eau potable, ont conduit à une profonde artificialisation de ce milieu. Le peuplement initial (truites et de cyprinidés d'eau vive) a fait place à un peuplement de cyprinidés d'eau calme qui s'est adapté aux modifications de débits (débit réservé oscillant entre 300 l/s et 550 l/s) et d'habitats (affleurement du bedrock conditionnant des faciès à dominante lentique et quasi-absence d'alluvions).

La Bresque :

La structure géologique du bassin est quelque peu différente de celle des unités précédentes : combinaison de marno-calcaire et de grès molassiques occasionnant d'importantes variations morphologiques de la vallée et du profil en long du bassin. La géologie favorable au concrétionnement du lit, à l'affleurement du bedrock et à la multiplication des chutes infranchissables, limite le développement de la population de truites dans la partie amont du contexte. En aval de la confluence avec le Pelcourt, ces contraintes naturelles s'atténuent, ce qui permet de retrouver un contexte salmonicole plus affirmé. Par ailleurs, la Bresque est un des seuls cours d'eau pérenne du bassin, ce qui explique l'importance des prélèvements sur ce dernier et par corollaire la dégradation du contexte piscicole. Il résulte de ces contraintes et perturbations que, sur l'ensemble du linéaire, bien que le contexte général soit salmonicole, le peuplement piscicole dominant correspond aux cyprinidés d'eau vive (BLN, CHE et GOU).

La Nartuby :

Comme sur la Bresque amont, le contexte géologique sédimentaire occasionne des contraintes naturelles (cloisonnement des populations, concrétionnement du lit et l'affleurement du bedrock) qui limitent le développement des populations salmonicoles. Le secteur médian, présente des perturbations liées à la présence de grandes agglomérations (pollutions, prélèvements et altération du lit). Le secteur aval présent, en lien avec le soutien des débits d'étiage par la résurgence de la Foux, un potentiel plus favorable, même si d'importantes perturbations anthropiques demeurent (dérivation, rejets et ouvrages perturbant la libre circulation).

II. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES MILIEUX AQUATIQUES

II.1. METHODOLOGIE

Plusieurs méthodes ont été développées en Amérique du Nord et en Europe ; elles peuvent se regrouper selon quatre grands types : hydrologiques, physiques, habitats, et globales.

II.1.1. LES METHODES EXISTANTES

Méthodes hydrologiques :

Ce sont les premières méthodes apparues au cours des années 1970. Elles ne prennent en compte que l'information hydrologique du cours d'eau pour estimer la valeur du débit-objectif. Les méthodes hydrologiques ont une logique commune basée sur le fait que les débits d'étiage jouent un rôle structurant pour la faune aquatique en tant que facteur limitant. Le débit-objectif est donc calculé sur la base des débits minimums naturels du cours d'eau. Certaines méthodes, telle la méthode de Tennant, tiennent compte de la difficulté de cerner au mieux les débits d'étiage, et se basent sur un débit caractérisé du cours d'eau plus facilement accessible comme le module.

Méthodes hydrauliques :

Ces méthodes sont basées sur les caractéristiques des écoulements par modélisation hydraulique simple ou mesures in situ. Les principaux paramètres pris en compte sont : le périmètre mouillé (longueur de berge et de fond en contact avec l'eau), la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement. Le principe de ces méthodes consiste à définir un débit-objectif permettant soit de préserver une partie du lit mouillé, soit de ménager une hauteur minimum pour certains faciès d'écoulement, soit de maintenir une diversité minimum de vitesses d'écoulement.

Méthodes habitats :

Elles utilisent le concept des micro-habitats énoncé par BOVEE et MILHOUS (1978), repris ensuite en France par le Cemagref de Lyon. Le principe de ces méthodes est de coupler un modèle biologique (courbes de préférendum) et un modèle hydraulique (classique, ou statistique). Elles permettent d'estimer l'évolution des caractéristiques d'habitat (surface, répartition pour une espèce et un stade donné) ainsi que celle de la structure de la population piscicole (abondance relative des espèces) en fonction du débit.

Méthodes globales :

Ces méthodes ont pour objectif de prendre en compte la plupart des contraintes liées aux compartiments physiques et biologiques du cours d'eau étudié. Elles se rapprochent de l'expertise faisant appel à une combinaison de méthodes théoriques complétées la plupart du temps par des approches empiriques.

II.1.2. PRESENTATION DE L'APPROCHE RETENUE

La plupart des méthodes d'évaluation des besoins du milieu ont été principalement développées pour des problématiques de dérivation continue type microcentrale provoquant le court-circuit d'une portion de cours d'eau tout au long de l'année.

La sollicitation de la ressource du bassin de l'Argens, comme la plupart des bassins méditerranéens, se fait ressentir principalement en période estivale. L'incidence se manifeste à une période sensible pour les cours d'eau (basses eaux), mais reste limitée dans le temps, en général à 2 à 3 mois. Le reste de l'année, les écoulements du bassin de l'Argens sont faiblement impactés par les prélèvements, combiné au fait que le milieu aquatique présente une sensibilité moindre qu'en période estivale (régime thermique).

La méthodologie proposée ci-après tient compte de cet aspect essentiel de la problématique visant à dégager des débits de référence, valeurs repères pour la gestion du cours d'eau principalement en période estivale. Sur la base des valeurs produites pour la période d'étiage (cf. phase 3 de l'étude), et non pas à déterminer un débit réservé à garantir sur l'ensemble de l'année. Elle est également adaptée à l'ampleur de la zone d'étude (bassin versant).

Dans le cadre de l'étude, l'ensemble de l'analyse repose sur l'application de méthodes habitats. L'analyse réalisée comprend la valorisation de mesures habitats préexistantes (réalisation de sept stations EVHA sur le cours de l'Argens dans le cadre de l'étude MRE/GEI de mars 2010¹ et de cinq stations ESTIMHAB sur la Nartuby dans le cadre de l'étude de la FPPMA du Var de septembre 2011²), ainsi que la réalisation de mesures spécifiques à l'étude (réalisation de seize stations ESTIMHAB sur l'axe Argens et sur ces principaux affluents aux cours de l'année 2012).

Au total, les données acquises auprès des vingt huit stations permettent d'évaluer l'évolution de la surface utilisable par la faune piscicole en fonction du débit.

Le principe est de coupler une information physique décrivant l'habitat en fonction du débit (hauteur d'eau, substrat, largeur en eau) à un modèle biologique qui va permettre d'en apprécier la qualité.

La prise d'informations physiques se fait à l'échelle d'une station composée d'une quinzaine de profils en travers répartis sur un linéaire de 70 mètres à 300 mètres suivant la largeur du cours d'eau et la longueur des faciès d'écoulement. L'objectif est d'échantillonner des faciès d'écoulement représentatifs du tronçon étudié avec au minimum une alternance de deux faciès. Les caractéristiques des stations ESTIMHAB sont reprises en annexe 11.

Remarque :

Dans le cadre de l'estimation des besoins des milieux aquatique et donc des Débits Biologiques, l'influence de la température de l'eau n'a pas été prise en compte. En effet le faible nombre de données existantes sur le bassin versant de l'Argens ainsi que son

¹ MRE-GEI, Etude du fonctionnement du bassin versant de l'Argens à l'étiage et propositions pour une gestion quantitative de la ressource en eau, mars 2010.

² FPPMA du Var, Etude de la Nartuby préalable à un plan de gestion piscicole. Estimation du potentiel salmonicole et suivi de la dynamique de recolonisation par le compartiment piscicole après une crue dévastatrice, septembre 2011.

fonctionnement hydrologique relativement complexe en lien avec de nombreux apports karstiques rend difficilement envisageable d'établir une relation entre le débit et la température de l'eau.

II.1.3. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES DE PREMIERE MAIN

Investigations et mesures :

Quinze transects de mesure sont réalisés par station sur un linéaire d'une quinzaine de fois la largeur du cours d'eau. Le tronçon est choisi dans un secteur représentatif de la zone à analyser, sur la base des éléments descriptifs des aspects physiques.

Dix points de mesure par transect sont réalisés ainsi que la largeur totale mouillée. Les points sont espacés d'une distance équivalente au dixième de la largeur mouillée.

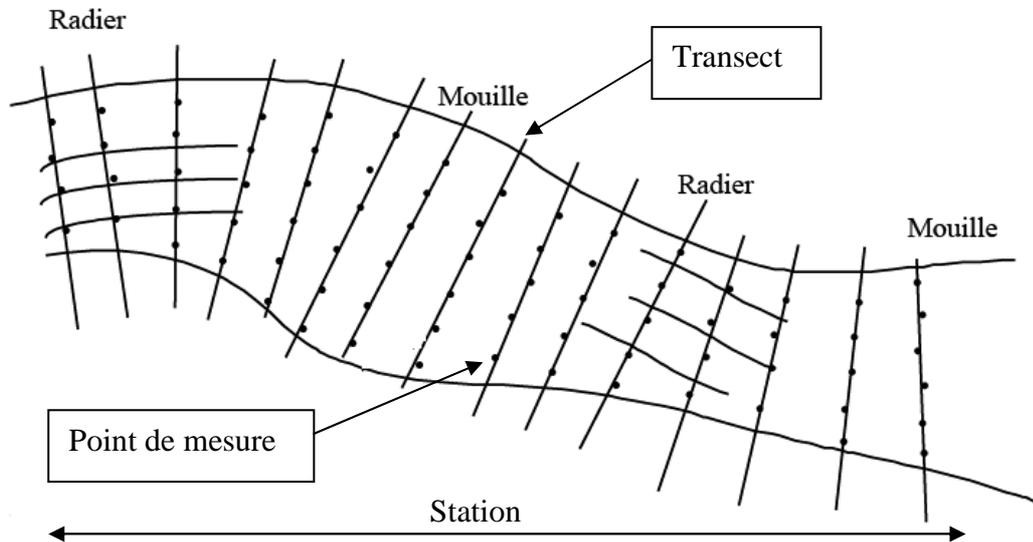
Ces mesures ont été réalisées au cours de deux campagnes à des débits différents tels que, au minimum, $Q1 > 2 \cdot Q2$.

En chaque transect :

- la hauteur d'eau est relevée à l'aide d'une mire en chaque point ;
- le substrat du fond est décrit en chaque point (diamètre) suivant l'échelle granulométrique du CEMAGREF ;
- la largeur mouillée est relevée à l'aide d'un décimètre.



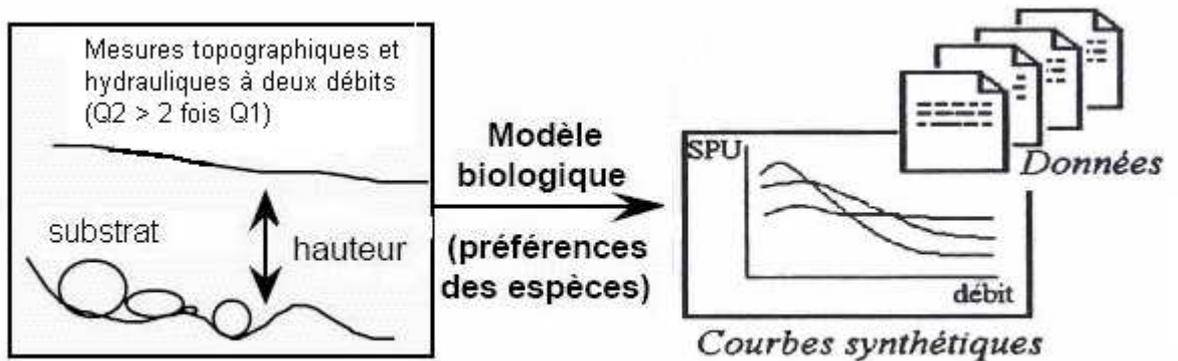
Schéma de présentation de l'application de la méthode ESTIMHAB



Traitement des données sous Estimhab :

L'estimation de l'évolution de la surface utilisable en fonction du débit pour une espèce piscicole donnée ou un groupe d'espèces est réalisée pour chacune des stations à partir du logiciel ESTIMHAB développé par le CEMAGREF de Lyon (figure 3).

Schéma de présentation de la méthode ESTIMHAB

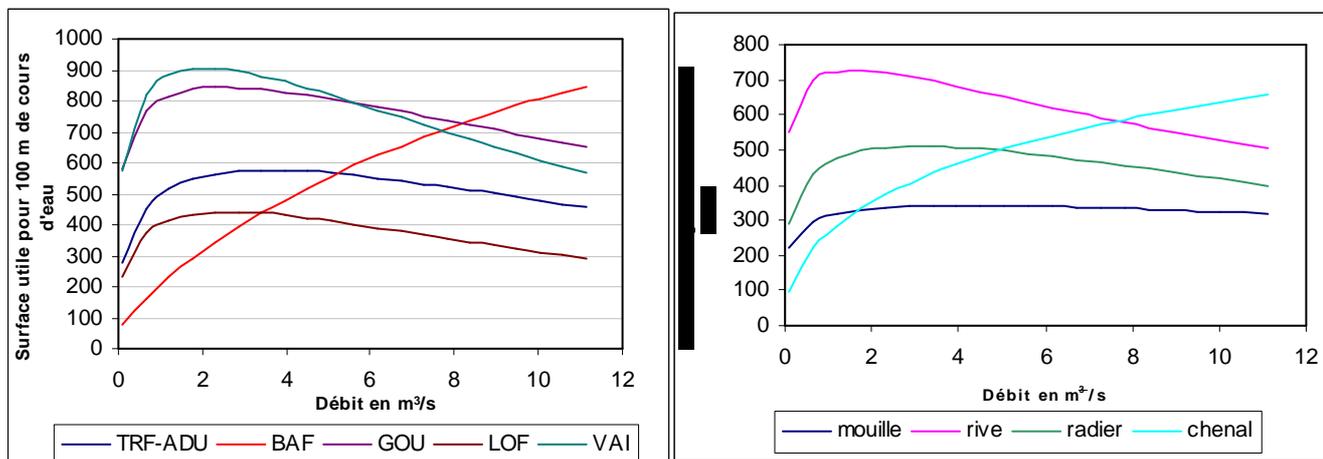


Le calcul se fait sur la base de la valeur moyenne de la largeur mouillée, de la hauteur d'eau, et de la granulométrie ainsi que du débit médian annuel de la rivière au droit de la station, et ce pour chacune des deux conditions de débits observées.

Il en résulte une courbe d'évolution de la surface pondérée utile par espèce ou groupe d'espèce piscicole considéré (gilde). Les guildes sont des groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat plus ou moins comparables associées à un faciès repère :

- radier : petites espèces rhéophiles des secteurs à faible lame d'eau (loche franche, chabot, petit barbeau)
- chenal : espèces rhéophiles de courant plus ou moins profond (barbeau adulte, blageon, hotu, toxostome, vandoise)
- mouille : espèces lénitophiles de pleine eau (perche, chevesne adulte, anguille)
- berge : petites espèces de bordures à écoulement modéré (goujon, vairon, petit blageon)

Exemples de courbes d'évolution de la surface pondérée utile en fonction du débit par espèce ou par guilde au droit de la station A5



Les courbes d'évolution de la surface pondérée utile en fonction du débit par espèce ou par guilde présentent une allure générale en forme de "cloche" plus ou moins aplatie. Du débit le plus faible vers le débit le plus fort, les courbes peuvent être décomposées en trois phases :

- une phase ascendante pour laquelle la SPU croît avec l'augmentation du débit ;
- une phase de plateau plus ou moins marquée pour laquelle la SPU n'évolue quasiment plus avec l'augmentation du débit ;
- une phase descendante pour laquelle la SPU diminue avec l'augmentation du débit.

Si les deux premières phases sont directement analysables, l'interprétation de la phase descendante est beaucoup plus délicate. Cette phase descendante est due à l'augmentation des vitesses d'écoulement que le modèle estime moins favorable à l'habitat du poisson à partir d'un certain débit. Ce raisonnement théorique ne tient cependant pas compte des abris hydrauliques ou de la répartition verticale des vitesses qui, dans la réalité, a plutôt tendance à retarder la décroissance de la courbe de SPU, cette dernière n'intervenant probablement que pour des débits plus élevés. La phase descendante de la courbe est interprétée comme équivalente en termes de SPU à la phase

de plateau. C'est essentiellement à la phase ascendante que nous nous intéresserons pour l'analyse de la sensibilité des cours d'eau à l'évolution du débit.

II.1.3.i. Détermination des « valeurs guides »

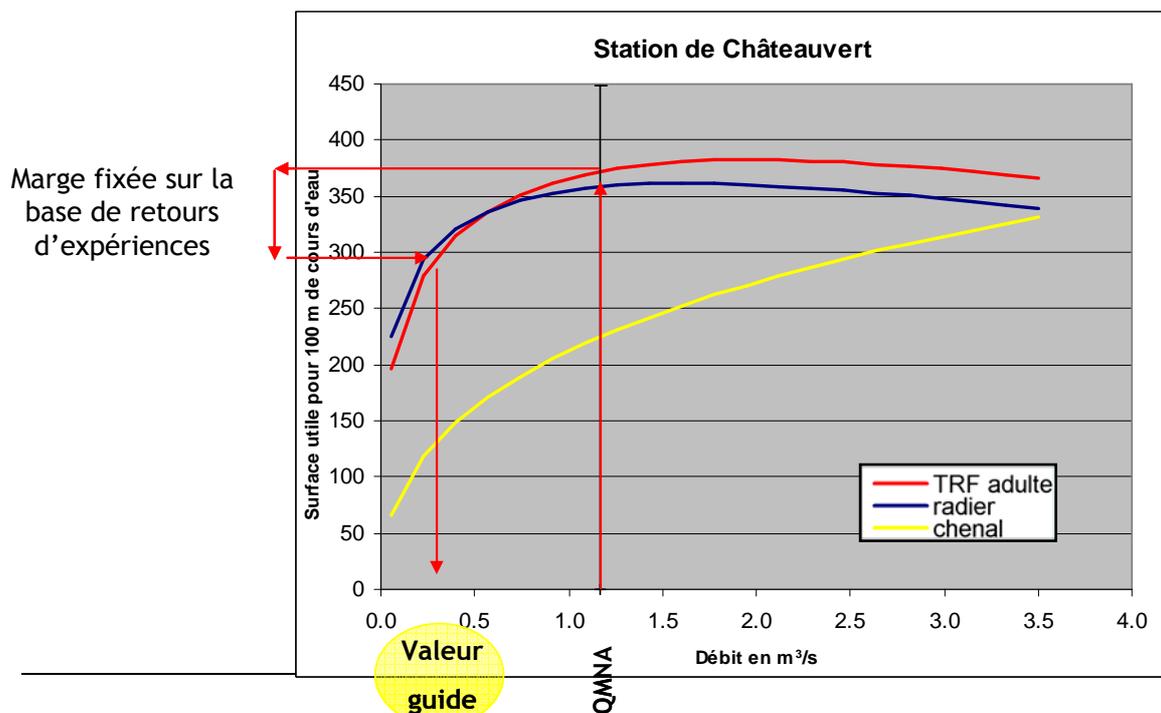
Les valeurs guides correspondent aux débits estimés au droit de chacune des 28 stations décrivant la sensibilité du milieu aux conditions d'étiage.

Le calcul des valeurs guides se fait sur la base des courbes d'évolution du périmètre mouillé.

Ces courbes font l'objet d'une analyse quantitative dont l'objectif est de définir un seuil d'accroissement du risque résultant de la diminution du débit en condition d'étiage. Dans cette optique, la limite représentant le débit pour lequel on conserve 80 % de la surface pondérée utile observée pour le QMNA naturel a été retenue. Ce choix s'explique comme suit :

- concernant la base du QMNA naturel pour le débit, les travaux de SOUCHON ET GUINOT³ mettent en évidence que le niveau d'une population de truite est régulé, en ce qui concerne l'habitat, par la situation du mois le plus sec pour l'adulte, soit pour le débit d'étiage (QMNA) ;
- concernant le choix des 80 %, un certain nombre de travaux et de retours d'expériences acquis dans le cadre d'études réalisées sur le pourtour méditerranée⁴ permettent de penser qu'une marge de 20% par rapport à la situation limitante peut être admise comme garantissant le maintien de l'équilibre de l'écosystème.

Exemple d'analyse quantitative des courbes de surface pondérée utile au droit de la station de Châteauvert



³ Guide méthodologique de la méthode EVHA – CEMAGREF - 1995

⁴ Etude de détermination des volumes prélevables du bassin du Tech, de L'Agly, du Lez, de la Mosson et du Vidourle

Remarque : quant la courbe de la surface pondérée utile présente un « sommet » ou maximum et que celui-ci affecte la courbe pour un débit inférieur au QMNA naturel, ce dernier sert de base au raisonnement.

L'analyse quantitative des courbes de surface pondérées utiles est menée pour chaque station sur les courbes des espèces repères du secteur de cours d'eau considéré ainsi que sur les guildes associées. Les espèces et les guildes retenues pour les différentes stations sont les suivantes :

Espèces repères et guildes retenues pour les différentes stations situées sur l'axe Argens

Stations	Espèces repères	Guildes
A1	TRF	Chenal
A1*	TRF / BLN	
A2*	TRF / BLN	
A3*	TRF / BLN	
A2	TRF	Chenal
A4*	BLN / BAF	
A5*	TRF / BLN / CHE / BAF	
A3	TRF	Radier / Chenal
A6*	TRF / BLN / CHE / BAF	
A4		Radier / Chenal
A5		Radier / Chenal
A7*	CHE / BAF	
A6		Radier / Chenal
A7		Radier / Chenal
A8		Radier / Chenal

* Stations réalisées dans le cadre de l'étude MRE/GEI de mars 2010

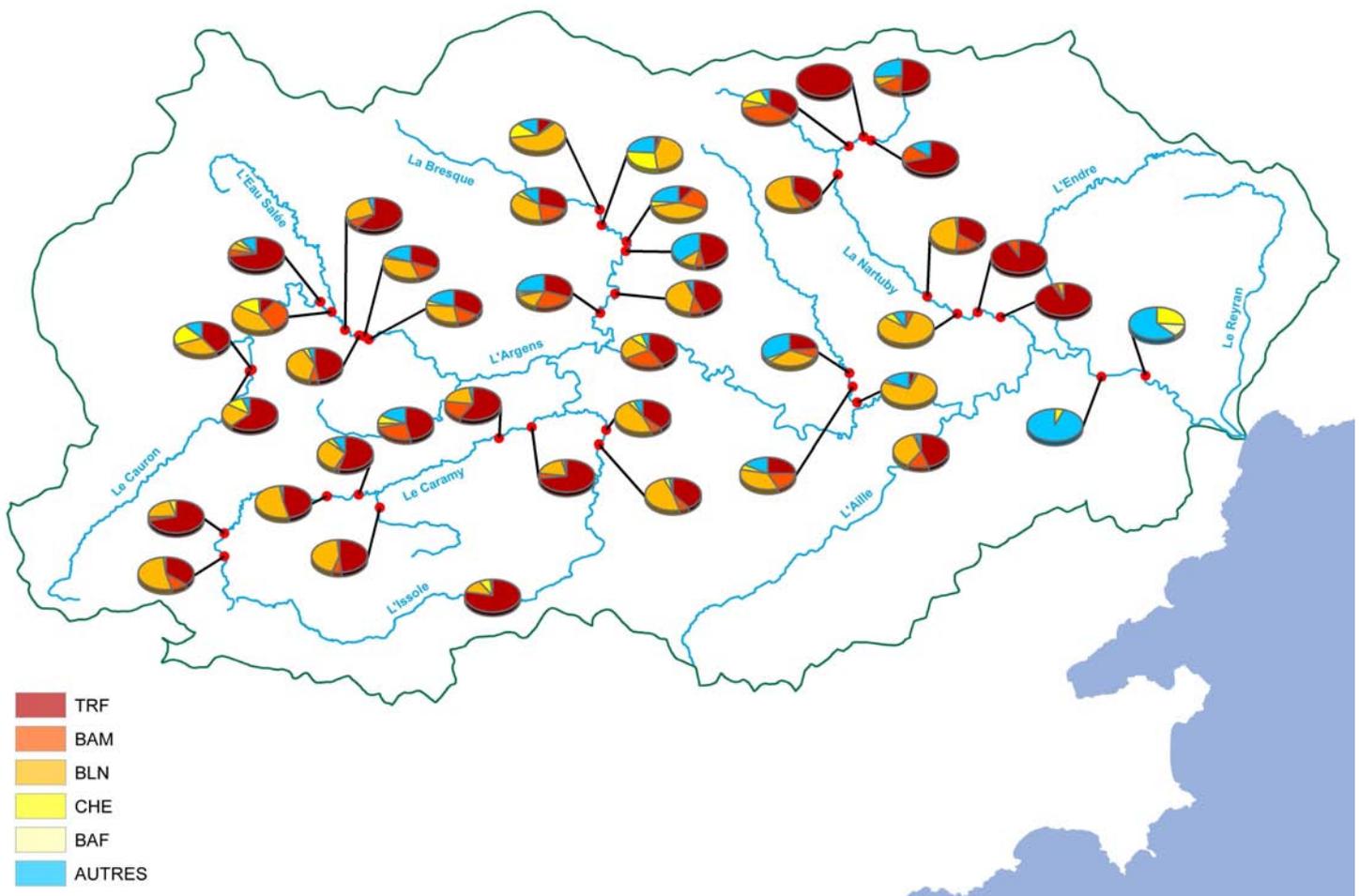
La Guilde Chenal est prise en compte sur les parties médiane et terminale du linéaire de l'Argens en lien avec la présence de barbeaux de petite taille.

Sur les affluents étudiés (Carami, Issole, Bresque et Nartuby), le binôme « truite adulte » et « guilde chenal » a été retenu.

Les espèces repères et les guildes retenues l'ont été sur la base des peuplements piscicoles reflétés par une synthèse réalisée à partir des pêches électriques bancarisées par les services de l'ONEMA. Il en ressort, qu'à l'échelle du bassin versant le cumul des peuplements de truites et des blageons représente à lui seul 80% des effectifs sur plus de la moitié des stations prises en compte et 50% des effectifs sur près des 9/10 de ces mêmes stations.

Dans le cas des stations ESTIMHAB qui combinent espèces repères et guildes, les guildes radier et chenal ont été retenues puisqu'elles correspondent aux préférences d'habitat des barbeaux et aux blageons.

Synthèse des peuplements piscicoles réalisés des données de pêches électriques bancarisées par l'ONEMA



Afin de lisser les biais de calcul ou d'échantillonnage des stations, les valeurs guides sont, comme expliqué dans la partie suivante « analyse et interprétation (cf. II.2.2), prises en compte à l'échelle du cours d'eau considéré pour le calcul des Débits Biologiques au droit des points nodaux.

II.2. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

II.2.1. PRESENTATION DES RESULTATS

Remarque préalable :

L'application du protocole ESTIMHAB préconise, afin de favoriser la bonne extrapolation des valeurs produites à une gamme de débits plus étendue que celle investiguée, de respecter un ratio de deux entre les débits des deux campagnes réalisées. Toutefois, les caractéristiques hydrologiques du cours d'eau étudié (fort soutien des débits d'étiage en lien avec le fonctionnement karstique du cours d'eau) renforcées par la faible sévérité de l'étiage de la période de réalisation des investigations de terrain (été 2011) font que le ratio préconisé n'a pas été observé sur certaines stations investiguées. En effet, si, exception faite de deux des trois stations retenues sur le Carami, la totalité des stations situées sur les affluents présentent des ratios supérieurs à ce seuil (entre 2 et 4,7), l'ensemble des stations retenues sur l'axe Argens présente des ratios de l'ordre de 1,5.

Notre retour d'expérience a pu nous montrer que des ratios de cet ordre sont suffisants sous réserve que les valeurs de débits d' « injection » (QMNA) ou résultats (valeurs guides) soient compris ou proches des débits observés dans le cadre des campagnes Q1 et Q2. Néanmoins, afin de valider les résultats produits à partir des observations de terrain, des tests de sensibilité ont été réalisés sur la base de modélisations hydrauliques simplifiées. Les résultats de ces tests sont présentés en annexe 12.

L'ensemble des analyses réalisées aboutit aux résultats présentés dans les paragraphes suivants.

Les valeurs guides estimées sur l'Argens et ses affluents suivant les méthodes habitats sont présentées par le tableau suivant. Les valeurs guides sont décrites par un panel de valeurs produites par la prise en compte des espèces cibles et des guildes précédemment évoquées.

Valeurs guides produites dans le cadre de l'analyse

	Stations	Surface BV (enkm ²)	Valeurs guides (en m ³ /s)
Argens	A1	135	0.09 / 0.11
	A1*	320	0.16 / 0.29
	A2*	485	0.10 / 0.38
	A3*	546	0.27 / 0.49
	A2	613	0.30 / 0.65
	A4*	1181	0.79 / 0.87
	A5*	1450	1.86 / 1.64 / 1.80 / 2.29
	A3	1491	0.27 / 0.10 / 1.56
	A6*	1566	0.40 / 1.48 / 0.5 / 2.38
	A4	1651	0.28 / 1.92
	A5	1698	0.48 / 2.12
	A7*	1988	0.36 / 3.44
	A6	2034	0.25 / 2.43
	A7	2285	0.47 / 2.99
A8	2560	0.07 / 2.80	
Carami	C1	103	0.08 / 0.15
	C2	201	0.14 / 0.30
	C3	454	0.20 / 0.55
Issole	I1	226	0.07 / 0.08
	I2	227	0.05 / 0.09
Bresque	B1	169	0.15 / 0.29
	B2	264	0.13 / 0.44
	B3	269	0.21 / 0.49
Nartuby	N1**	14	0.02
	N3**	58	0.03 / 0.07
	N5**	129	0.07 / 0.16
	N8**	173	0.10 / 0.34
	N10**	195	0.19 / 0.54

* Stations réalisées dans le cadre de l'étude MRE/GEI de mars 2010

** Stations réalisées dans le cadre de l'étude de la FPPMA du Var de septembre 2011

L'hétérogénéité des valeurs guides produites traduit la variabilité de la sensibilité des stations de mesures aux conditions d'écoulement en situation d'étiage. Ces valeurs constituent une base de réflexion pour définir des gammes de débits tant pour la caractérisation des besoins que pour la gestion future de la ressource en eau.

II.2.2. DETERMINATION DES DEBITS BIOLOGIQUES

La définition des besoins du milieu aquatique ne peut pas être reflétée par des valeurs ponctuelles de débit. Aussi, La détermination des DB repose sur une analyse globale tenant compte de l'ensemble des valeurs guides produites pour un même cours d'eau. L'objectif est de considérer la tendance évolutive de ces valeurs en fonction du bassin versant afin de s'affranchir des artéfacts d'échantillonnage des stations et de considérer une continuité d'évolution des besoins des milieux aquatiques en lien avec le fonctionnement naturel du bassin versant.

Les valeurs de débits produites permettront d'établir, au delà de la fixation de Débits Biologiques, après prise en compte des besoins liés aux usages, des « Débits d'Etiage de Référence » permettant d'orienter la gestion de la ressource en eau à partir d'interventions adaptées au contexte (vigilance, restrictions...).

Le paragraphe suivant reprend la méthodologie mise en œuvre pour la détermination des Débits Biologiques sur l'Argens et les quatre affluents prospectés.

II.2.2.i. Détermination des débits biologiques (DB) sur le linéaire de l'Argens:

Dans le cas de l'Argens, les différentes valeurs cibles produisent des situations contrastées.

Les espèces truites et chevesnes présentent des valeurs relativement faibles avec des de débits voisins du dixième du module voir inférieurs. La guildes « radier » présente quant à elles des valeurs très faibles ne reflétant pas la sensibilité du milieu étudié.

L'espèce barbeau fluviatile, qui est l'espèce repère la plus sensible à la variation du débit, produit des valeurs de débits élevées avec des valeurs proches de QMNA5 naturel.

Le couple constitué par l'espèce Blageon et la guildes Chenal forme un ensemble homogène cohérent à l'échelle du bassin versant. En effet, la fixation des DB à partir d'une droite de régression établie sur la base des valeurs produites par ce couple de points permet, exception faite de l'espèce barbeau fluviatile, de satisfaire l'ensemble des valeurs guides et permet ainsi l'atteinte du bon état écologique défini par la Directive Cadre Européenne.

Les DB produit à partir de ces valeurs au droit des points nodaux, représentent de l'amont vers l'aval, entre 20% et 16% du module de l'Argens. Il est à noter que ces ratios sont cohérents avec l'importance de l'alimentation en eau et le bon soutien des débits d'étiage de l'Argens à l'échelle de l'ensemble du bassin (cf. Phase 3 de l'étude).

Dans le but de se conformer à la note du Groupe de bassin Rhône-méditerranéenne « gestion quantitative » de Juillet 2011 relative à la fixation des Débits Objectif d'Etiage (DOE) et de Crise Renforcée (DCR), notre équipe a fixé, parallèlement au débit biologique optimum (correspondant dans le cadre de la note au Débit Biologique valeur haute - DBh), un Débit Biologique de Survie (DBs). « Ce débit doit satisfaire, en étiage sévère, les fonctionnalités biologiques du milieu en situation de survie à tout moment ».

Ce débit biologique de survie qui correspond, toujours en référence à la note de bassin, au débit biologique valeur basse (DBb), a été fixé ici à partir d'un seuil correspondant au couple de valeurs guides produites par l'espèce caractéristique truite (partie amont du linéaire) et par les débits correspondant à une veine d'eau supérieure ou égale à 20 cm calculés au droit des stations GEI/MRE.

Nota : les valeurs guides produites par la guilde « radier », reflétant mal la sensibilité des milieux étudiés, ont été écartées de l'analyse. Les valeurs guides produites par l'espèce « TRF juvénile » et les guildes « rive » et « mouille » sont données à titre indicatif.

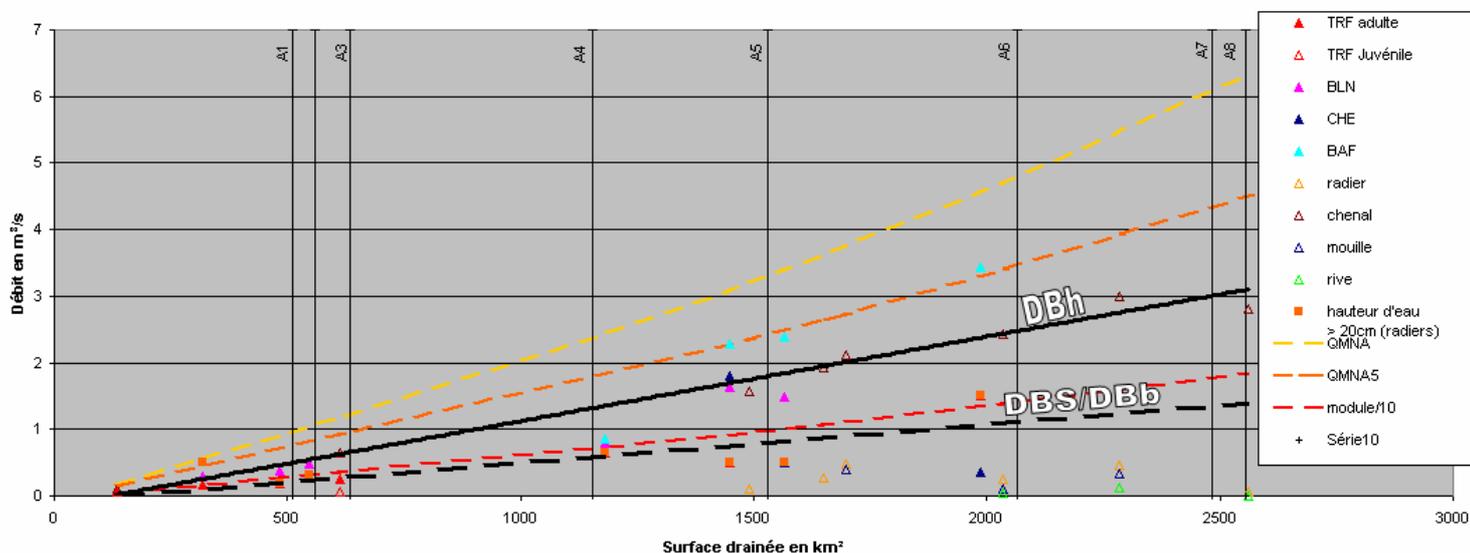
En référence à la note de bassin, les DBS seront utilisés en phase 6 pour le calcul des Débits de Crise Renforcée (DCR) aux points stratégiques du SDAGE et aux autres points nodaux.

Les DOE (établis et contrôlés sur la base de moyennes mensuelles) devant permettre la satisfaction du bon état des eaux, c'est bien le débit biologique optimum (DBh) qui doit être utilisé pour leur évaluation.

Seuls les éventuels secteurs, où la réduction des prélèvements du fait de l'ampleur de ces derniers et/ou de la faiblesse des marges de manœuvres, feront l'objet d'une modulation du débit optimum. Cette modulation sera comprise dans la fourchette de valeurs des DBb et des DBh. Dans ce cas, un programme de décroissance de la pression des prélèvements sera proposé afin d'atteindre, à terme, un DOE en cohérence avec le débit biologique optimum fixé (DBh).

Les valeurs guides prises en compte ainsi que le seuil établi pour la fixation des DB sont repris dans la figure ci-dessous.

Valeurs guides prises en compte et seuils de fixation des DB établis à partir de ces dernières sur le linéaire de l'Argens



II.2.2.ii. Détermination des Débits Biologiques sur les affluents étudiés

Sur l'ensemble des affluents, l'application des méthodes habitats donnent des résultats similaires à ceux produits par les stations situées sur l'Argens, avec des valeurs produites par l'espèce truite voisines voir inférieures au dixième du module. Aussi, le seuil retenu pour la fixation des DBh correspondent aux valeurs produites par la guilde Chenal.

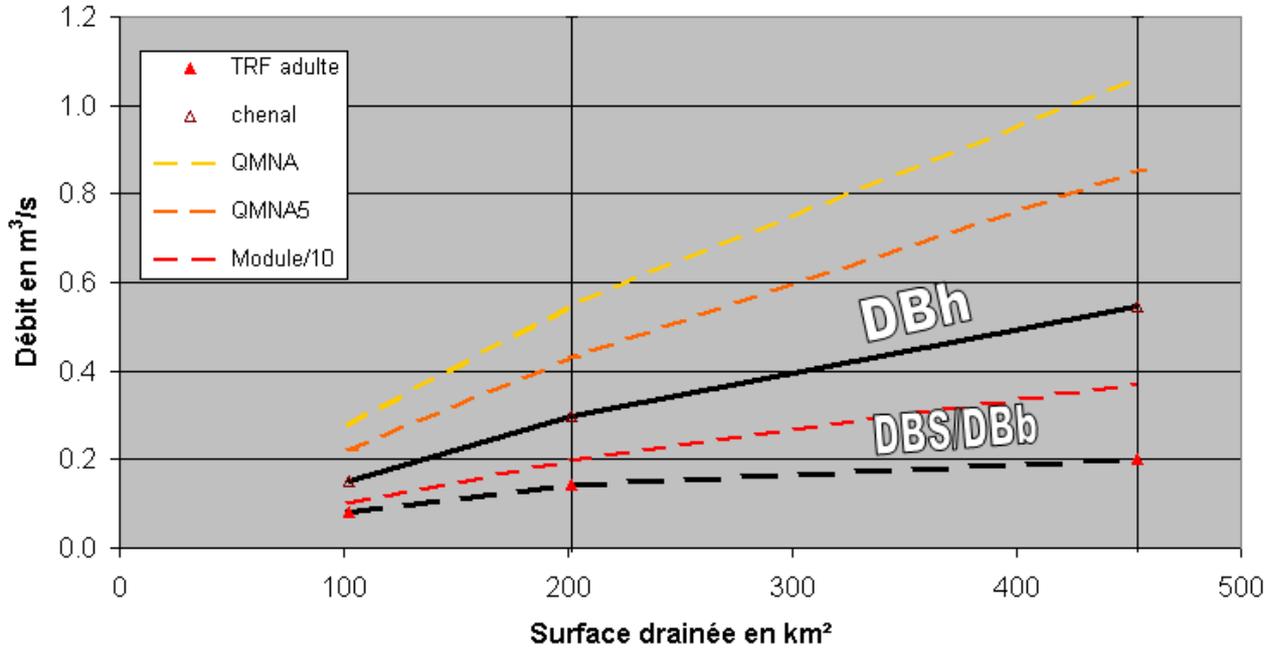
Les ratios des DB ainsi produits par rapport au module reflètent bien la hiérarchisation des affluents en termes de productivité telle qu'elle a été définie dans l'analyse hydrologique, ainsi :

- la **Bresque et la Nartuby** présentent des ratios supérieurs à 20%
- le **Carami**, présente des ratios supérieurs de l'ordre de 15%
- l'**Issole**, du fait de la faiblesse des écoulements en période d'étiage présente le ratio le plus faible avec 7%.

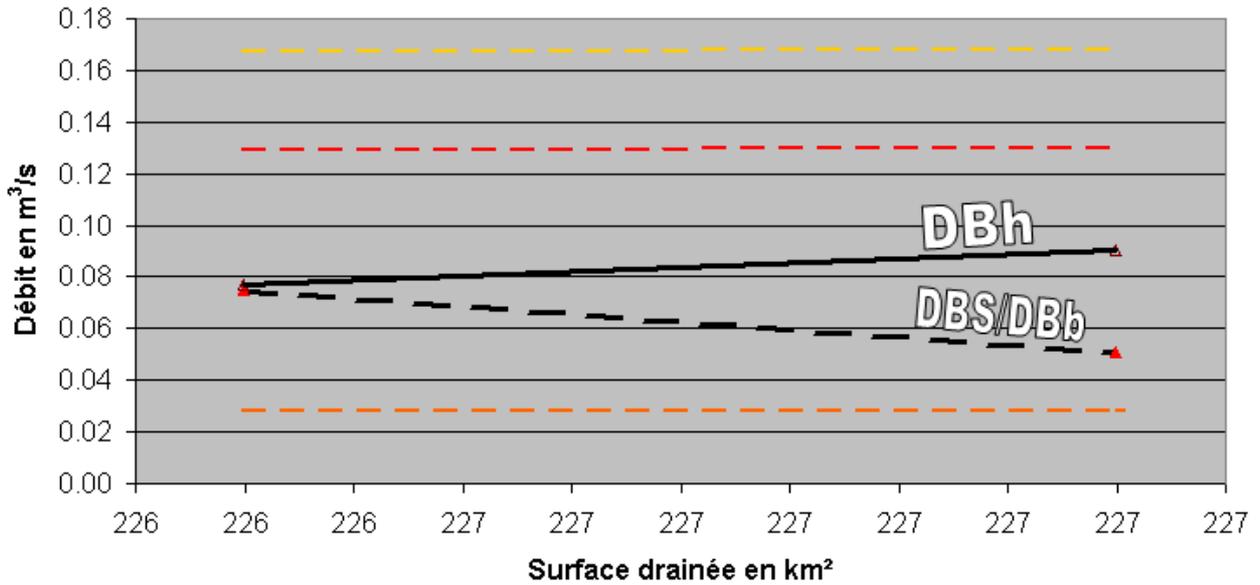
Les DBb ont été fixés à partir d'un seuil correspondant aux valeurs guides produites par l'espèce truite sur l'ensemble des affluents. Comme sur l'axe Argens, les valeurs guides produites par la guilde « radier » ont été écartées de l'analyse.

Les valeurs guides prises en compte ainsi que les seuils de fixation des DB sont repris dans les figures ci-dessous.

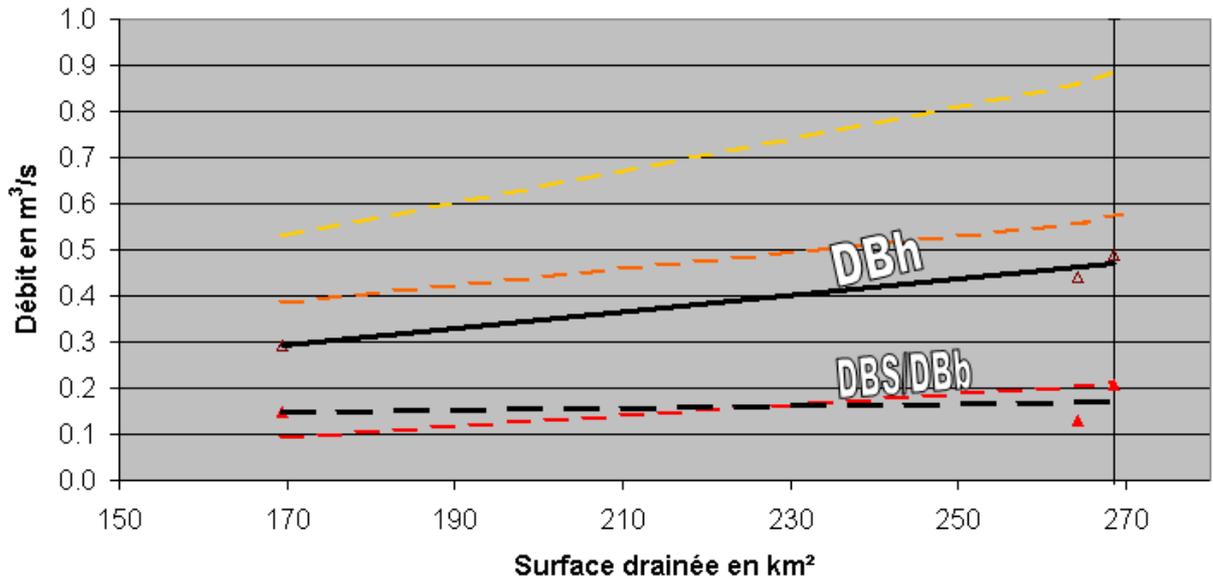
Valeurs guides prises en compte et seuils de fixation des DB établis à partir de ces dernières sur le linéaire du Carami



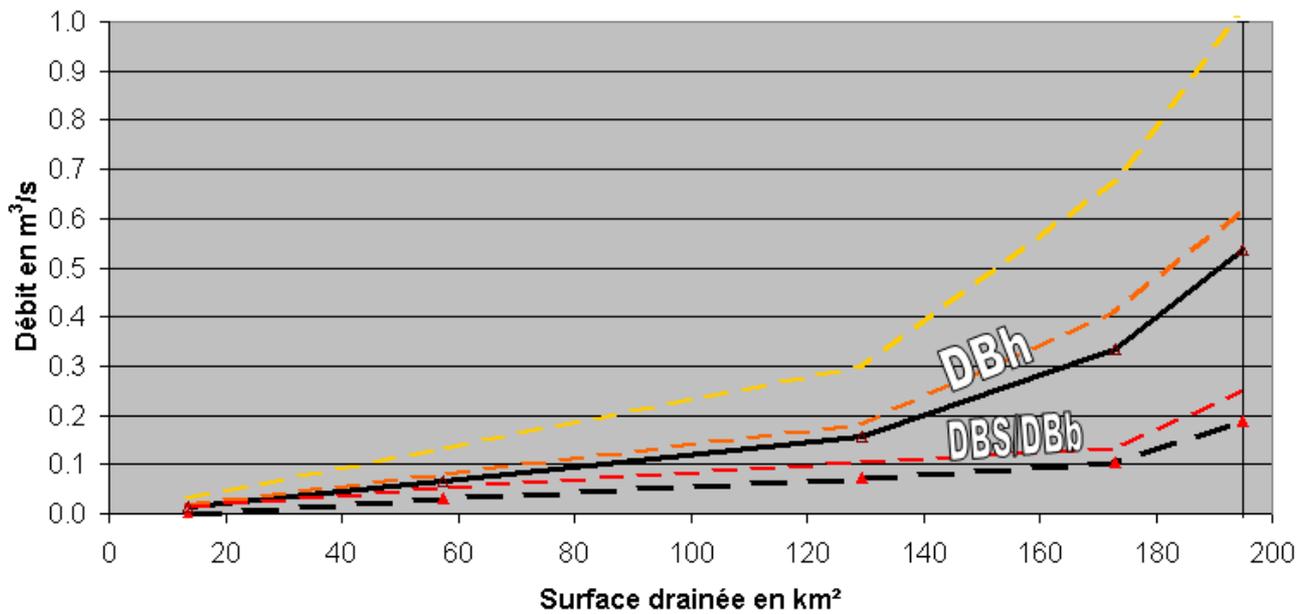
Valeurs guides prises en compte et seuils de fixation des DB établis à partir de ces dernières sur le linéaire de l'Issole



Valeurs guides prises en compte et seuils de fixation des DB établis à partir de ces dernières sur le linéaire de la Bresque



Valeurs guides prises en compte et seuils de fixation des DB établis à partir de ces dernières sur le linéaire de la Nartuby



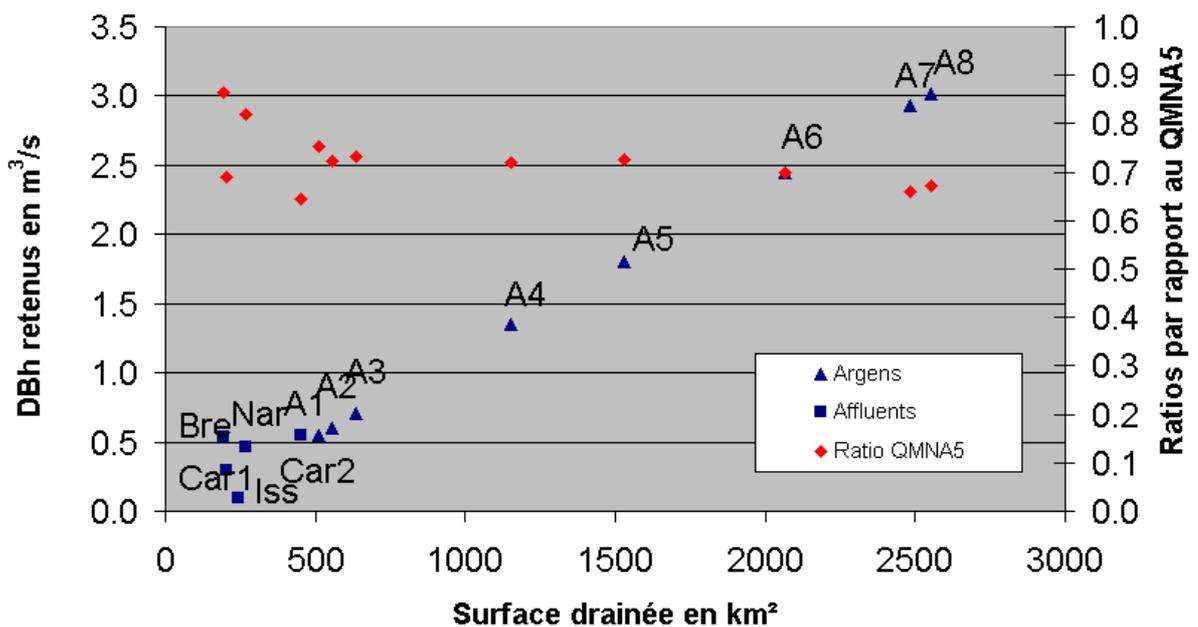
II.2.3. RESULTATS AUX POINTS DE REFERENCE

Le tableau suivant présente, aux points nodaux, les valeurs seuils de débits biologiques retenus et leur pourcentage par rapport au débit mensuel minimal annuel naturel de fréquence quinquennale (QMNA₅) et au débit moyen interannuel (module).

Valeurs de DBh proposées et comparaison avec les débits caractéristiques

	Points nodaux	Surface du BV en km ²	DBh en m ³ /s	Pourcentage du QMNA5	Pourcentage du module	Fraction du module
Argens	A1	510	0.54	75%	20%	1/5
	A2	558	0.60	72%	19%	1/5
	A3	635	0.70	73%	19%	1/5
	A4	1154	1.3	72%	19%	1/5
	A5	1530	1.8	73%	18%	1/5
	A6	2066	2.4	70%	17%	1/6
	A7	2483	2.9	66%	16%	1/6
	A8	2555	3.0	67%	16%	1/6
Carami	C1	201	0.30	68%	15%	1/7
	C2	454	0.55	64%	15%	1/7
Issole	Iss	243	0.09	281%	6%	1/15
Bresque	Bre	269	0.47	82%	22%	1/4
Nartuby	Nar	195	0.54	86%	22%	1/5

Evolution des DB proposés et du ratio DBh/QMNA5 en fonction de la surface de bassin versant drainée



La confrontation de DB au QMNA₅ naturel permet d'apprécier le niveau d'exigence des milieux aquatiques vis-à-vis du débit d'étiage caractéristique.

La comparaison des besoins au module relève plus d'un aspect réglementaire. Le code de l'environnement fixe la valeur minimale au dixième du module. Il s'agit d'une valeur moyenne qui peut faire l'objet d'une modulation, sous réserve de justification, avec comme valeur plancher le vingtième du module. La confrontation des besoins au module permet également de comparer les ratios obtenus à ceux des études existantes faisant principalement référence à cette grandeur hydrologique.

II.2.4. ANALYSE ET INTERPRETATION

II.2.4.i. Analyse globale

D'une façon générale, sur l'Argens et ses affluents, les résultats présentent des valeurs de relativement soutenues et progressives au prorata de la surface de bassin versant drainée. La relative importance des DB produits est en lien avec le bon soutien des débits d'étiage à l'échelle de l'ensemble du bassin et l'adaptation du milieu piscicole à ce contexte favorable.

En comparant les valeurs de DB avec le débit d'étiage naturel de référence (QMNA₅), les ratios obtenus s'étendent sur une gamme comprise entre 60% et 300% sur l'ensemble du bassin versant. Les écarts observés témoignent de la variabilité de l'exigence des milieux aquatiques vis-à-vis des débits d'étiage mais également de la spécificité de l'hydrologie des différents cours d'eau - notamment du caractère soutenu ou marqué des conditions hydrologiques lors des étiages.

Sur l'axe Argens, ces valeurs sont comprises entre 75 % en amont pour progressivement se rapprocher de 65 % sur la partie aval en lien avec la baisse progressive de la sensibilité des habitats.

Sur les affluents (Bresque, Nartuby), ce ratio est compris entre 80 et 90 % témoignant de la forte sensibilité du milieu, alors que le Carami s'avère légèrement moins sensible (64-68%) dû en partie à une pente moindre de son cours.

L'Issole présente un résultat à part lié à la faiblesse des écoulements d'étiage conduisant à un ratio de près de 280 %.

D'une façon générale, les valeurs obtenues apparaissent cohérentes et s'avèrent comparables aux ratios obtenus sur des cours d'eau méditerranéens (Tech, Agly, Orb, Hérault).

Les ratios par rapport aux modules sont compris entre 15 et 22 % ; mais ces ratios sont peu significatifs dans le cas de l'Argens. En effet, ils sont supérieurs aux valeurs communément observées et en quelque sorte biaisés du fait de la **faible valeur du module de l'Argens** lissé par le fonctionnement karstique du bassin versant.

Seul le ratio pour l'Issole apparaît différent (6%), car contrairement aux autres sous-bassins étudiés, il présente un module relativement soutenu comparativement à la faiblesse des écoulements d'étiage.

Il est important de rappeler que seul le ratio par rapport au débit d'étiage naturel de référence (QMNA₅ naturel) constitue un indicateur fiable pour caractériser le Débit Biologique, ce dernier étant déterminé sur la base des écoulements d'étiage. Le ratio

par rapport au module reste un indicateur complémentaire utilisé principalement pour sa facilité de calcul (module facilement estimable et généralement peu influencé par les usages).

II.2.4.ii. Analyse comparative des résultats par rapport aux débits influencés

Le tableau page suivante présente pour chacun des points de référence, le fonctionnement actuel du milieu au regard des DBh préalablement définies et ce, pour les différents débits d'étiage caractéristiques influencés (cf. Phase 3 de l'étude).

Les valeurs font l'objet d'une analyse thématique précisant par code couleur le fonctionnement actuel des milieux en fonction des niveaux de satisfaction ou de non satisfaction des besoins en eau du milieu.

Remarque : Une tolérance de 5% a été appliquée aux valeurs de débits influencés pour définir la satisfaction ou non des DBh.

Rappelons que de cette analyse a pour unique finalité de mettre en lumière les besoins du milieu par rapport aux usages actuels et ainsi de permettre une première hiérarchisation des sous-bassins au regard de ces usages. Il en ressort que :

- sur le Haut Argens, les usages actuels ne présentent pas d'incompatibilité par rapport aux DB proposés.
- sur le moyen Argens, en aval du Carami, le fonctionnement apparaît actuellement non satisfaisant dès l'atteinte du débit mensuel quinquennal sec.
- sur le bas Argens, en aval de Nartuby, l'impact des prélèvements est moindre et le fonctionnement apparaît perturbé pour un étiage plus sévère (10 jours quinquennal sec)
- le secteur le plus en inadéquation par rapport aux DB proposés correspond au Carami, où les prélèvements AEP réalisés au droit de la retenue de saint Suzanne, entraînent la non-satisfaction des besoins du milieu dès l'atteinte du débit mensuel moyen.

Analyse thématique du fonctionnement des milieux en fonction des débits d'étiage influencés du mois d'août

Points nodaux	Débits d'étiage influencés du mois d'août								
	Mois			10 jours			3 jours		
	moyen	médian	quinquennal sec	moyen	médian	quinquennal sec	moyen	médian	quinquennal sec
A1	0.87	0.86	0.69	0.78	0.78	0.64	0.78	0.75	0.61
A2	0.94	0.93	0.72	0.84	0.83	0.67	0.84	0.79	0.63
A3	1.05	1.03	0.79	0.93	0.92	0.73	0.93	0.88	0.68
C1	0.49	0.46	0.34	0.42	0.40	0.30	0.41	0.39	0.30
C2	0.47	0.43	0.28						
Iss	0.16	0.12	0.01	0.12	0.10	0.01	0.10	0.09	0.01
A4	1.45	1.32	0.92	1.29	1.19	0.83	1.24	1.13	0.79
Bre	0.59	0.50	0.30	0.52	0.38	0.24	0.46	0.34	0.20
A5	2.05	1.83	1.12	1.81	1.62	1.01	1.76	1.55	0.96
A6	3.59	3.20	1.92	2.89	2.74	1.78	2.95	2.53	<0.1
Nar	1.02	0.93	0.60	0.94	0.86	0.55	0.92	0.83	0.53
A7	5.36	4.67	2.90	4.87	4.24	2.64	4.69	4.10	2.56
A8	5.11	2.98	2.85	4.51	4.14	2.69	4.57	3.91	0.85

	DB satisfait
	DB non satisfait

III. ANNUALISATION DES DB

La détermination des volumes prélevables hors étiage s'appuie sur l'annualisation des Débits Biologiques (DBh) définis précédemment pour la période d'étiage.

Les DB ne sont valables que pour les périodes d'étiage estival voire automnal pour certains sous-bassins.

L'adoption de ces valeurs de DB tout au long de l'année serait potentiellement pénalisante pour le milieu aquatique. En effet, un débit seuil défini pour la période d'étiage ne permet pas de garantir le bon fonctionnement écologique de l'hydrosystème à l'échelle de l'année.

Le **maintien d'une dynamique hydrologique** est également important pour le fonctionnement des écosystèmes tant d'un point de vue biologique (rythme des organismes) que d'un point de vue morphologique (structuration des habitats).

Il est par conséquent nécessaire de proposer une modulation des DB au cours de l'année.

On rappellera que la notion de DB estimée pour la période d'étiage estival ne peut avoir de signification le reste de l'année. En effet, la période estivale conjugue basses eaux, baisse de la qualité physicochimique et prélèvements soutenus, constituant ainsi la période la plus critique tandis que pour les autres mois de l'année, la ressource en eau s'avère nettement moins sollicitée, les écoulements des cours d'eau se rapprochant alors du régime naturel.

Si l'on admet que la variabilité naturelle des écoulements tout au long de l'année, liée essentiellement aux variations climatiques, est nécessaire à l'équilibre des écosystèmes, la notion de débit biologique en dehors de la période estivale apparaît nettement plus floue, et on ne dispose pas de critères précis pour en faire une estimation. En dehors de la période estivale (juillet, août, septembre), on parlera donc plutôt de **Débits Biologiques Indicatifs (DBI)**.

La logique est de proposer **dans un premier temps**, pour les mois hors étiage, une variabilité de débits s'approchant des fluctuations naturelles saisonnières.

Le principe repose sur une logique de proportionnalité entre le débit estival et le débit du mois considéré. En règle générale le raisonnement s'applique sur les valeurs moyennes mensuelles, mais étant donné le régime relativement contrasté de l'Argens (écarts importants entre les valeurs moyennes hors étiage et celles d'été), celui-ci est appliqué sur les valeurs quinquennales sèches mensuelles.

Les ratios entre les débits quinquennaux secs mensuels naturels et le débit quinquennal sec du mois d'août (mois pour lequel les écoulements naturels sont les plus faibles) sont ainsi déterminés. Ces ratios sont ensuite appliqués aux DB estivaux retenus pour définir les valeurs de DB extrapolées aux mois des périodes de janvier à juin et d'octobre à décembre.

$$DBI_{\text{mois}} = DBh * QM5 \text{ nat.}_{\text{mois}} / QM5 \text{ nat.}_{\text{août}}$$

D'une façon générale l'application de ces ratios produit des valeurs de DBI supérieur aux DB à l'exception des sous-bassins pour lesquelles l'hydrologie mensuelle quinquennale sèche est inférieure à la valeur du mois d'août quinquennal sec.

Dans ce cas la valeur de DBI est maintenue égale à la valeur du DB.

Ceci concerne les points nodaux A1, A2, A3 et A4 pour lesquels les étiages estivaux peuvent se prolonger relativement tardivement en automne.

Pour l'Issole, au régime hydrologique relativement faible, les étiages estivaux peuvent se prolongés jusqu'en fin d'hiver début du printemps conduisant à imposer la valeur de DB une grande partie de l'année.

Les valeurs de Débit Biologique Indicatif obtenues sont synthétisées dans le tableau suivant, elles sont complétées par les valeurs de DB précédemment définies.

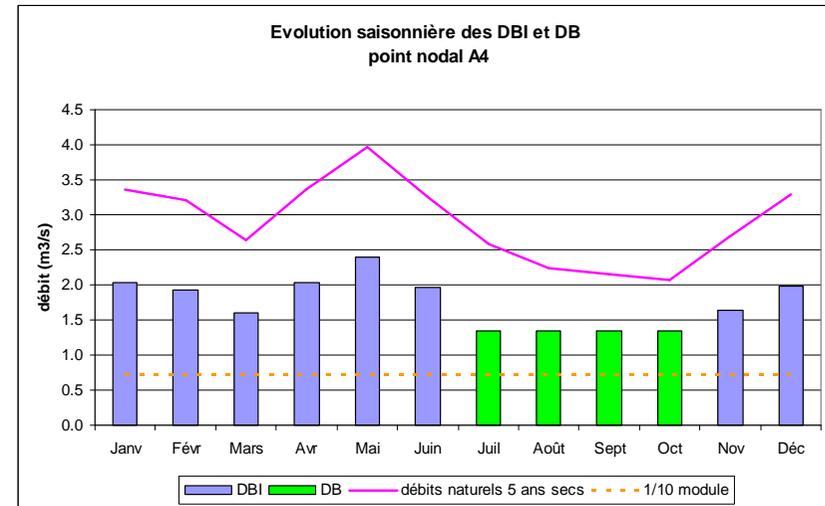
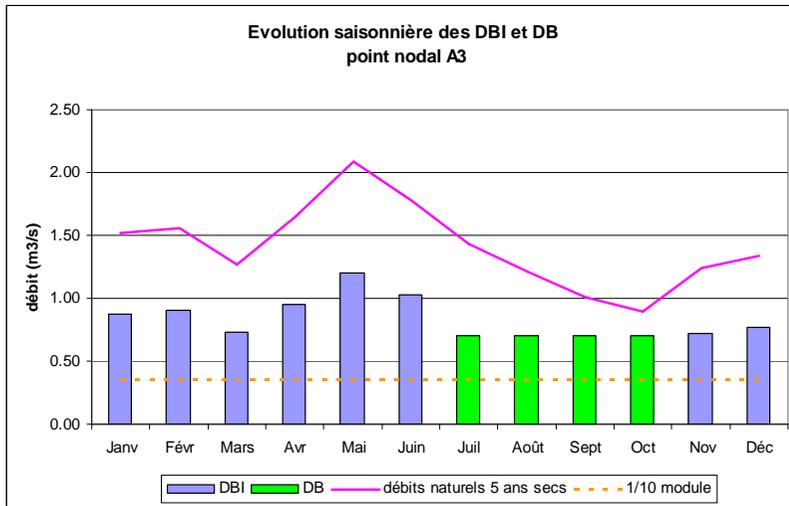
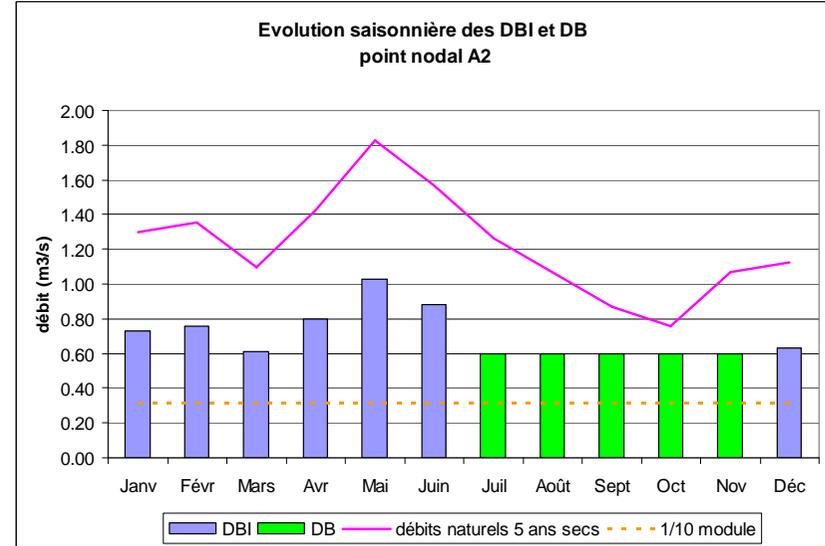
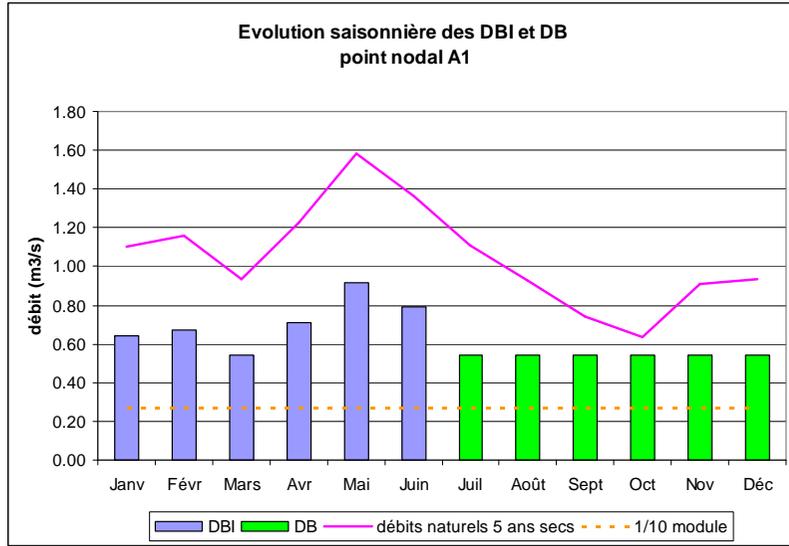
Débits Minimum Biologiques et Débits Biologiques Indicatifs (m3/s)													
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Car1	Car2	Iss	Bre	Nar
Janv	0.64	0.73	0.88	2.0	2.9	4.7	6.0	6.1	0.61	0.98	0.09	0.92	0.89
Févr	0.67	0.76	0.90	1.9	2.7	4.1	5.0	5.2	0.57	0.88	0.09	0.80	0.84
Mars	0.54	0.61	0.73	1.6	2.2	3.4	4.3	4.4	0.51	0.73	0.09	0.67	0.79
Avr	0.71	0.80	0.95	2.0	2.8	4.3	5.2	5.4	0.64	0.91	0.09	0.83	0.87
Mai	0.92	1.0	1.2	2.4	3.2	4.6	5.3	5.5	0.69	1.0	0.14	0.84	0.82
Juin	0.79	0.88	1.0	2.0	2.5	3.5	4.3	4.4	0.47	0.79	0.11	0.60	0.79
Juil	0.54	0.60	0.70	1.4	1.8	2.4	2.9	3.0	0.30	0.55	0.09	0.47	0.52
Août	0.54	0.60	0.70	1.4	1.8	2.4	2.9	3.0	0.30	0.55	0.09	0.47	0.52
Sept	0.54	0.60	0.70	1.4	1.8	2.4	2.9	3.0	0.30	0.55	0.09	0.47	0.52
Oct	0.54	0.60	0.70	1.4	1.8	3.1	3.9	4.1	0.34	0.64	0.09	0.64	0.71
Nov	0.54	0.60	0.72	1.6	2.3	3.7	4.6	4.8	0.51	0.78	0.09	0.75	0.75
Déc	0.54	0.63	0.77	2.0	3.0	5.1	6.7	6.9	0.62	1.0	0.09	0.90	0.87

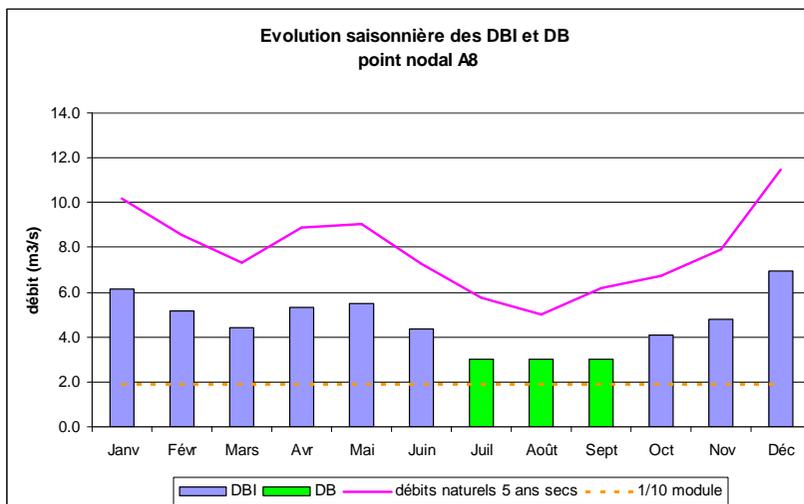
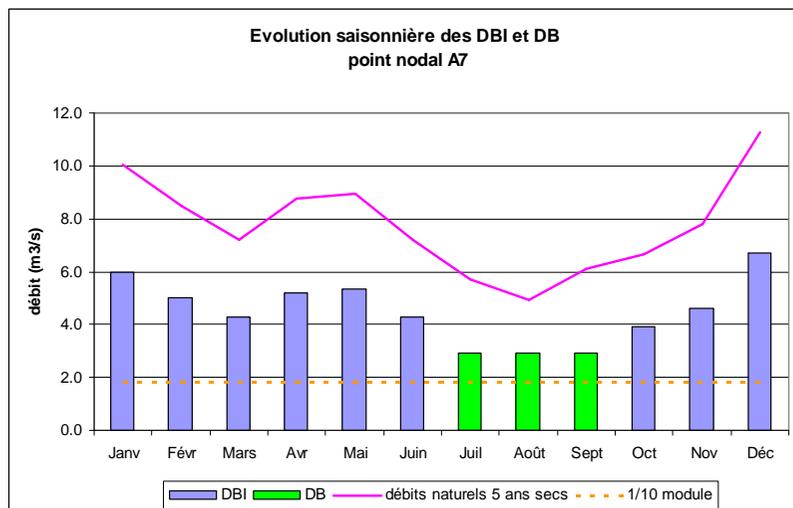
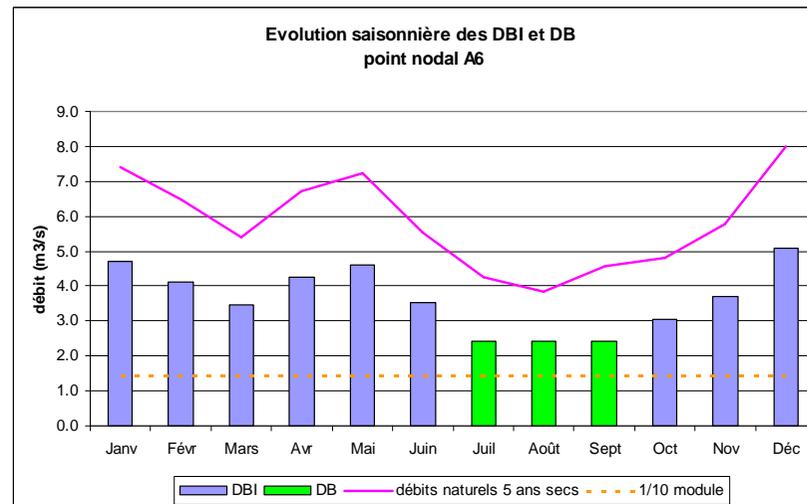
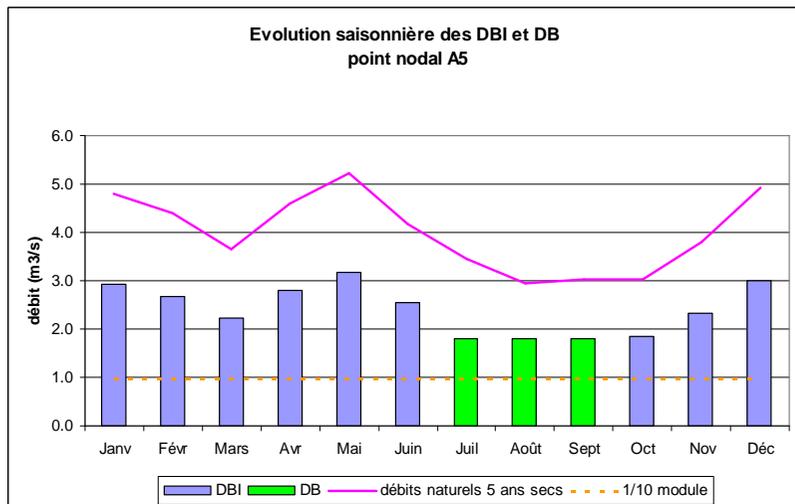
 Débits Biologiques Indicatifs
 Débits Biologiques (DBh)

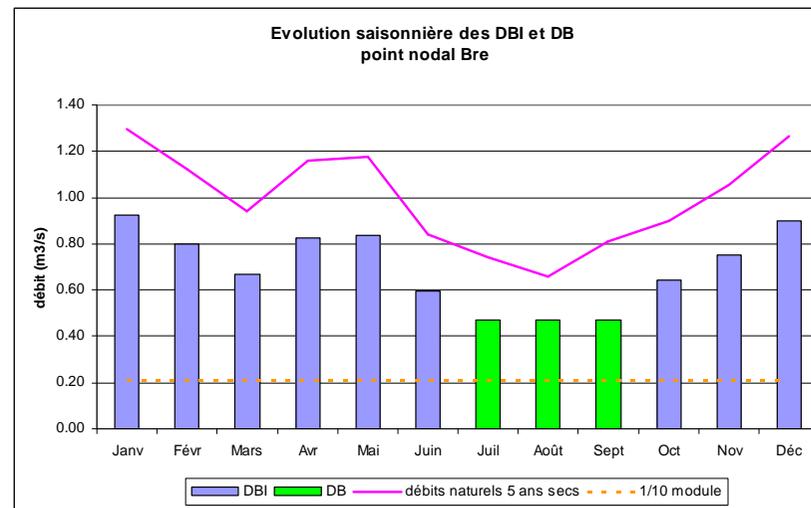
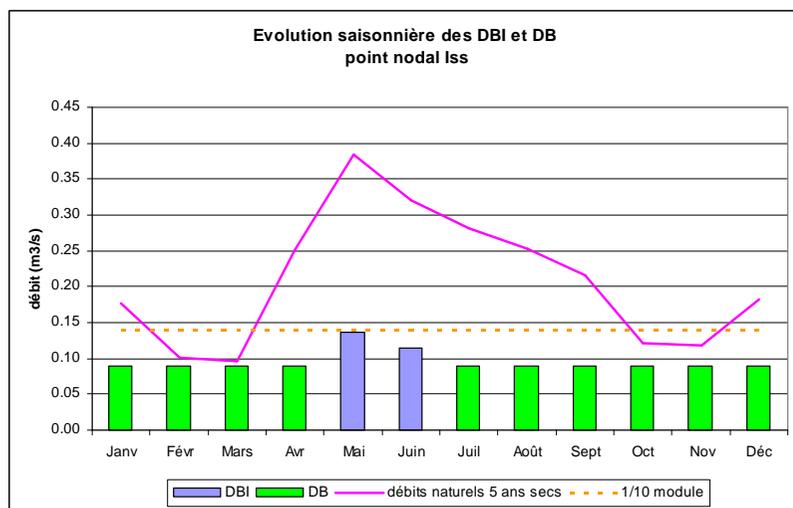
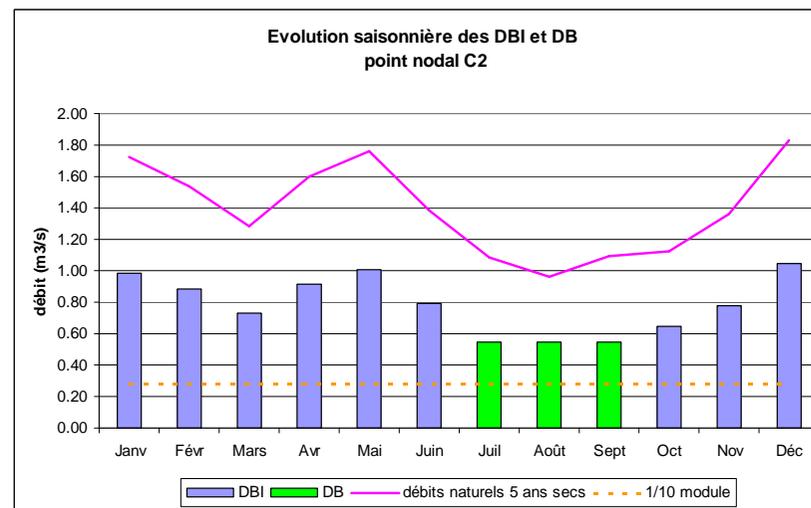
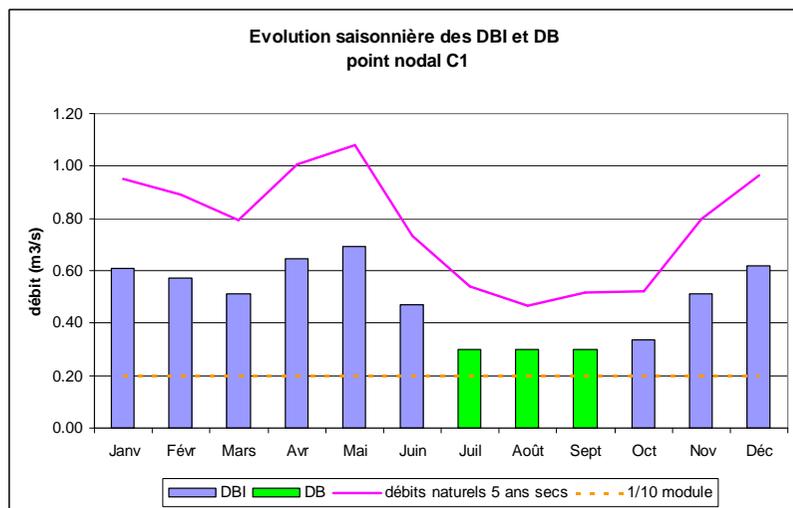
Ces valeurs de DBI seront affinées lors de la détermination des volumes prélevables afin de tenir compte des contraintes des usages et d'atteindre l'objectif de satisfaction des usages 8 années sur 10.

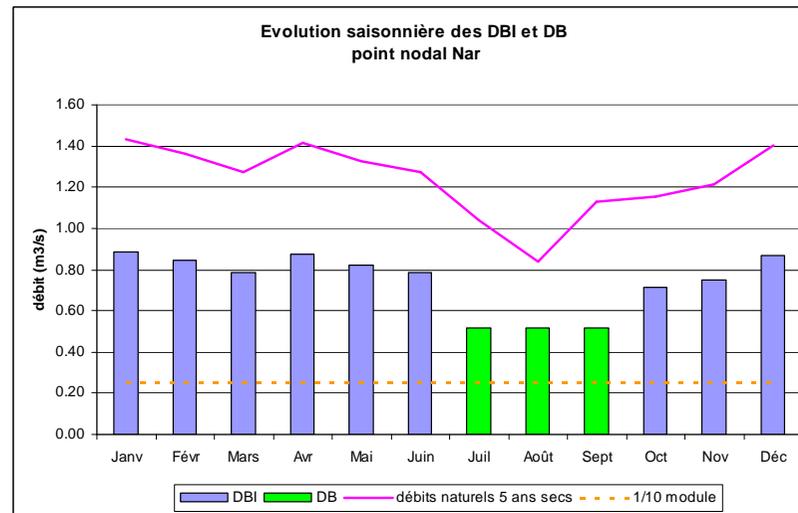
L'évolution annuelle des débits biologiques ainsi calculée au droit de chacun des points nodaux est restituée dans les figures des pages suivantes. Ces figures sont complétées par l'évolution des débits mensuels naturels quinquennaux secs ainsi que par la valeur du 1/10^{ème} du module.

L'écart entre la courbe des valeurs naturelles et les débits biologiques traduit le **potentiel de prélèvement net par les usages consommateurs**. Ce potentiel de prélèvement reste néanmoins à relativiser car s'il est logiquement attribué aux usages situés en amont du point nodal, il peut être également nécessaire à ceux en aval. Le calcul des volumes prélevables devra donc tenir compte de cet aspect en réalisant un bilan progressif de l'aval vers l'amont à chaque point nodal tout en considérant les apports naturels des sous-bassins et les besoins du milieu aquatique.









PHASE 4

DETERMINATION DES OBJECTIFS DE GESTION DE NAPPE

IV. REFLEXION SUR LA ZONE D'APPLICATION DES OBJECTIFS DE GESTION DE NAPPE

Seule la partie aval du bassin versant, où se situe la masse d'eau souterraine FR_DO_318b « alluvions de l'Argens », est classée en déficit quantitatif. Néanmoins, il convient de s'interroger sur les limites de la masse d'eau ainsi que sur la zone en déficit quantitatif.



Concernant les limites de la masse d'eau souterraine, la limite amont s'arrête à l'extrémité aval de la moyenne vallée, au niveau du pont routier de Rabinon. Ce découpage n'est pas cohérent avec les données acquises depuis 2005 sur ce secteur qui montrent que les alluvions de l'Argens sont présentes dans toute la moyenne vallée et y constituent un réservoir aquifère. La masse d'eau souterraine FR_DO_318b devrait donc inclure l'intégralité de la moyenne vallée.

V. DEFINITION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES D'ALERTE / NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DE CRISE RENFORCEE

« Le SDAGE Rhône Méditerranée définit ainsi ces niveaux :

- **Niveau Piézométrique d'Alerte (NPA)** : Niveaux piézométriques de début de conflits d'usages et de premières limitations de pompages. Ce niveau doit aussi garantir le bon fonctionnement quantitatif ou qualitatif de la ressource souterraine et des cours d'eau qu'elle alimente, dans le respect des DOE cours d'eau.
- **Niveau Piézométrique de Crise (NPCR)** : Niveau à ne jamais dépasser et donc d'interdiction des pompages à l'exception de l'alimentation en eau potable, qui peut faire l'objet de restrictions. C'est aussi la cote du niveau de la nappe au dessous de laquelle est mise en péril la survie des milieux aquatiques qu'elle alimente, dans le respect des DCR.

Compte tenu des incidences directes limitées que les pompages en nappe exercent sur la rivière dans le cas de l'Argens, ce rapport propose de retenir les définitions suivantes :

- **Niveau d'Alerte (NA)** : Niveaux de premières limitations de pompages, qui doit garantir le bon fonctionnement quantitatif et qualitatif de la ressource souterraine. Une telle définition implique que la **dégradation de la ressource avérée lors de l'alerte est réversible dans les 12 mois qui suivent l'alerte.**
- **Niveau de Crise Renforcée (NCR)** : Niveau à ne jamais dépasser et donc d'interdiction des pompages à l'exception de l'alimentation en eau potable, qui peut faire l'objet de restrictions. Une telle définition implique que la situation à ne jamais atteindre correspond à une **dégradation accrue de la ressource au delà de 12 mois. Cette dégradation est néanmoins réversible à court terme.**

L'objectif de gestion est de permettre le maintien, et le cas échéant le retour, au bon état de la nappe alluviale. La réversibilité de la dégradation apparaît d'autant plus primordiale dans le cas d'un aquifère littoral où une intrusion d'eau salée persistante est susceptible de compromettre durablement l'état de la ressource et les usages associés.

NB : Les définitions de NA et NCR seront précisées dans la suite de l'étude par la définition des indicateurs d'alerte et de crise. Elles seront adaptées au fonctionnement de l'aquifère cible.

VI. DEFINITION DES INDICATEURS D'ALERTE ET DE CRISE POUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS DANS LA BASSE VALLEE

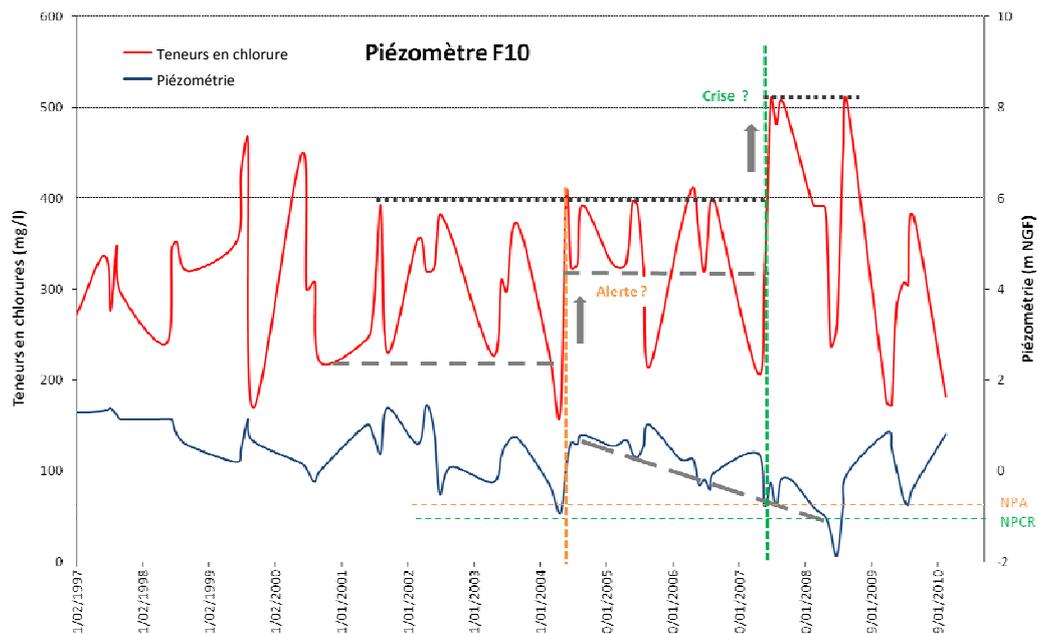
VI.1. LA PIEZOMETRIE

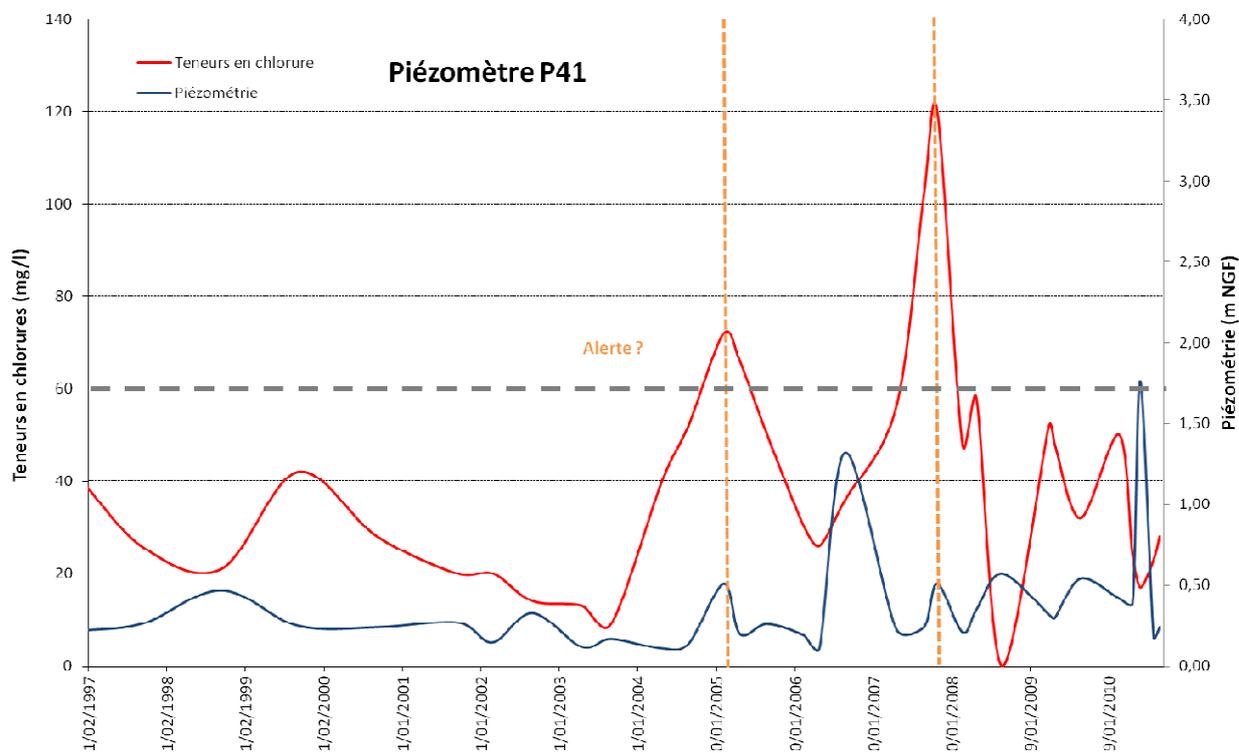
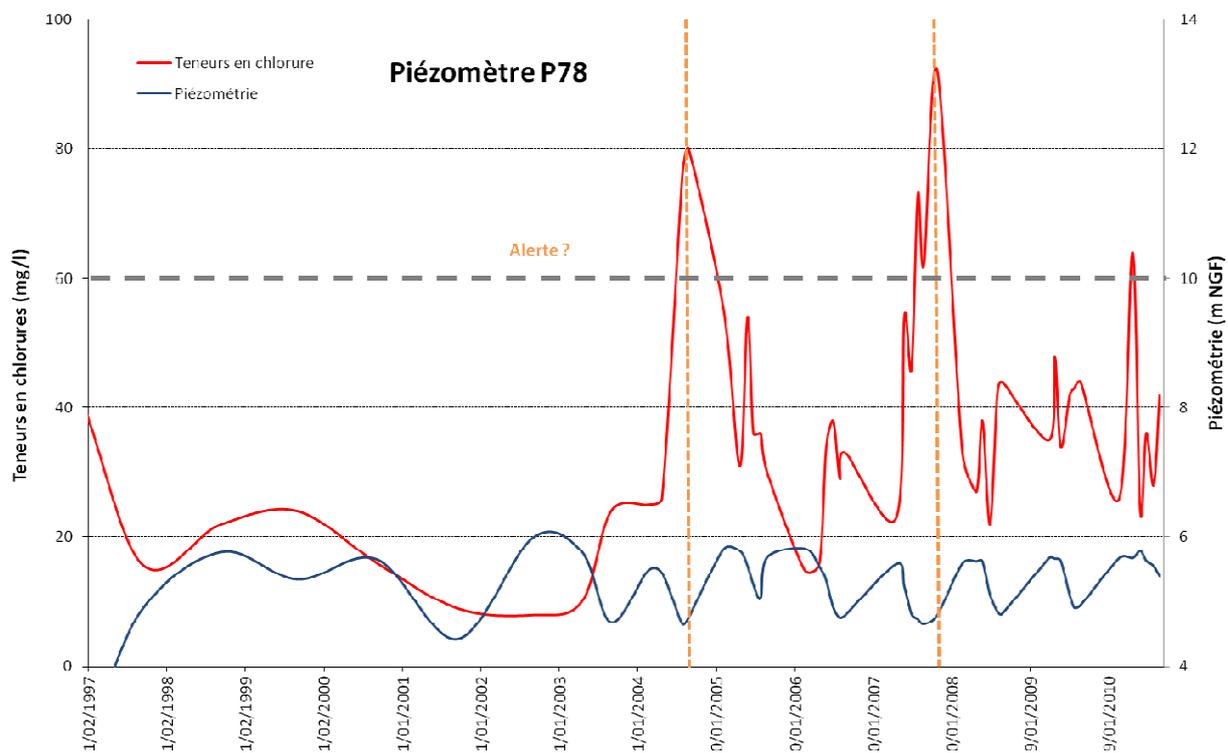
La piézométrie apparait assez peu indicative du déficit quantitatif de l'aquifère à l'échelle de la zone à surveiller, sauf dans une situation de très basses eaux (juillet 2008) :

- les variations interannuelles sont limitées, avec des évolutions intersaisonnières comparables d'une année sur l'autre ;
- il n'y a pas de corrélation systématique entre baisse de la piézométrie et hausse des chlorures. Chaque forte augmentation des teneurs en chlorures, comme en mai 2004 et en juillet 2007, ne s'accompagne pas, à la même époque, d'une piézométrie en baisse et/ou plus basse que les autres années à la même époque ;
- la piézométrie offre une faible représentativité dans un système naturel complexe influencé par un flux amont, l'influence des apports versants et une perméabilité très hétérogène.

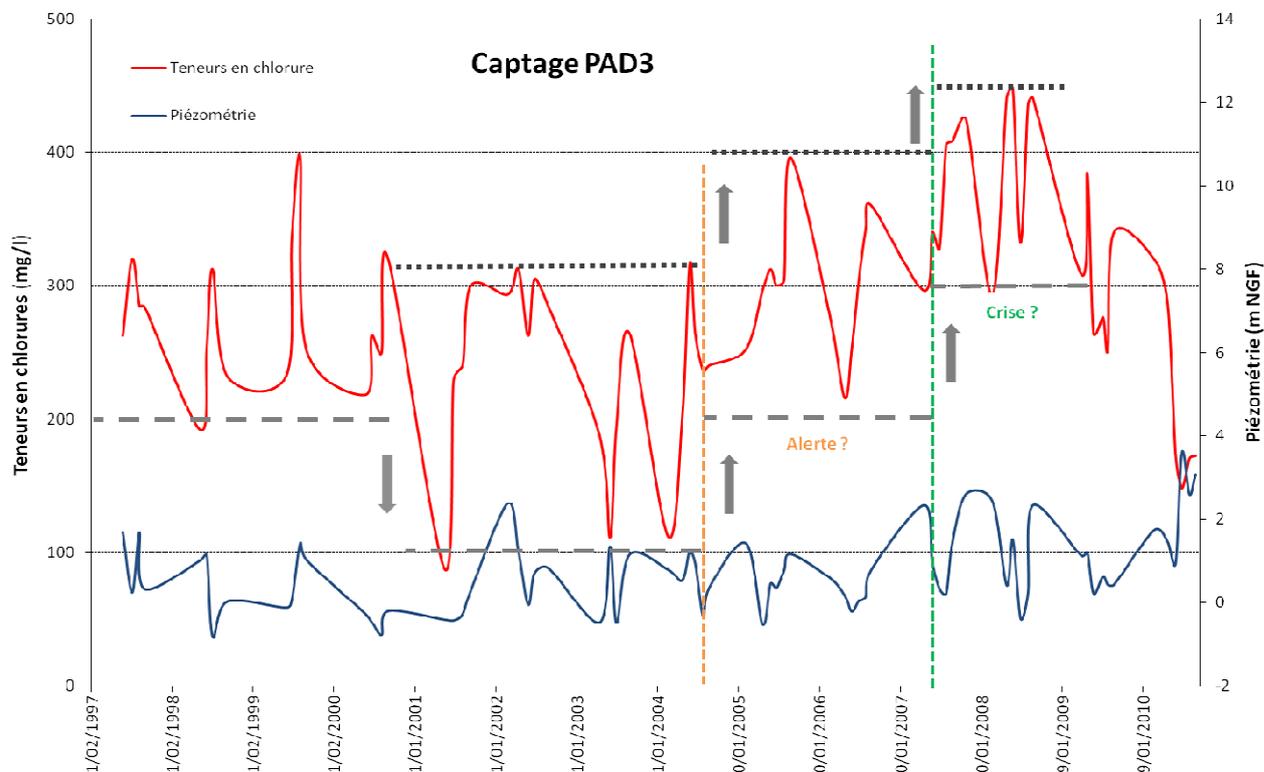
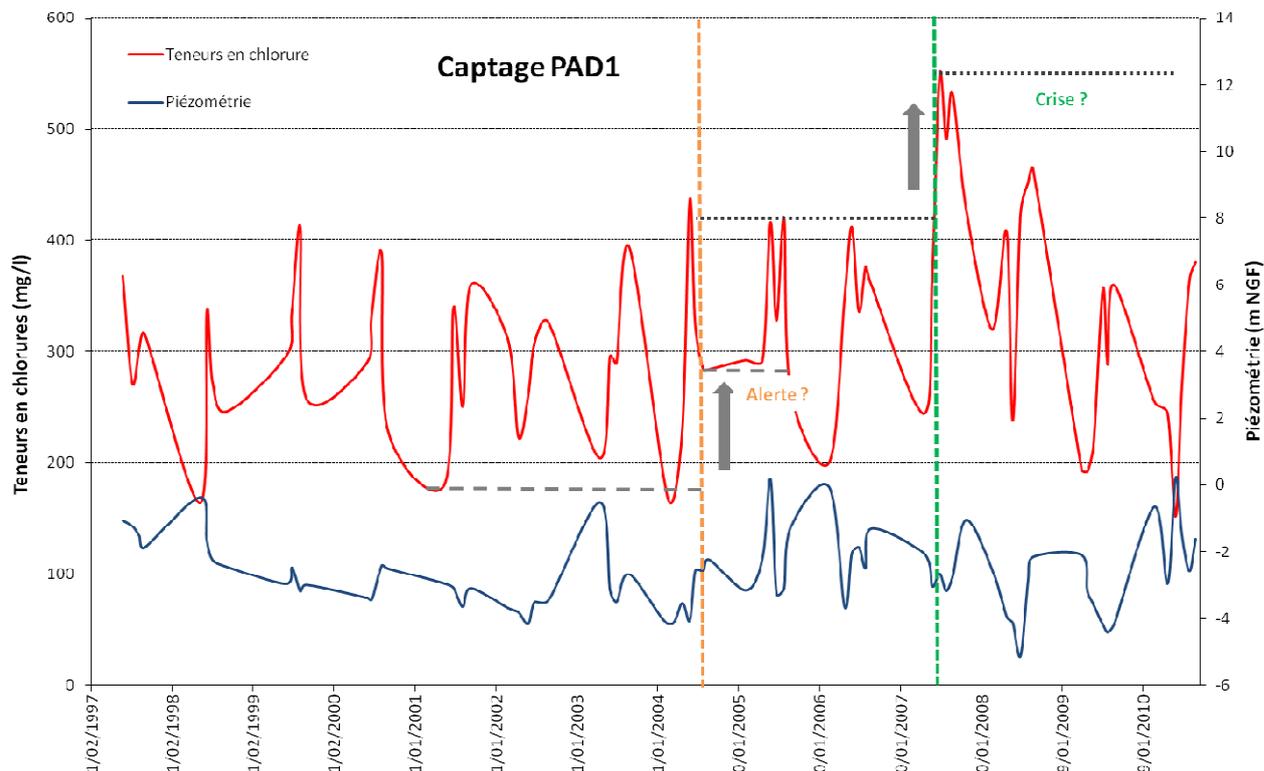
Le piézomètre F10, situé à l'aval proche du captage PAD1 fait exception. Il présente une piézométrie avec une tendance à la baisse quasiment continue de septembre 2004 à juillet 2008. Les valeurs minimales des chlorures augmentent à deux reprises de + 100 mg/l lorsque la piézométrie atteint - 0,75 m NGF, en mai 2004 et en juin 2007 (NPA). Le piézométrie chute lorsque la baisse continue atteint - 1 m NGF en juillet 2008 (NPCR). Cette chute piézométrique s'accompagne d'une persistance de teneurs en chlorures élevées.

A l'exception du piézomètre F10, la piézométrie est un indicateur de gestion uniquement pertinent pour constater un état avancé (crise ou au delà de la crise) du déficit quantitatif de l'aquifère du bas Argens. Il est inadapté pour définir les stades plus précoces (alerte).

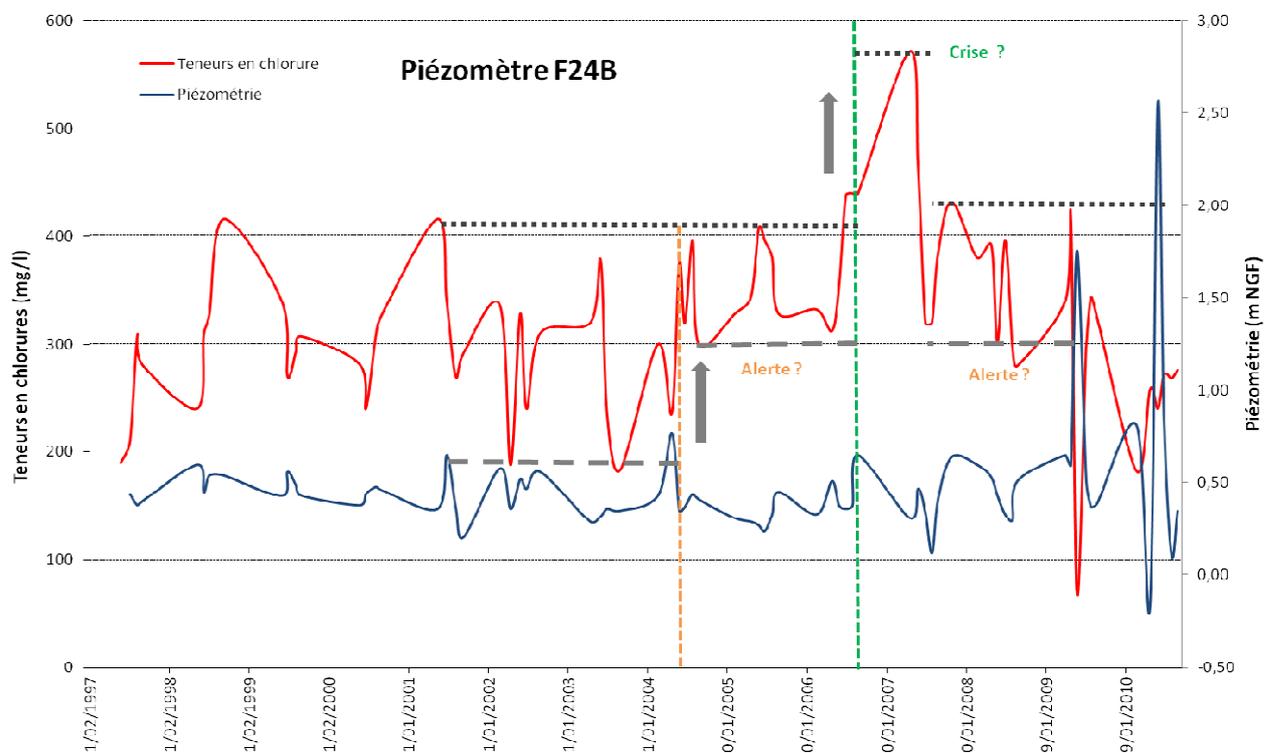
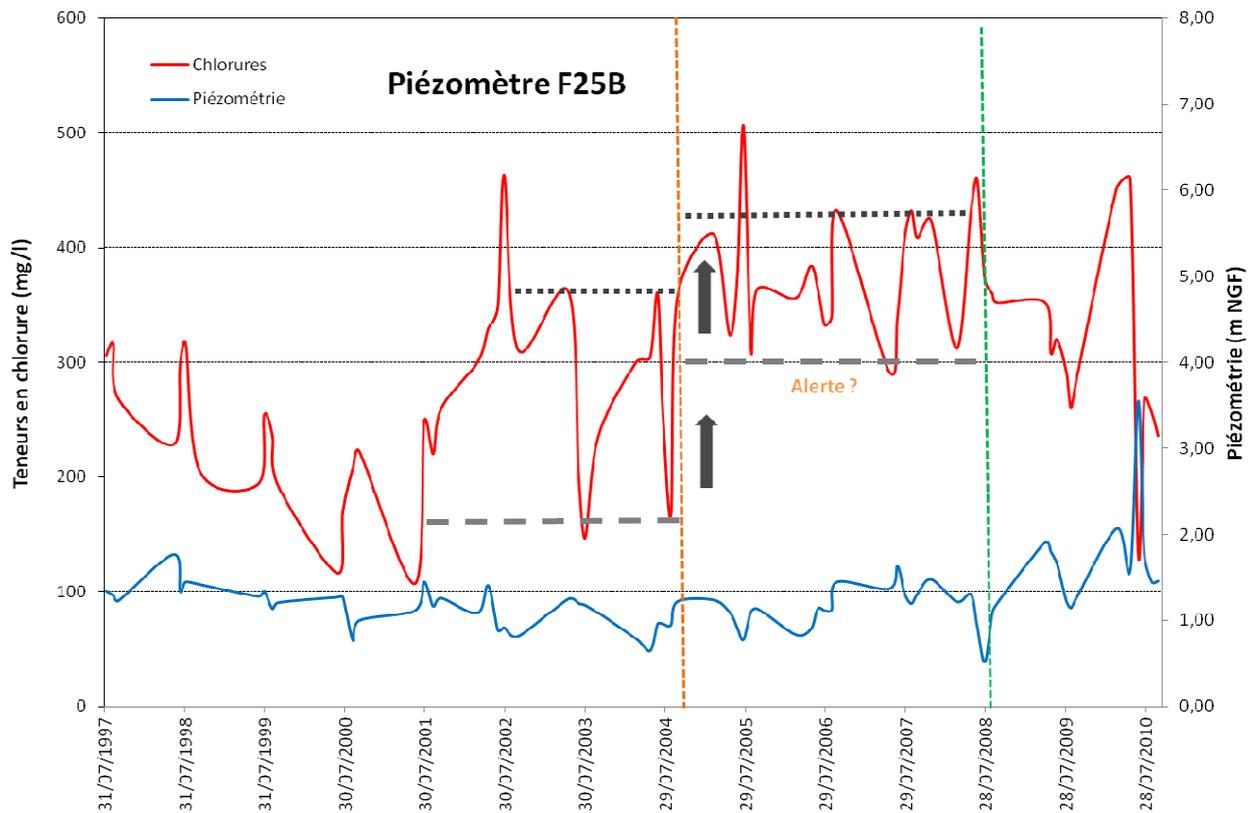




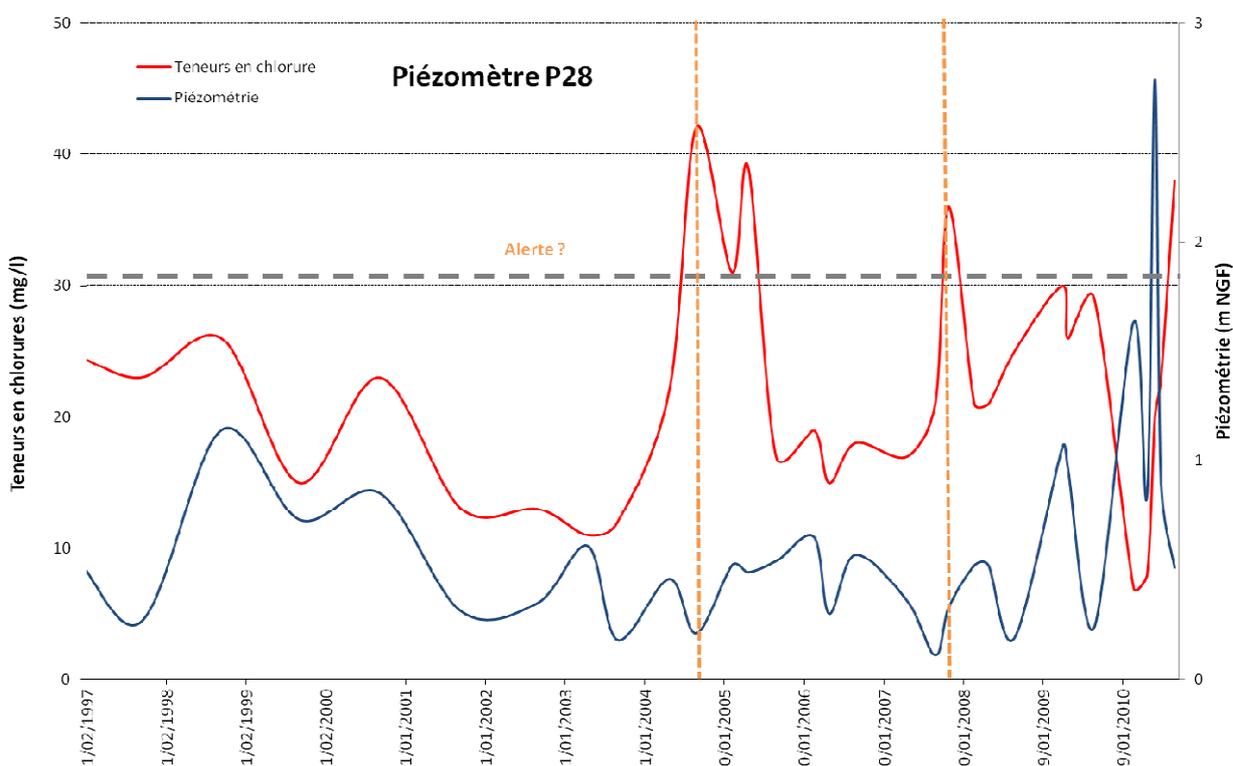
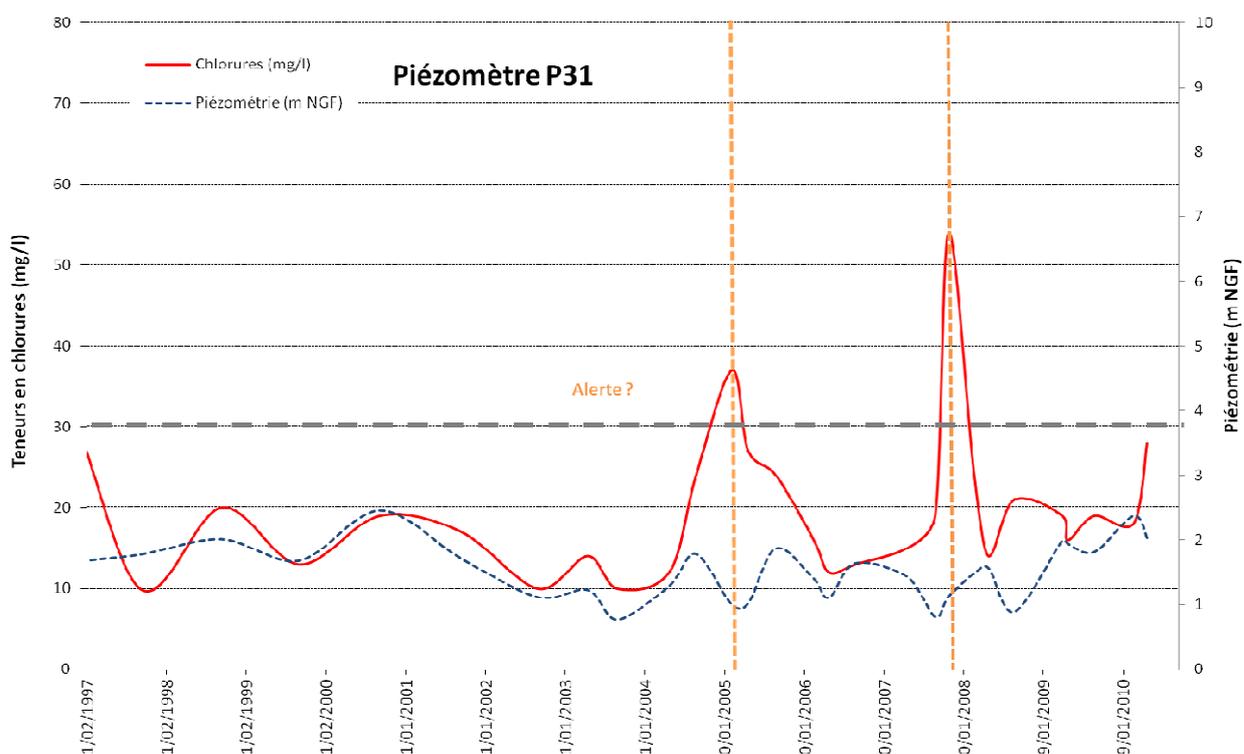
Points de contrôle de la nappe alluviale en amont rive droite



Points de contrôle de la nappe alluviale au niveau des captages opérationnels



Points de contrôle de la nappe alluviale à l'aval rive gauche de la zone exploitée



Points de contrôle de la nappe alluviale très à l'aval rive gauche

NB : Dans l'ensemble des graphes ci-dessus, les termes « Alerte ? » et « Crise ? » désignent des événements majeurs de progression de la salinité des eaux souterraines qui participent à la définition de l'alerte et de la crise, au sens du déséquilibre quantitatif pouvant affecter l'aquifère étudié, sans toutefois désigner l'alerte et de la crise elles-mêmes.

VI.2. LES TENEURS EN CHLORURE

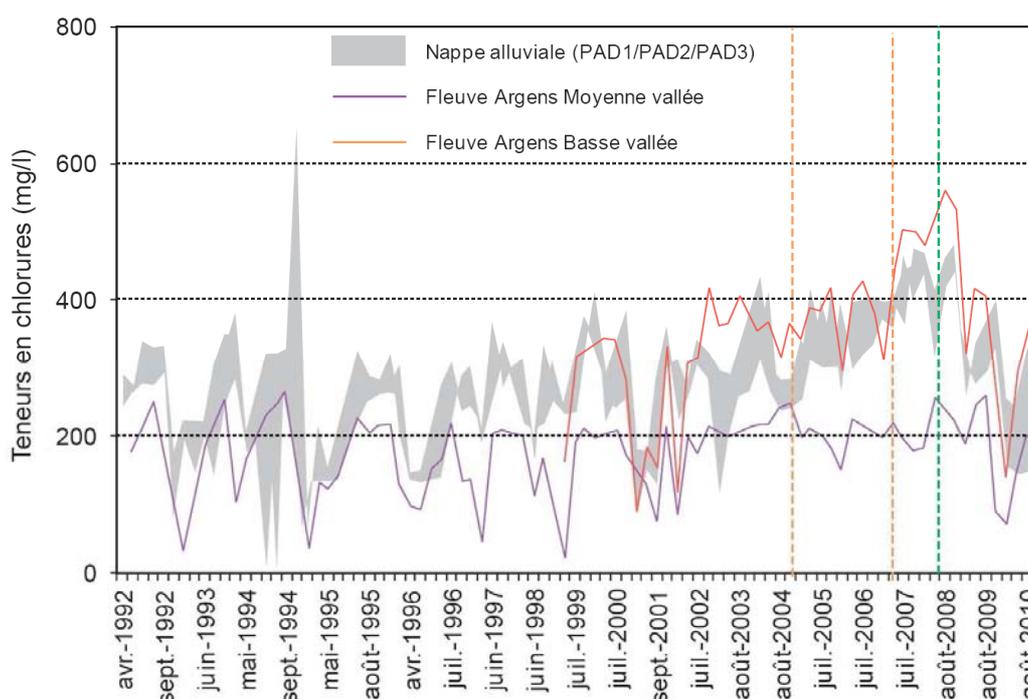
Dans le cas d'un aquifère littoral en connexion directe ou indirecte avec de l'eau de mer, les variations des teneurs en chlorure des eaux souterraines peuvent témoigner du déficit quantitatif de l'aquifère dans la mesure où le déficit d'alimentation en eau douce est en grande partie compensé par la venue d'eau saumâtre.

Ainsi, les teneurs en chlorure pourraient constituer l'indicateur le plus sensible de la gestion quantitative et qualitative de l'aquifère, puisqu'une salinisation trop poussée de la ressource compromettrait durablement l'intégrité de la ressource et condamnerait ses usages. Pour rendre applicable cette approche aux alluvions du bas Argens, il est nécessaire de déterminer l'origine des chlorures des eaux souterraines et la signification de leurs tendances.

VI.2.1. ORIGINE DES CHLORURES DANS LA NAPPE

Les chlorures contenus dans les eaux de l'aquifère alluvial de la basse vallée de l'Argens ont plusieurs sources :

- **une source naturelle amont**, issue de la dissolution des évaporites du Trias moyen, qui constitue le fond géochimique de la minéralisation de la nappe alluviale. Cet apport en chlorure s'effectue en 2 zones :
 - o en amont de la moyenne vallée où les chlorures du fleuve Argens sont constants autour de 200-250 mg/l en période sèche ;
 - o en amont de la basse vallée (apports de la Nartuby) où les chlorures du fleuve Argens oscillent entre 300 - 420 mg/l, avec des pics à 500-550 mg/l.



Teneurs en chlorures mesurées de façon concomitante dans la nappe alluviale (basse vallée) ainsi que sur le fleuve Argens dans la moyenne vallée et la basse vallée

Les variations des teneurs en chlorure observées au niveau de la basse vallée résultent donc des variations affectant les deux sources d'alimentation de la nappe alluviale :

- les variations du flux d'alimentation amont, qui dépendent des modalités d'alimentation de la nappe en amont de la moyenne vallée (échanges nappe alluviale-rivière-karst) ;
- les variations des apports versants dans la basse vallée, qui dépendent de la pluviométrie locale (cumul et intensité des événements).

Les analyses physico-chimiques sur la nappe et fleuve révèlent, depuis la moyenne vallée (non influencée) jusqu'à la basse vallée (influencée) :

- des teneurs en chlorures dans le même ordre de grandeur, mais 25% plus faibles pour la nappe ;
- une proportion sulfate/chlorure identique dans la nappe et le fleuve, ce qui implique une origine commune aux eaux superficielles et souterraines ;
- des teneurs en oxygène dissous très contrastées, très faibles pour les eaux souterraines, élevées pour les eaux superficielles, ce qui confirme que les échanges nappe-rivière sont limités en débit à l'échelle locale.

VI.2.2. DETERMINATION DE L'ÉVÈNEMENT DE FREQUENCE QUINQUENNALE SECHE

La nappe alluviale dans la basse vallée de l'Argens a subi deux augmentations significatives des teneurs en chlorures en 10 ans (mi-2004 et mi-2007). Ces deux événements limitent un cycle de sécheresse entre deux cycles relativement pluvieux. Les augmentations des teneurs en chlorures concernent le minimum et la maximum de chaque période. Elles sont observées sur la totalité des ouvrages de contrôle. Elles sont de même ampleur pour les deux événements et pour une zone hydrogéologique donnée :

- + 100 mg/l au niveau de la zone d'exploitation (captages PAD1, PAD2, PAD3) et dans ses environs aval (piézomètres F24B et F25B) ;
- + 30 mg/l au niveau de la partie aval de la nappe (exemple : puit P31) ;
- + 50 mg/l au niveau amont de la nappe.

La durabilité des augmentations en chlorures est très contrastée en fonction des zones hydrogéologiques :

- elle est très forte au niveau de la zone d'exploitation et dans ses environs aval, où les teneurs en chlorures augmentent de façon croissante par paliers successifs (1997-2004, 2004-2007 et 2007-2009) ;
- elle est très faible ou nulle dans les zone amont et aval de la nappe, où les teneurs en chlorures, après avoir augmentées, diminuent rapidement avec la même ampleur pour revenir à des teneurs d'eau douce.

VI.2.3. CONCLUSION SUR L'INDICATEUR TENEURS EN CHLORURE

- **les teneurs en chlorures** de la nappe (zone d'exploitation, environs aval et amont) constituent un **indicateur indispensable à la gestion de la nappe alluviale** : c'est un paramètre intégrateur qui prend en compte l'état quantitatif et qualitatif de l'aquifère ;
- cet indicateur n'est pas suffisant compte tenu de l'absence de progressivité dans les augmentations des teneurs en chlorures : il faut donc le coupler avec d'autres indicateurs plus progressifs ;
- les augmentations des teneurs en chlorures qui caractérisent la mi-2004 et la mi-2007 constituent des événements comparables que l'on peut assimiler à des événements de recurrence quinquennale sèche ;
- les teneurs en chlorures sur la nappe doivent être suivies de façon concomitante en amont du captage le plus amont (2 piézomètres à créer pour caractériser le bruit de fond naturel en zone non influencée), et à l'aval du captage le plus aval (4 piézomètres stratégiques de surveillance pour caractériser la zone influencée) ;
- l'écart des teneurs en chlorure qui sera mesuré entre l'amont non influencé (2 piézomètres « bruit de fond naturel ») et l'aval influencé (4 piézomètres stratégiques) constitue l'indicateur de gestion qui sera dénommé « écart amont/aval des chlorures » ;
- les 2 d'augmentations successives observées à l'aval des captages au cours de la sécheresse des années 2000 peuvent servir de niveaux d'alerte (+100 mg/l) et de crise (+200 mg/l) ;
- le principe de gestion est de :
 - o en période normale : maintenir des teneurs en chlorures inférieures au niveau d'alerte ;
 - o en période d'alerte : moduler les pompages de façon à
 - en période sèche : stabiliser écart amont/aval ;
 - en période humide : abaisser écart amont/aval pour sortir de l'alerte ;
- le suivi des chlorures sera à coupler avec le suivi des sulfates afin de détecter précocement une éventuelle progression de l'intrusion d'eau salée en provenance de la mer. Le rapport sulfates/chlorures, qui est constant dans la nappe alluviale, permettra de distinguer les contributions continentale et marine de la minéralisation des eaux souterraines ;
- les teneurs en chlorures sur la nappe doivent être suivies de façon concomitante avec les teneurs en chlorure sur le fleuve Argens dans ses parties amont (Rabinon) et aval (seuil de Roquebrune).

VI.3. LE DEBIT DU FLEUVE ARGENS

VI.3.1. INTERET DE L'INDICATEUR

La gestion de la nappe alluviale de la basse vallée nécessite la prise en compte :

- du flux d'alimentation amont de la nappe, qui n'est pas directement connu ;
- de l'absence de progressivité dans les augmentations des teneurs en chlorures sur la basse vallée, qui reflète l'inertie des effets du déficit quantitatif sur la qualité de la ressource.

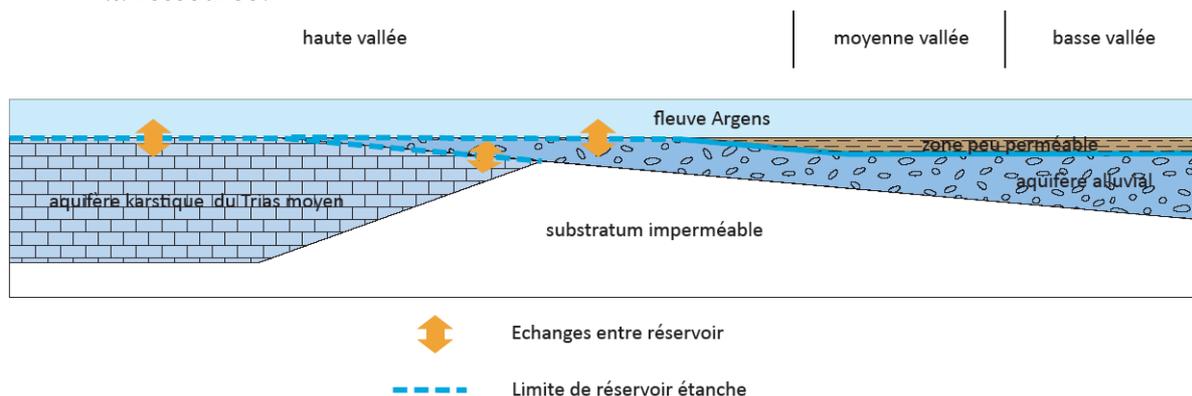


Schéma conceptuel d'alimentation de la nappe alluviale de l'Argens

L'alimentation de l'aquifère alluvial en amont de la moyenne vallée est complexe car elle relève vraisemblablement :

- des variations pluviométriques sur l'impluvium hydrogéologique ;
- des échanges entre le fleuve Argens et l'aquifère karstique du Trias moyen ;
- des échanges entre l'aquifère karstique du Trias moyen et le gîte alluvial ;
- des échanges entre le fleuve Argens et la nappe alluviale.

Les faibles variations interannuelles du niveau des basses eaux de la nappe (dans la moyenne vallée) au cours de la période d'observations (2004-2011) suggère une alimentation minimum relativement constante de la nappe alluviale en période sèche. La nappe, comme le fleuve Argens, serait soutenue en période sèche par les karsts.

Dans un tel schéma conceptuel, les débits du fleuve et de la nappe alluviale ont une évolution similaire. Le débit de la nappe est difficilement utilisable comme indicateur compte tenu :

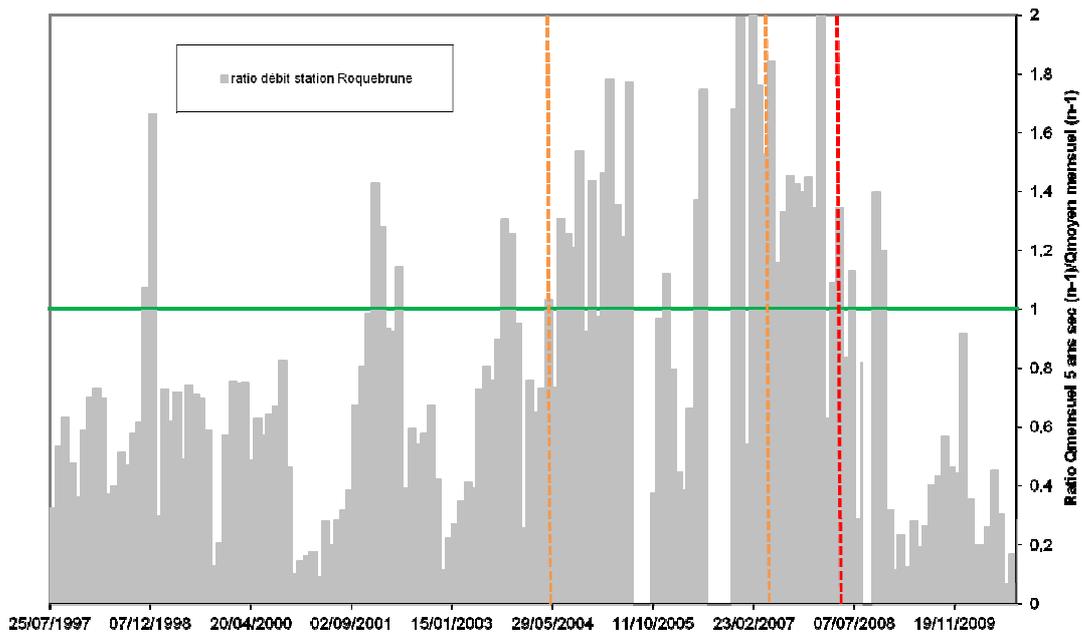
- de son accessibilité indirecte et des marges d'erreur qui peuvent entacher ce paramètre ;
- de l'impossibilité de suivre ce paramètre en continu.

En revanche, le débit de l'Argens, aisément utilisable, pourrait constituer un indicateur permettant de suivre :

- l'alimentation de la nappe alluviale à l'échelle du bassin ;
- le déficit pluviométrique à la fréquence mensuelle à pluri-mensuelle et à l'échelle du bassin versant.

L'indicateur proprement dit correspondrait au ratio (Q_{MNA5}/Q_{MM}), pour le mois précédent l'analyse, soit le rapport entre :

- le débit minimum mensuel de la quinquennale sèche du fleuve Argens ;
- le débit moyen mensuel de l'Argens mesuré à la station de Roquebrune-sur-Argens.

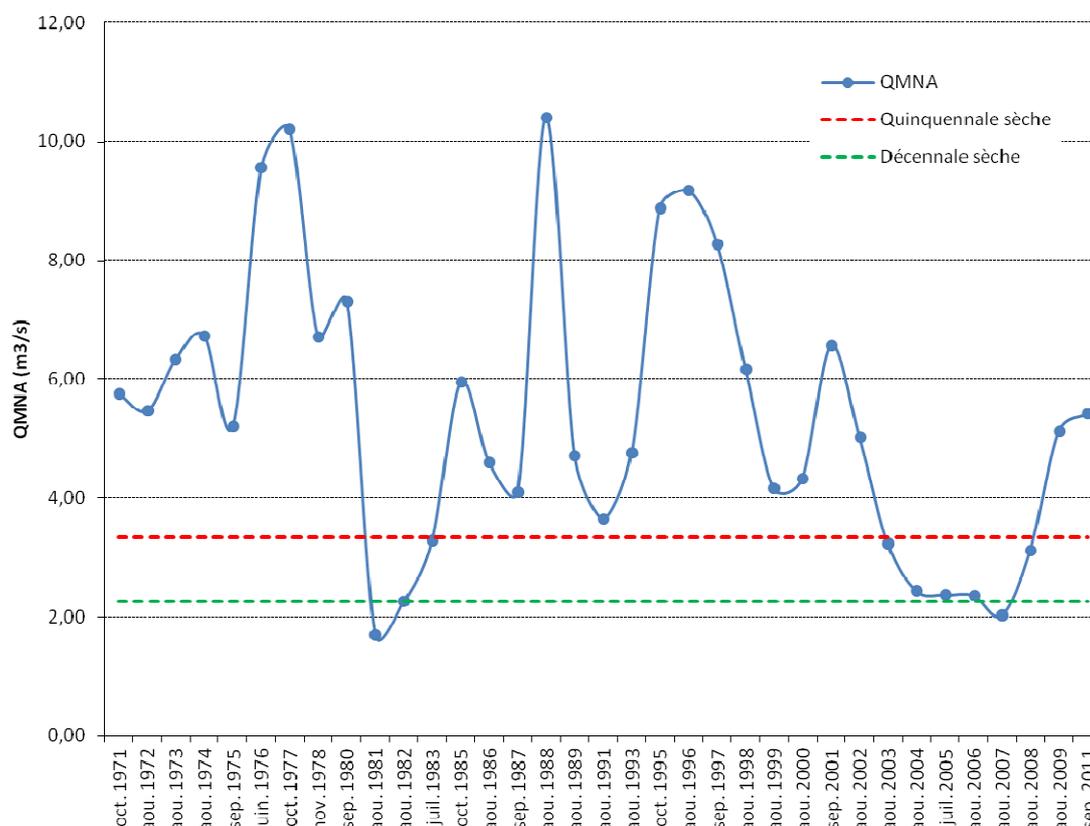


L'alerte serait atteinte pour un ratio débit Argens >1 pendant 3 mois minimum.

VI.3.2. DETERMINATION DES EVENEMENTS

D'après l'analyse statistique de la Banque Hydro faite sur les données de débit de l'Argens mesurés au niveau de la station de Roquebrune-sur-Argens sur la période 1970-2011 :

- le débit minimum mensuel a été :
 - o légèrement supérieur au QMNA5 4 fois en 40 ans (3,33 m³/s ; 1987, 1991, 1999, 2000) ;
 - o très proche du QMNA5 4 fois en 40 ans (1980, 1983, 2003, 2008) ;
 - o inférieur au QMNA5 6 fois en 40 ans, en deux évènements (1981-1982, 2004-2007) ;
- la non atteinte du QMNA5 à des valeurs légèrement supérieures à ce dernier (1987, 1991, 1999, 2000) traduit une période d'étiage marqué mais ponctuelle ;
- l'atteinte du QMNA5 (1980, 2003) annonce le début d'une période d'étiage sévère et pluriannuelle qui se marque les années suivantes (1981-1982, 2004-2007) par des débits minimums mensuels inférieurs au QMNA5, proche de la décennale sèche (2004-2006) ou en deçà de la décennale sèche (1981, 2007).



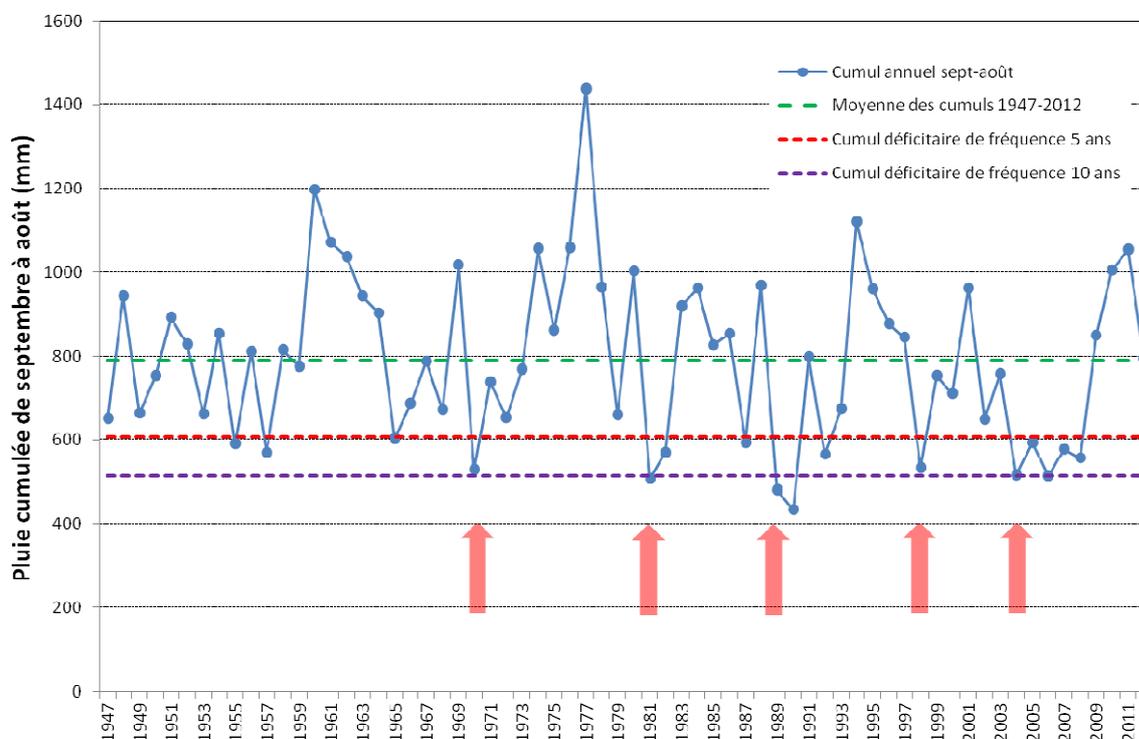
Evolution du débit minimum mensuel (QMNA) du fleuve Argens au niveau de la station de Roquebrune-sur-Argens (1970 - 2011)

Le franchissement du QMNA5 par le débit minimum mensuel de l'Argens est donc le signe précurseur d'une période de gestion délicate.

VI.4. LE CUMUL PLUVIOMETRIQUE MENSUEL

VI.4.1. ANALYSE STATISTIQUE DU CUMUL DE PLUIE ANNUEL

Une analyse statistique du cumul de pluie annuel a été réalisée à partir des données de la station de Fréjus-plage sur la période 1947-2012 (août).



Evolution des cumuls annuels de pluies à la station de Fréjus-plage (basse vallée de l'Argens) sur la période 1947-2012

Les résultats sont les suivants :

- une absence de tendance sur la période 1947-2012 (pas de série chronologique, coefficients d'aplatissement et d'asymétrie très proches de 0, moyennes et écarts types cumulés montrant une convergence rapide et nette vers la moyenne et l'écart type de la série corrigée) ;
- la pluie déficitaire de fréquence 5 ans est de 606 mm (années 2005 et 2007) ;
- la pluie déficitaire de fréquence 10 ans est de 515 mm (années 2004 et 2006) ;
- un cycle de sécheresse débute toujours par une pluie déficitaire de fréquence ~10 ans (1989-1993 ; 2004-2008), mais des sécheresses ponctuelles de fréquence ~10 ans existent également (1970, 1998) ;
- la période de sécheresse 2003-2008 est une succession d'année sèche de fréquence 5 ans et 10 ans.

Le cumul de pluie annuel présente une évolution trop uniforme pour servir de critère de gestion.

VI.4.2. INTERET DE L'INDICATEUR

Les teneurs en chlorure et le débit moyen mensuel de l'Argens ne permettent pas de prendre en compte l'évolution mensuelle du déficit quantitatif sur une période pluriannuelle :

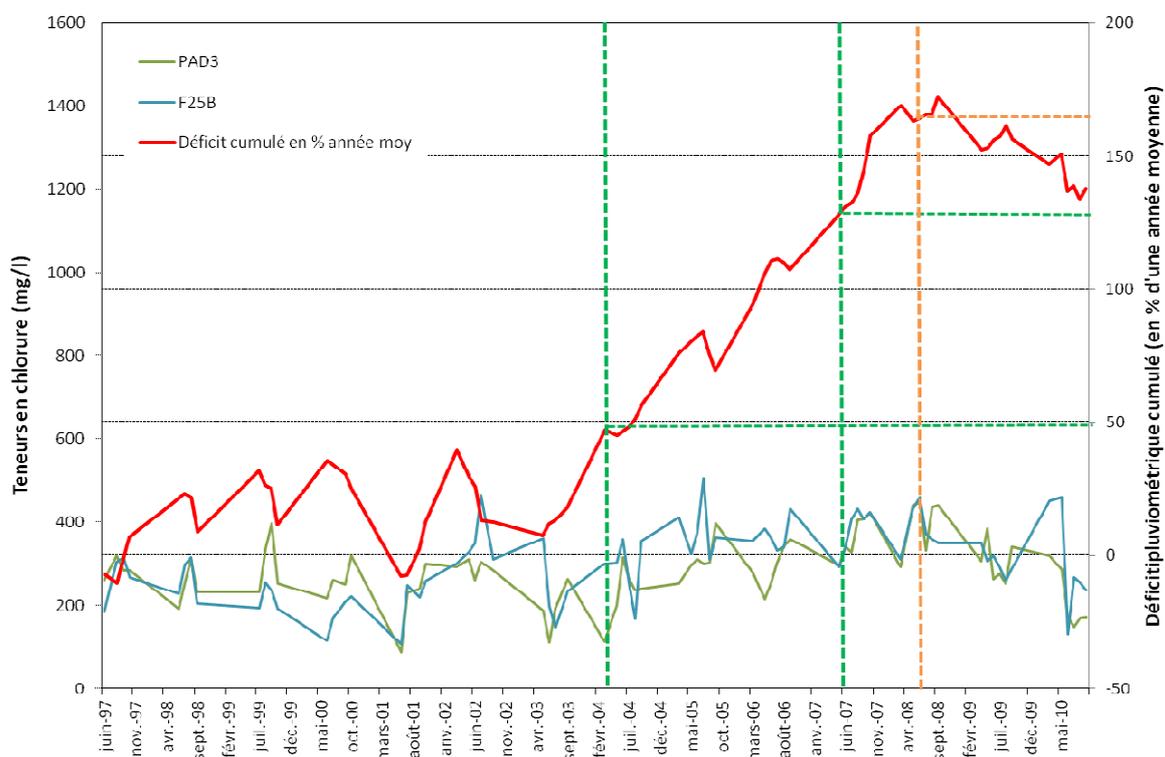
- pour les teneurs en chlorure, du fait de la lenteur du système hydraulique souterrain ;
- pour le débit moyen mensuel de l'Argens, à cause des crues dont la fréquence est infra-annuelle.

Le déficit quantitatif sur une période pluriannuelle peut être suivi par le cumul pluviométrique mensuel depuis la première année de la période considérée (ici juin 1997), au regard de la pluie moyenne mensuelle sur la période 1947-2011.

L'indicateur, exprimé en %, correspond au rapport :

$$x = \sum_n \frac{(\text{pluie mensuelle moyenne}) - (\text{pluie mensuelle mesurée})}{\text{pluie moyenne mensuelle sur la période 1947 - 2011}}$$

La station prise en compte est la station de Fréjus afin d'appréhender l'évolution mensuelle de la décharge de la nappe dans la basse vallée.



Evolution concomitante, dans la basse vallée, du cumul pluviométrique mensuel et des teneurs en chlorure sur la nappe, de juin 1997 à septembre 2010

VI.4.3. DETERMINATION DES EVENEMENTS

Les corrélations établies sur la période 1997-2010 entre le cumul pluviométrique mensuel et les teneurs en chlorure de l'aquifère amènent aux remarques suivantes :

- sur la période allant de juin 1997 à fin 2010, chaque augmentation significative du déficit pluviométrique s'est accompagnée d'une augmentation des teneurs en chlorures ;
- sur la période allant de juin 1997 à fin 2003, l'augmentation du déficit pluviométrique cumulé sur 5 ans et jusqu'à 40%, a entraîné des augmentations ponctuelles mais non durables des teneurs en chlorures, ces dernières revenant à des valeurs basses de façon concomitante à la chute du déficit pluviométrique (8%) ;
- sur la période allant de début 2004 à fin 2010, le déficit pluviométrique augmente de façon continue et linéaire jusqu'en 2008 (+30%/an), culmine à 170% à la mi-2008, puis diminue également de façon continue et linéaire mais moins rapidement que l'augmentation (-17%/an). Le déficit atteint 100% au bout de 3 ans, en mai 2006.

L'augmentation significative des teneurs en chlorure de l'aquifère est concomitante (figure page précédente) :

- en mai 2004, d'un déficit pluviométrique cumulé de 370 mm, soit l'équivalent de 50% d'une année moyenne ; cette valeur pourrait qualifier un 1^{er} niveau d'alerte ;
- en juillet 2007, d'un déficit pluviométrique cumulé de 1000 mm, soit l'équivalent de 130% d'une année moyenne ; cette valeur pourrait qualifier, le cas échéant, un 1^{er} niveau de crise ;
- en juillet 2008, d'un déficit pluviométrique cumulé de 1300 mm, soit l'équivalent de 170% d'une année moyenne ; cette valeur pourrait qualifier, le cas échéant, un 1^{er} niveau de crise renforcée.

Le cumul pluviométrique mensuel au regard de la pluie moyenne mensuelle sur la période 1947-2011 constitue un indicateur de gestion intéressant car il permet d'appréhender :

- l'évolution mensuelle du déficit de recharge sur une période pluriannuelle ;
- l'importance et la durabilité du déficit de recharge.

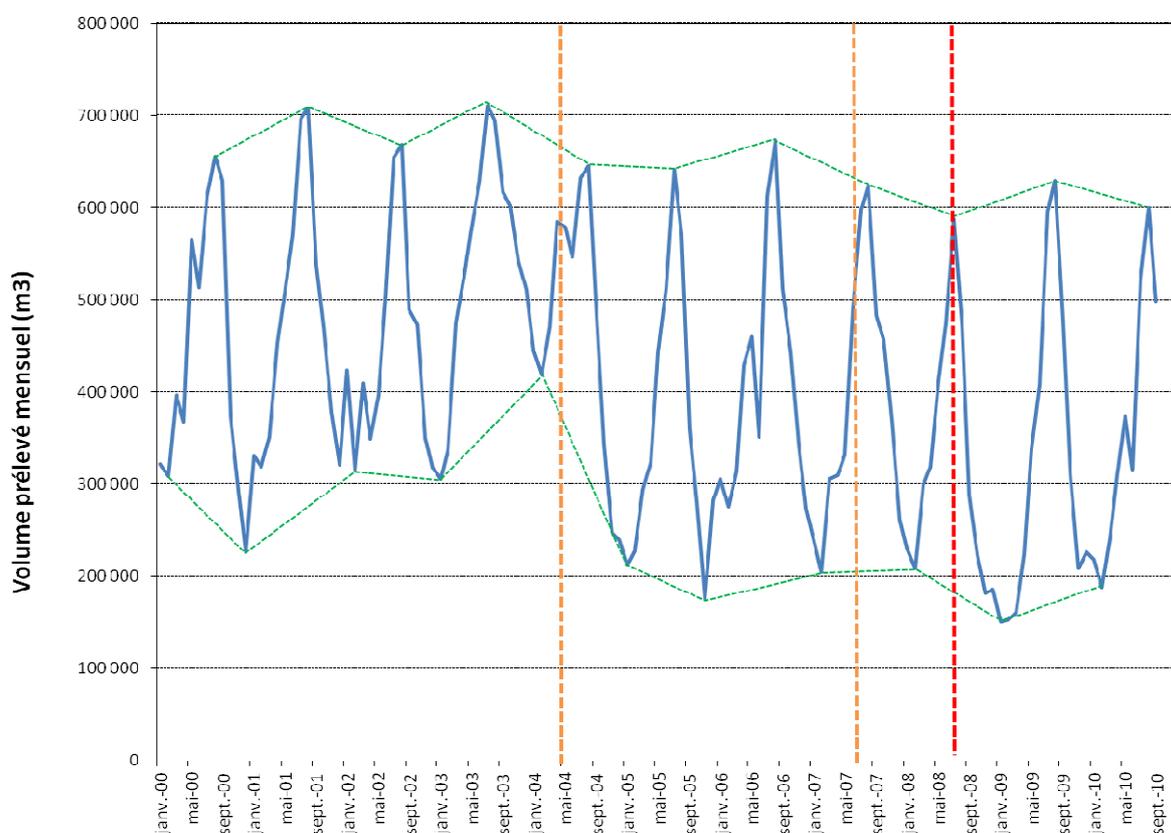
VI.5. LES VOLUMES MENSUELS PRELEVES

Un éventuel déficit de recharge de l'aquifère de la basse vallée est fonction :

- du déficit pluviométrique qui se cumule depuis la dernière recharge ;
- des volumes prélevés qui se cumulent depuis la dernière recharge.

Le suivi des volumes prélevés permet de prendre en compte la contribution au déficit quantitatif des prélèvements des mois précédents.

Parmi les approches possibles sont examinés ci-dessous le minimum et le maximum annuel des volumes pompés mensuels.



Les volumes mensuels maximums ne montrent pas d'évolution significative au regard des périodes d'alerte et de crise de la nappe.

En revanche, la 1^{ère} alerte chlorure a eu lieu après une forte hausse des volumes mensuels minimum de 2000 à 2004 (doublement des volumes) et plus particulièrement entre 2003 et 2004 (passage de 300 000 à 400 000 m³).

Cet indicateur va fournir une contrainte forte pour les volumes maximum prélevables mensuel en période de recharge : l'objectif de gestion sera de ne pas dégrader l'état de la nappe par sa mise en repos relative pour favoriser sa recharge.

VI.6. CONCLUSION SUR LES NIVEAUX D'ALERTE ET DE CRISE

VI.6.1. INDICATEURS D'ALERTE ET DE CRISE

Les modalités du déficit quantitatif, qui traduisent la complexité du fonctionnement du réservoir, amènent à proposer une gestion multi-critère pour la nappe alluviale du bas Argens :

- **les teneurs en chlorure des eaux souterraines**, qui témoignent de l'état quantitatif et qualitatif de l'aquifère ;
- **le débit du fleuve Argens**, qui reflète le déficit d'alimentation de la nappe à l'échelle du bassin versant, à l'échelle infra-annuelle ;
- **le déficit pluviométrique cumulé**, qui illustre le déficit d'alimentation de la nappe à l'échelle de la basse vallée, à l'échelle pluriannuelle ;
- **la piézométrie de la nappe**, qui illustre l'effet immédiat produit par les pompages sur le niveau du réservoir. Cet indicateur relève plus du suivi d'exploitation que de la gestion proprement dite où son seul intérêt sera de ne pas constater la crise.

VI.6.2. SEUILS D'ALERTE ET DE CRISE

La combinaison de plusieurs indicateurs pour définir le seuil d'alerte permettra de mieux anticiper le déficit quantitatif, favorisant ainsi une plus grande réactivité dans la gestion de la ressource. Une fois l'alerte atteinte, le seul critère des teneurs en chlorure des eaux souterraines suffit à gérer la ressource :

- **teneurs en chlorure des eaux souterraines mesurées au niveau des piézomètres F24B et F25B situés entre les captages et le stock d'eau salée**, par rapport au bruit de fond de la nappe, le bruit de fond de la nappe étant à mesurer par 2 piézomètres à créer en zone non influencée en amont du captage le plus amont :
 - o alerte : +100 mg/l pendant 12 mois ;
 - o crise : +200 mg/l pendant 6 mois ;
- **Ratio à partir du débit du fleuve Argens (à mesurer à la station de Roquebrune-sur-Argens) :** $R = \frac{QMNA5}{QMM}$
 - o alerte : $R > 1$ pendant 3 mois
- **déficit pluviométrique mensuel cumulé (pluies mesurées à la station de Fréjus-plage) :**
 - o alerte : à partir de 50%

VI.6.3. MODALITES DE VIGILANCE, D'ALERTE ET DE CRISE

- alerte : au minimum 1 des 3 seuils d'alerte est atteint
- crise : le seuil chlorure est atteint

VII. DEFINITION DES INDICATEURS D'ALERTE ET DE CRISE POUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS DANS LA MOYENNE VALLEE

VII.1. JUSTIFICATION D'OBJECTIFS DE GESTION SUR LES ALLUVIONS DE LA MOYENNE VALLEE DE L'ARGENS

Contrairement à la basse vallée qui a connu une période de déficit quantitatif (en 2007-2008), la nappe alluviale de la moyenne vallée n'a montré aucun signe de déficit depuis plus de 12 ans, y compris durant la période de sécheresse des années 2000, alors que sa production est comparable à tous points de vue :

	Basse vallée	Moyenne vallée
débit instantané	200 l/s	250 l/s
volume annuel	4 - 6 Mm ³ /an	4 - 6 Mm ³ /an
volume période 2000-2011	53,8 Mm ³	51,8 Mm ³

Concernant le déficit quantitatif, l'historique d'exploitation amène donc à considérer la basse vallée et la moyenne vallée comme 2 sous-ensembles, aux capacités distinctes, d'une même masse d'eau.

Néanmoins, compte tenu de l'accroissement des prélèvements qui sont envisagés dans ce secteur d'une part, et de la nécessité d'une gestion de la ressource Argens dans son ensemble d'autre part, il est proposé de définir des objectifs de gestion pour les alluvions de la moyenne vallée.

VII.2. DEFINITION DES INDICATEURS ALERTE/CRISE

Les données disponibles amènent aux conclusions suivantes :

- les basses eaux montrent une faible variation interannuelle (0,25 m sur le site du Couloubrier, 0,55 m sur le site du Rabinon) ;
- les niveaux de septembre 2005 sont les plus bas de la chronique disponible (données discontinues sur la période 2004-2011) ;
- cette piézométrie non influencée est associée à un débit de l'Argens identique au Q_{MNA5} (quinquennale sèche) de ce secteur, soit 2,55 m³/s ;
- les résultats issus des essais de pompage peuvent être utilisés à des fins d'estimation des volumes maximums prélevables pour la période sèche.

Les niveaux piézométriques d'alerte proposés correspondent à la piézométrie de septembre 2005.

L'objectif de gestion est de maintenir le toit de la nappe au dessus de ces niveaux.

VIII. REPRESENTATIVITE DES POINTS STRATEGIQUES DE REFERENCE RETENUS DANS LE SDAGE RHONE MEDITERRANEE

VIII.1. CONCERNANT LA NAPPE ALLUVIALE DANS LA MOYENNE VALLEE

Aucun piézomètre stratégique de référence relatif à la masse d'eau FR_DO_318b « alluvions de l'Argens » n'a été défini dans le SDAGE RMC 2010-2015 pour la nappe alluviale dans la moyenne vallée.

Néanmoins, compte tenu des enjeux futurs qui considèrent la ressource en eau souterraine de cette vallée comme stratégique, avec une exploitation accrue de la zone (Couloubrier), il apparaît important de suivre dans ce secteur (i) le niveau de la nappe afin de prévenir tout problème quantitatif éventuel et (ii) la salinité des eaux souterraines afin de suivre la minéralisation naturelle de la nappe et la capacité de dilution des apports versants :

- A l'aval du site du Couloubrier, et à l'amont de celui de Rabinon, pour surveiller l'effet de l'exploitation de la nappe au niveau du futur champ captant du Couloubrier sur le niveau de la nappe, dans une zone non influencée directement par les captages ;
- A l'aval du site du Rabinon, pour surveiller le niveau de nappe au débouché des gorges de l'Argens, ce qui permettra de juger de l'état quantitatif de l'aquifère après son exploitation dans la moyenne vallée et avant son exploitation dans la basse vallée.

Deux nouveaux piézomètres stratégiques de référence sont donc proposés pour la partie moyenne de la masse d'eau FR_DO_318b « alluvions de l'Argens » (voir carte jointe).

Par mesure de prudence, seront également suivis les DOE en amont et en aval de la moyenne vallée (points nodaux 6 et 7) comme outil de gestion de la nappe en plus de la piézométrie, afin de mesurer l'éventuelle incidence des pompages en nappe sur le débit du fleuve.

VIII.2. CONCERNANT LA NAPPE ALLUVIALE DANS LA BASSE VALLEE DE L'ARGENS

Les piézomètres stratégiques de référence relatifs à la masse d'eau FR_DO_318b « alluvions de l'Argens » et définis par dans le SDAGE RMC 2010-2015 sont :

- Le N°45, Pont de la Pierre, sur la commune de Fréjus ;
- Le N°46, L'Argens, sur la commune de Fréjus.

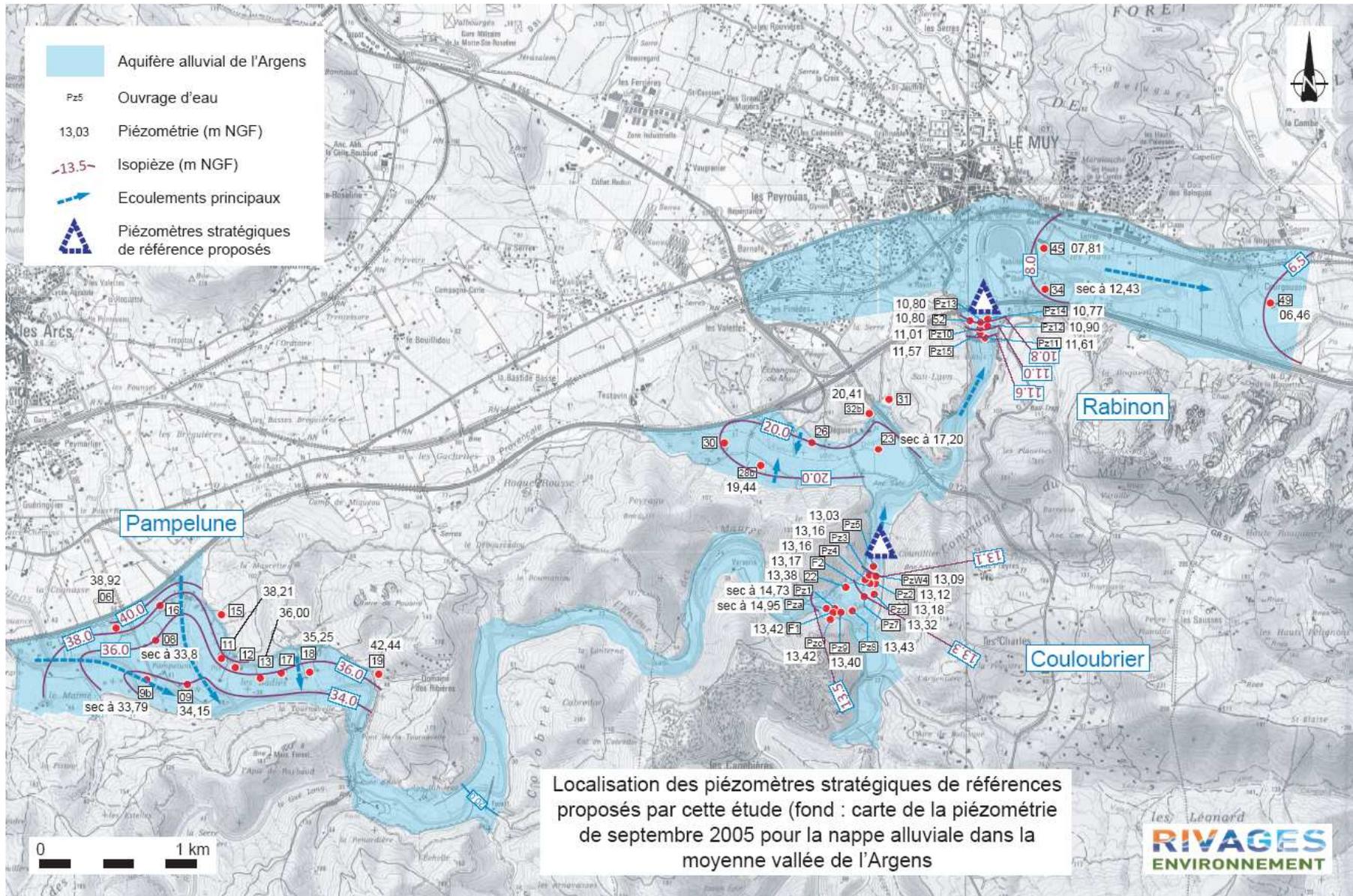
Cette étude propose que cette surveillance s'effectue sur les piézomètres stratégiques suivants :

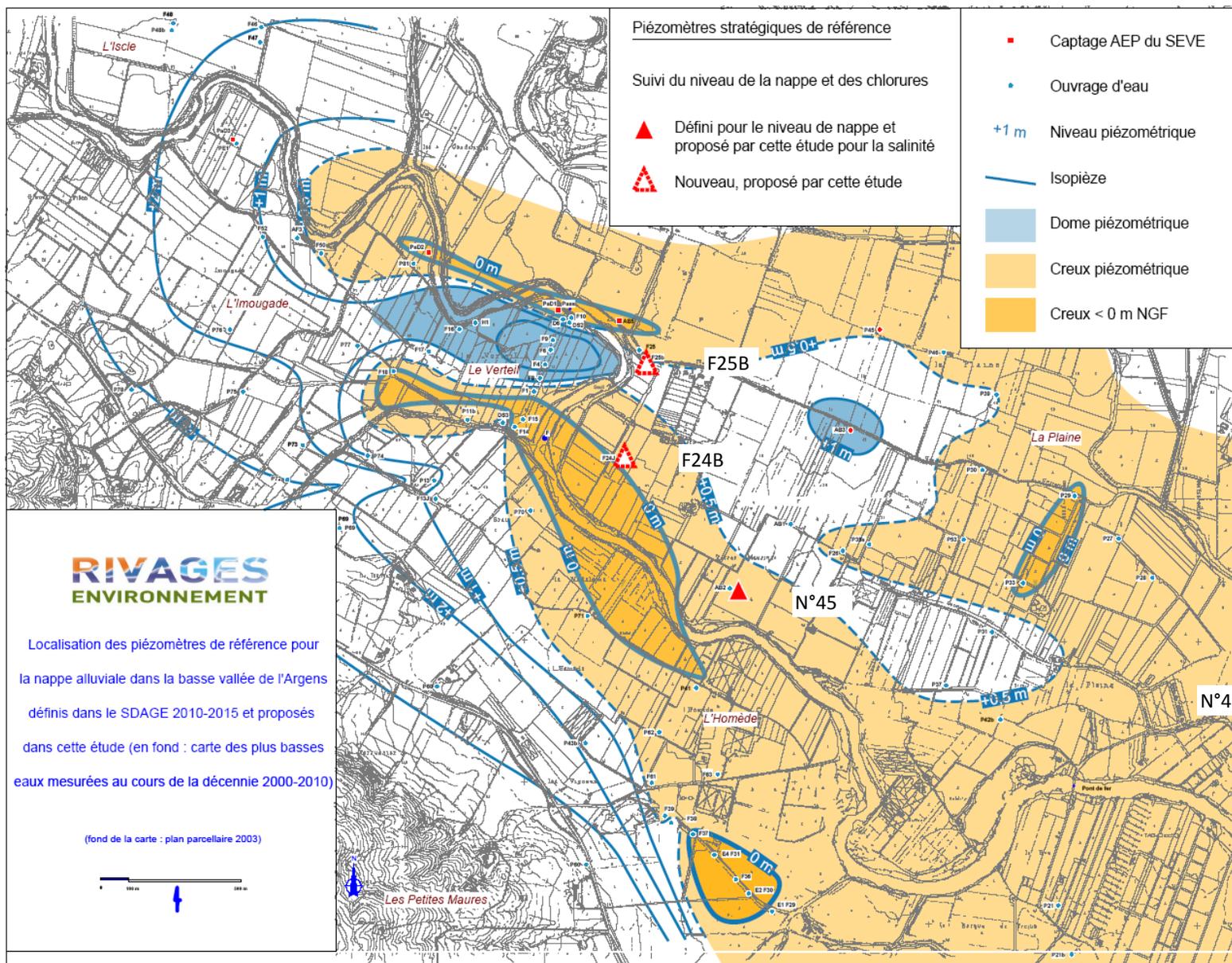
- **dans un site suffisamment éloigné des captages**, à leur aval hydraulique, afin de surveiller l'intrusion saline à son extrémité et suivre ses évolutions saisonnières. Le piézomètre stratégique de référence N°45 défini dans le SDAGE pourrait remplir ce rôle, mais avec le double objectif de suivi des chlorures et de la piézométrie ;
- **dans deux sites situés entre les captages et le stock d'eau salé**, afin de vérifier la stabilisation des 2 branches de ce stock d'eau salée. Ces 2 piézomètres stratégiques correspondent aux piézomètres existants F25B et F24B.
- **dans une zone non influencée directement par l'exploitation**. Le piézomètre stratégique de référence N°46 défini dans le SDAGE pourrait remplir ce rôle, mais avec le double objectif de suivi des chlorures et de la piézométrie.

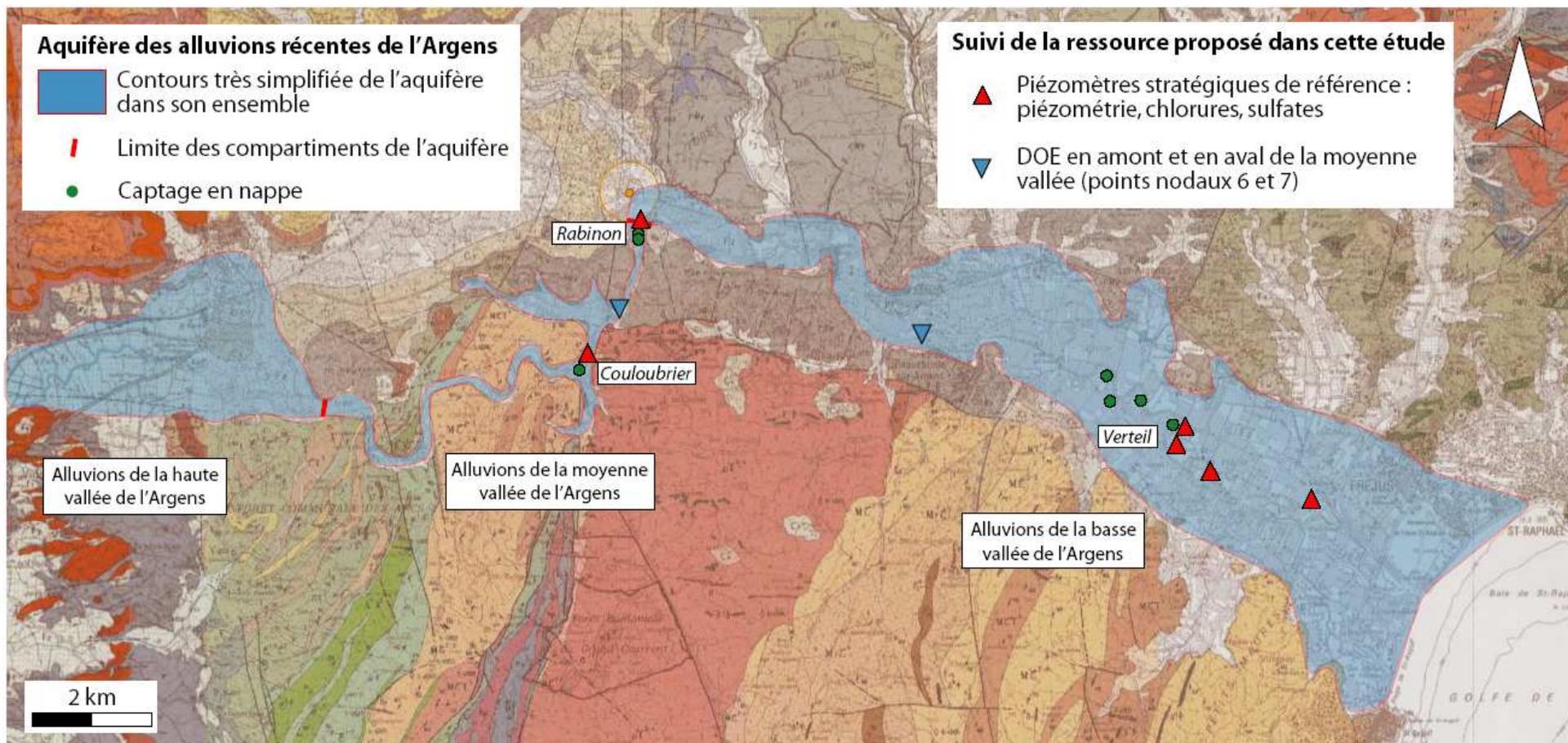
VIII.3. CONCLUSION

Compte tenu de la complexité des écoulements et de la dimension de la masse d'eau FR_DO_318b « alluvions de l'Argens », d'une part, et du mécanisme complexe de déficit quantitatif, il apparaît que les deux piézomètres stratégiques de référence définis dans le SDAGE RMC 2010-2015 sont pertinents mais non suffisants pour fournir une vision représentative des secteurs stratégiques à surveiller dans la basse vallée comme dans la moyenne vallée.

- Concernant la moyenne vallée : deux nouveaux piézomètres de suivi de niveau de nappe et de la salinité sont proposés, associés à un suivi des DOE en amont et en aval de la moyenne vallée ;
- Concernant la basse vallée :
 - les deux piézomètres définis dans le SDAGE auront le double objectif de suivi des chlorures (avec objectifs de gestion) et de la piézométrie ;
 - deux nouveaux piézomètres sont proposés avec le double objectif de suivi des chlorures (avec objectifs de gestion) et de la piézométrie.







PHASE 5

**DETERMINATION DES VOLUMES
PRELEVABLES**

PREAMBULE

L'objectif de la phase 5 est de déterminer les **volumes maximum potentiellement prélevables tous usages confondus** et sur un cycle annuel complet. Les volumes prélevables sont déterminés dans le but de ne pas recourir aux dispositifs de gestion de crise plus de 2 années sur 10.

Ainsi, les résultats mensuels présentés en phases 5 et 6 correspondent à la fréquence quinquennale sèche pour chaque mois considéré. Pour les des situations de sécheresse plus importantes, la gestion de crise est mise en place et des mesures de restriction des prélèvements sont prises.

Il est important de souligner que pour les eaux superficielles, il s'agit d'une première approche de calcul des volumes prélevables ayant pour objectif d'identifier les sous-bassins les plus sensibles pour lesquels il conviendra de réaliser une optimisation ressource/prélèvements.

Cette première réflexion sert de base aux propositions de répartition des VP par sous-bassin (phase 6), qui tiennent compte prioritairement de la nécessité d'améliorer l'équilibre ressource / prélèvements sur les secteurs déficitaires du bassin, de la répartition actuelle des usages sur le bassin et le cas échéant des marges de manœuvre envisageables pour réduire les prélèvements.

Ainsi ce n'est qu'en phase 6, suite à la présentation des scénarios de répartition des volumes prélevables par sous-bassin et par type d'usages, que les volumes prélevables sont assortis des débits de gestion : Débits Objectifs d'Etiage (DOE) et Débits de Crise Renforcée (DCR), déterminés en chaque point nodal.

Les volumes prélevables sont définis selon des approches spécifiques pour les eaux superficielles (par sous-bassin correspondant aux points nodaux) d'une part, et pour la nappe alluviale de la basse vallée d'autre part.

IX. DETERMINATION DES VOLUMES POTENTIELLEMENT PRELEVABLES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

IX.1. METHODE GENERALE

Le but de la mise en place des Volumes prélevables sur les eaux superficielles est le **respect permanent des débits biologiques et la satisfaction des usages 8 années sur 10**, de façon, d'une part, à contribuer à l'atteinte du bon état des cours d'eau, et d'autre part, à restreindre l'incidence des épisodes de sécheresse sur les usages en limitant l'occurrence des mesures de restriction des prélèvements.

Dans cette première approche, le principe de base de la détermination des volumes prélevables par l'ensemble des usages consiste à considérer l'écart entre les débits naturels reconstitués (définis en phase 3) et les débits biologiques (DB définis en phase 4) à chaque point de référence, tout en prenant en compte le bilan apports / prélèvements. Le calcul est mené de l'aval vers l'amont pour tenir compte de l'effet intégrateur du raisonnement avec notamment la prise en compte aux points nodaux des besoins du milieu et des usages en aval.

L'étude propose des valeurs de volumes prélevables sur l'ensemble du cycle hydrologique. Néanmoins, **l'objectif prioritaire est la détermination des volumes maximum prélevables sur la période estivale**. En effet, dans le cadre de l'étude, qui concerne la gestion globale de la ressource à l'échelle du bassin versant, les notions de débit biologique et de Débit Objectif d'Etiage (DOE) intéressent essentiellement cette période.

De plus, au stade actuel des connaissances scientifiques, on ne dispose pas de méthode de référence permettant de déterminer des débits biologiques sur l'ensemble du cycle hydrologique. Une approche est proposée, fondée sur une annualisation des DB, et intégrant la nécessité d'une variabilité saisonnière des débits (Débits Biologiques Indicatifs définis en phase 4). Mais on gardera à l'esprit que l'étude vise principalement la définition des volumes prélevables à l'étiage et que les volumes prélevables hors étiage ont un caractère indicatif.

La notion de volumes prélevables correspond aux prélèvements nets des usages, c'est-à-dire à la part des prélèvements ne retournant pas au cours d'eau (plus précisément à l'hydrosystème cours d'eau + nappe d'accompagnement lorsqu'elle existe). Ces volumes doivent être potentiellement prélevables par les usages 8 années sur 10, et permettre le respect des DB / DBI en permanence.

La détermination des volumes potentiellement prélevables prend en compte en priorité l'ampleur des écoulements naturels, leur répartition sur le bassin, et les débits biologiques précédemment évalués.

Cependant, l'expérience montre qu'il n'est pas pertinent de déterminer les volumes prélevables par sous-bassin sans considérer également l'ampleur et la répartition géographique des prélèvements existants.

En s'appuyant sur le bilan des ressources et des prélèvements actuels qui a fait l'objet des phases précédentes, les volumes prélevables sont définis à un pas de temps mensuel par

sous-bassin en différenciant les périodes d'étiage (juillet à septembre) et hors étiage (octobre à juin).

Le groupe des sous-bassins du Carami (C1, C2, IS) est traité à part en lien avec son fonctionnement spécifique dû à la retenue de Ste Suzanne.

Les écarts entre les prélèvements actuels et les volumes prélevables sont précisés et serviront de base de réflexion en phase 6 pour l'élaboration des scénarios de répartition des volumes prélevables par sous-bassin et par catégorie d'usages. Cette répartition sera accompagnée aux points nodaux de la détermination des débits de gestion associés : Débits Objectifs d'Etiage (DOE) et Débits de Crise Renforcée (DCR).

IX.2. PRINCIPES

Avant d'exposer les résultats de la méthode de détermination des VP, on présente ci-après quelques principes sur lesquels elle se fonde.

- Le volume total potentiellement prélevable par les usages sur l'ensemble du bassin versant est défini au point nodal de fermeture du bassin de l'Argens soit en A8.
- Ce volume prélevable constitue la somme des volumes prélevables définis à chaque point nodal de fermeture des sous-bassins.
- Les volumes prélevables doivent être assurés 8 années sur 10, ce qui nécessite de raisonner sur l'hydrologie quinquennale sèche. Cette fréquence constitue un seuil pour lequel les débits du cours d'eau sont supérieurs 8 années sur 10 et inférieurs 2 années sur 10.
- Les volumes prélevables sont déterminés au pas de temps mensuel, en cohérence avec la définition du DOE.

IX.3. CALCUL DES VOLUMES POTENTIELLEMENT PRELEVABLES

IX.3.1. ANALYSE GLOBALE

Il s'agit dans une première analyse, de comparer de façon théorique le volume total potentiellement prélevable à l'échelle du bassin versant aux prélèvements nets actuels, afin d'identifier l'importance globale de la sollicitation actuelle de la ressource de l'Argens.

Les prélèvements nets actuels sont ceux estimés en phase 2, pour l'année de référence 2009.

A l'échelle globale du bassin de l'Argens, le volume potentiellement prélevable est établi en sortie du bassin versant et égal à la différence entre le débit quinquennal sec naturel du mois considéré et le débit biologique pour la période d'étiage ou DBI pour la période hors étiage.

Les valeurs de volumes prélevables sont présentées par le tableau suivant, accompagnées des valeurs de prélèvement net actuel cumulé sur l'ensemble du bassin (y compris prélèvement dans la retenue de Ste Suzanne).

	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prélèvement net actuel (millier m³)	1 162	1 213	1 395	2 112	3 531	5 493	7 618	7 477	5 221	3 217	1 549	734
Volume prélevable (millier m³)	10 909	8 398	7 860	9 204	9 746	7 570	7 386	5 287	8 308	7 227	8 203	12 258

Analyse globale à l'échelle du bassin versant de l'Argens

Ce tableau montre que les volumes prélevables globaux sont supérieurs au cumul des prélèvements 10 mois sur 12, lorsqu'on intègre le prélèvement approvisionnant Toulon et sa région. La ressource globale naturelle du bassin versant de l'Argens s'avèrerait donc en théorie suffisante pour satisfaire les besoins du milieu aquatique et les usages actuels à l'exception des mois de juillet et d'août pour lesquels on constate un déficit théorique respectif de 0.2 et 2.2 millions de m³, soit un écart respectif de 3 % et 30 % par rapport aux prélèvements nets actuels en juillet et août.

Mais, en tenant compte du fonctionnement du barrage de Ste Suzanne et de son volume potentiel de déstockage de l'ordre de 5 millions de m³ (Cf. 1.3.2.ii *Analyse avec influence de la retenue de Ste Suzanne*), les déficits des mois de juillet et août se trouvent compensés, et on dispose dans ces conditions d'une ressource suffisante sur l'ensemble de l'année et pour tous les usages.

Cette analyse reste globale et théorique, puisqu'elle lisse les hétérogénéités des situations des différents sous-bassins, tant en termes d'apport naturel que de besoins du milieu et des usages ; elle montre néanmoins que dans sa globalité et pour l'occurrence quinquennale sèche, le bassin versant de l'Argens n'est pas déficitaire au regard des usages actuels.

Afin de préciser l'analyse et notamment de mettre en évidence les zones les plus sensibles du bassin versant de l'Argens, il convient donc d'effectuer une analyse à l'échelle des sous-bassins.

IX.3.2. ANALYSE PAR SOUS-BASSIN

Le calcul des volumes prélevables est mené dans un premier temps pour l'ensemble des sous-bassins à l'exception de l'affluent le Carami en lien avec son fonctionnement spécifique dû à la retenue de Ste Suzanne. Le groupe de sous-bassins du Carami constitué des trois sous-bassins C1, C2, IS est analysé dans un deuxième temps.

IX.3.2.i. Sous-bassins hors Carami

Pour le calcul des volumes potentiellement prélevables on distinguera deux périodes au cours de l'année : la période d'étiage (juillet à septembre) et la période hors étiage.

✓ Hors période étiage

Il s'agit de la période s'étalant d'octobre à juin qui présente le plus souvent une ressource naturelle supérieure ou proche de la somme [prélèvements nets actuels + Débit Biologique Indicatif].

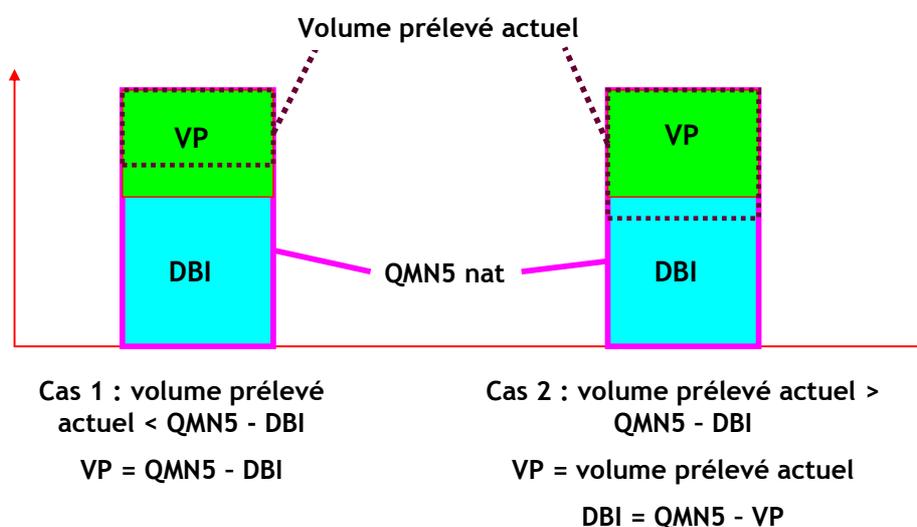
On rappelle que les DBI sont issus d'une extrapolation du Débit Biologique estival ayant pour objectif de restituer la tendance de fluctuation saisonnière naturelle. Cette extrapolation est basée sur la pondération du DB par le ratio entre le débit mensuel

quinquennal sec du mois considéré par le débit mensuel quinquennal sec du mois d'août (cf. phase 4).

Remarque : Cette approche de calcul des DBI mise en œuvre par GEI pour d'autres études de définition des volumes prélevables a reçu l'aval de l'ONEMA, à défaut de l'existence d'une méthode de référence.

Pour les mois où la ressource naturelle quinquennale sèche est supérieure à la somme des prélèvements actuels et DBI, le volume prélevable est supérieur au volume net prélevé actuel (cf. figure cas 1).

Dans le cas contraire, les DBI ont été légèrement ajustés à la baisse de façon à obtenir un volume prélevable équivalent au prélèvement net actuel (cas 2).



Les valeurs de volume prélevable (également traduites en débit prélevable) en chaque sous-bassin sont présentées dans le tableau de la page suivante, qui donne aussi les valeurs de DBI, éventuellement ajustées. On rappelle, comme souligné en préambule, que dans l'attente d'une méthode de référence permettant de définir des débits biologiques sur l'ensemble du cycle annuel, **les valeurs des volumes prélevables hors étiage sont indicatives.**

Dans ce tableau, le surlignage en bleu fait ressortir les volumes prélevables supérieurs aux volumes prélevés actuellement, les valeurs de DBI correspondent alors aux valeurs de DBI calculées au chapitre précédent ; cela correspond à une situation favorable permettant de satisfaire à la fois les besoins des milieux aquatiques et ceux des usages,

Le surlignage en jaune indique les sous-bassins pour lesquels les DBI ont été ajustés afin d'obtenir un volume prélevable en cohérence avec les volumes prélevés actuellement.

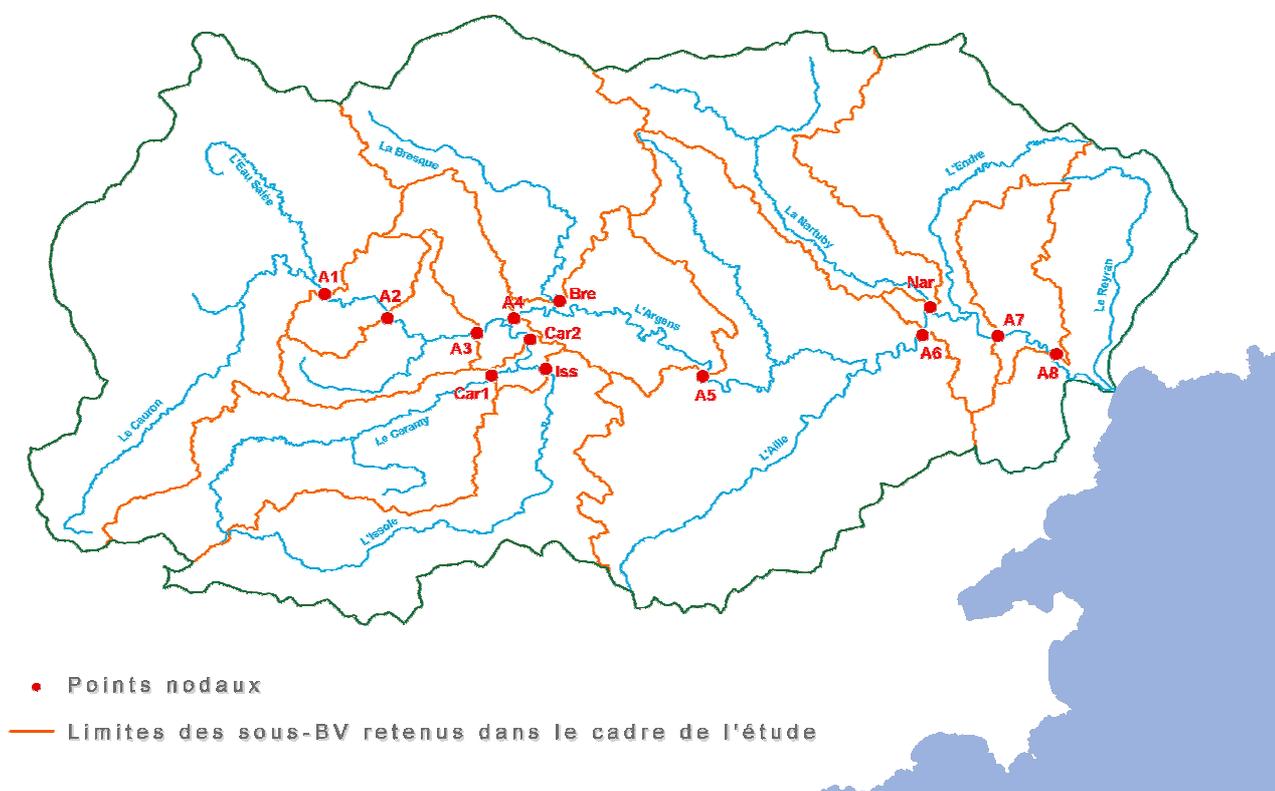
Le surlignage en rouge indique les sous-bassins pour lesquels le DBI ne peut être abaissé car étant déjà égal à la valeur du débit biologique d'étiage et pour lesquels les volumes prélevés actuels sont supérieurs aux volumes prélevables.

On rappelle dans le tableau suivant la liste des points nodaux et les noms des sous-bassins.

Code sous-bassin	Points nodaux délimitant le sous-bassin	Nom sous-bassin
Bassin de l'Argens		
A1	Source - A1*	L'Argens de sa source à Chateaufort
A2	A1* - A2	L'Argens de Chateaufort à l'aval de Correns
A3	A2 - A3	L'Argens de l'aval de Correns à l'amont de Carcès
A4	A3 - A4	L'Argens de l'amont de Carcès à l'aval de Carcès
A5	A4 - A5	L'Argens de l'aval de Carcès à l'amont du seuil de la Vacquière
A6	A5 - A6	L'Argens de l'amont du seuil de la Vacquière à l'amont du Muy
A7	A6 - A7**	L'Argens de l'amont du Muy à Roquebrune sur Argens
A8	A7** - A8	L'Argens de Roquebrune sur Argens au seuil de Verteil
Affluents		
Car1	Source - Car1*	Le Carami de sa source à Vins-sur-Carami
Car2	Car1* - Car2	Le Carami de Vins-sur-Carami à la confluence avec l'Argens
Iss	Source - Iss	L'Issole de sa source à Cabasse
Bre	Source - Bre	La Bresque de sa source au Pont-Roux
Nar	Source - Nar	La Nartuby de sa source au Muy

* point stratégique de référence

** point stratégique de référence et point de confluence



Sous-bassin	Prélèvements et VP	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Oct	Nov	Déc
A1	Prélèvement net actuel (millier m3)	166	181	157	260	341	500	384	276	217
	Volume prélevable (millier m3)	1239	1187	1053	1332	1779	1488	255	953	1047
	Débit prélevable (m3/s)	0.46	0.49	0.39	0.51	0.66	0.57	0.10	0.37	0.39
	DBI (m3/s)	0.64	0.67	0.54	0.71	0.92	0.79	0.54	0.54	0.54
A2	Prélèvement net actuel (millier m3)	6	6	6	24	122	196	42	15	6
	Volume prélevable (millier m3)	291	261	234	291	367	297	166	261	271
	Débit prélevable (m3/s)	0.11	0.11	0.09	0.11	0.14	0.11	0.06	0.10	0.10
	DBI (m3/s)	0.73	0.76	0.61	0.80	1.0	0.88	0.60	0.60	0.63
A3	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	<1	62	133	182	138	46	<1
	Volume prélevable (millier m3)	197	167	151	185	220	171	96	153	199
	Débit prélevable (m3/s)	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	0.04	0.06	0.07
	DBI (m3/s)	0.88	0.90	0.73	0.95	1.2	1.0	0.70	0.72	0.77
A4	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Volume prélevable (millier m3)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	694	<1	<1
	Débit prélevable (m3/s)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.26	< 0.01	< 0.01
	DBI (m3/s)	1.8	1.8	1.4	1.8	2.1	1.9	1.4	1.6	1.9
A5	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	<1	<1	129	149	6	<1	<1
	Volume prélevable (millier m3)	<1	<1	<1	<1	129	149	533	163	472
	Débit prélevable (m3/s)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05	0.06	0.20	0.06	0.18
	DBI (m3/s)	2.9	2.7	2.2	2.7	3.0	2.5	1.8	2.3	3.0
A6	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	13	100	162	316	186	<1	<1
	Volume prélevable (millier m3)	2062	1476	1259	1376	1029	850	1504	1601	2649
	Débit prélevable (m3/s)	0.77	0.60	0.47	0.53	0.38	0.33	0.56	0.62	0.99
	DBI (m3/s)	4.7	4.1	3.4	4.3	4.6	3.5	3.1	3.7	5.1
A7	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Volume prélevable (millier m3)	2251	1395	1293	1498	1366	1111	1370	1549	3030
	Débit prélevable (m3/s)	0.84	0.57	0.48	0.58	0.51	0.43	0.51	0.60	1.13
	DBI (m3/s)	6.0	5.0	4.3	5.2	5.3	4.3	3.9	4.6	6.7
A8	Prélèvement net actuel (millier m3)	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1
	Volume prélevable (millier m3)	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1
	Débit prélevable (m3/s)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	DBI (m3/s)	6.1	5.2	4.4	5.3	5.4	4.3	4.1	4.7	6.9
Bre	Prélèvement net actuel (millier m3)	372	434	430	538	603	797	571	413	365
	Volume prélevable (millier m3)	1001	791	724	864	905	797	695	788	973
	Débit prélevable (m3/s)	0.37	0.32	0.27	0.33	0.34	0.31	0.26	0.30	0.36
	DBI (m3/s)	0.92	0.80	0.67	0.83	0.84	0.53	0.64	0.75	0.90
Nar	Prélèvement net actuel (millier m3)	226	245	236	334	419	635	399	259	207
	Volume prélevable (millier m3)	1465	1271	1302	1398	1356	1256	1181	1198	1435
	Débit prélevable (m3/s)	0.55	0.52	0.49	0.54	0.51	0.48	0.44	0.46	0.54
	DBI (m3/s)	0.89	0.84	0.79	0.87	0.82	0.79	0.71	0.75	0.87

	Volume prélevables > Volume prélevé actuel
	Volume prélevables = Volume prélevé actuel
	Volume prélevables < Volume prélevé actuel

Volumes / débits /DBI par sous-bassin aux points nodaux hors Carami (HORS PERIODE ETIAGE)

D'une façon générale, les résultats du tableau page précédente font apparaître une situation hors période d'étiage satisfaisante avec une large majorité de volumes prélevables supérieurs ou égaux aux valeurs de volumes prélevés actuels.

Les sous-bassins pour lesquels les volumes prélevables sont égaux aux volumes prélevés sont A4, A5, A8 et la Bresque. Leurs DBI ont fait l'objet d'ajustement de faible ampleur avec une moyenne de l'ordre de 4 %, **sans conséquence significative pour le milieu aquatique étant donné le principe du calcul initial des DBI** (estimation par ratio) et le fait qu'ils se situent nettement au dessus des valeurs des débits biologiques de la période d'étiage.

Seuls les sous-bassins A1 et A3 ont, pour le mois d'octobre, des volumes prélevables sensiblement inférieurs aux prélèvements nets actuels, sans possibilité d'ajustement des DBI, ceux-ci étant déjà égaux aux débits biologiques définis pour la période d'étiage. Le fait que seul le mois d'octobre soit concerné est lié aux possibilités de prolongation de l'étiage estival au début de l'automne notamment sur les sous-bassins amont ainsi qu'au maintien d'un niveau de prélèvement relativement soutenu sur ces sous-bassins.

L'écart observé entre le prélèvement net actuel et le volume prélevable est de 34% pour A1 et 30 % pour A3. Pour le sous-bassin A3, il apparaît envisageable de mutualiser les volumes prélevables avec le sous-bassin amont (A2) pour rééquilibrer la situation. En revanche, pour le sous-bassin A1, situé en tête du réseau hydrographique, il conviendra d'envisager une réduction des prélèvements.

Ces éléments seront développés en phase 6 lors de l'élaboration des scénarios de répartition des VP.

✓ *Période d'étiage*

Cette période concerne les mois de **juillet à septembre** pour lesquels, pour certains sous-bassins, **la ressource quinquennale sèche naturelle est inférieure à la somme [prélèvements nets actuels + Débits Biologiques]**.

Trois sous-bassins - A2, A3, et la Bresque - apparaissent concernés.

Les volumes prélevables dans chaque sous-bassin sont évalués par confrontation entre les débits naturels, la valeur du DB et les valeurs actuelles de prélèvement.

Les volumes maximum prélevables en période d'étiage sont ainsi, pour les sous-bassins A2, A3 et pour la Bresque, inférieurs aux prélèvements nets actuels, ce qui suppose à terme qu'il sera nécessaire de réduire les volumes prélevés par les usages pour respecter les DB.

Le cas de A1 est un peu particulier : l'étiage peut se prolonger en automne, avec une ressource naturelle quinquennale sèche moindre en octobre qu'en septembre. En juillet et août, ce sous-bassin n'est pas déficitaire ; en septembre, le déficit est moindre (de l'ordre de 1 %, valeur inférieure à la marge d'incertitude des estimations, alors qu'il est de 34 % en octobre) et on peut considérer que le volume prélevable de septembre est équivalent au prélèvement net actuel.

Les 6 autres sous-bassins - A4, A5, A6, A7, A8, et la Nartuby - présentent une ressource suffisante pour respecter les DB tout en assurant les usages actuels.

Les volumes prélevables de juillet à septembre ainsi que les valeurs associées de débit prélevable en chaque sous-bassin sont présentés par le tableau suivant. Il se rapporte à la situation quinquennale sèche, indépendamment pour chaque mois (et non pour l'ensemble

de la période d'étiage). Ce tableau rappelle également les valeurs de volumes actuellement prélevés ainsi que les valeurs de DB.

Les mois pour lesquels les volumes prélevables sont supérieurs ou égaux aux prélèvements nets actuels sont soulignés en bleu et en rouge pour la situation contraire.

Sous-bassin	Prélèvements et VP	Juil	Août	Sept
A1	Prélèvement net actuel (millier m3)	660	638	527
	Volume prélevable (millier m3)	1516	1047	527
	Débit prélevable (m3/s)	0.57	0.39	0.20
	DB (m3/s)	0.54	0.54	0.54
A2	Prélèvement net actuel (millier m3)	286	286	68
	Volume prélevable (millier m3)	270	210	179
	Débit prélevable (m3/s)	0.10	0.08	0.07
	DB (m3/s)	0.60	0.60	0.60
A3	Prélèvement net actuel (millier m3)	220	223	186
	Volume prélevable (millier m3)	183	122	107
	Débit prélevable (m3/s)	0.07	0.05	0.04
	DB (m3/s)	0.70	0.70	0.70
A4	Prélèvement net actuel (millier m3)	< 1	< 1	< 1
	Volume prélevable (millier m3)	298	82	341
	Débit prélevable (m3/s)	0.11	0.03	0.13
	DB (m3/s)	1.4	1.4	1.4
A5	Prélèvement net actuel (millier m3)	207	203	104
	Volume prélevable (millier m3)	241	214	181
	Débit prélevable (m3/s)	0.09	0.08	0.07
	DB (m3/s)	1.8	1.8	1.8
A6	Prélèvement net actuel (millier m3)	567	558	381
	Volume prélevable (millier m3)	670	639	2385
	Débit prélevable (m3/s)	0.25	0.24	0.92
	DB (m3/s)	2.4	2.4	2.4
A7	Prélèvement net actuel (millier m3)	21	35	< 1
	Volume prélevable (millier m3)	1002	834	1202
	Débit prélevable (m3/s)	0.37	0.31	0.46
	DB (m3/s)	2.9	2.9	2.9
A8	Prélèvement net actuel (millier m3)	< 1	< 1	< 1
	Volume prélevable (millier m3)	< 1	< 1	26
	Débit prélevable (m3/s)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	DB (m3/s)	3.0	3.0	3.0
Bre	Prélèvement net actuel (millier m3)	970	974	799
	Volume prélevable (millier m3)	723	509	878
	Débit prélevable (m3/s)	0.27	0.19	0.34
	DB (m3/s)	0.47	0.47	0.47
Nar	Prélèvement net actuel (millier m3)	677	648	561
	Volume prélevable (millier m3)	1349	806	1529
	Débit prélevable (m3/s)	0.50	0.30	0.59
	DB (m3/s)	0.54	0.54	0.54

	Volume prélevables > Volume prélevé actuel
	Volume prélevables = Volume prélevé actuel
	Volume prélevables < Volume prélevé actuel

**Volumes / débits / DB par sous-bassin aux points nodaux hors
Carami (PERIODE ETIAGE)**

Le tableau de la page suivante présente, pour chacun des 4 sous-bassins identifiés précédemment, les écarts en % entre volume prélevable (VP) et prélèvement net (Pnet) correspondant aux réductions de prélèvement ou aux mutualisations de volumes prélevables qu'il conviendra d'envisager en phase 6.

	Juillet			Août			Septembre			Octobre		
	Pnet	VP	%	Pnet	VP	%	Pnet	VP	%	Pnet	VP	%
A1										384	255	34%
A2	286	270	6%	286	210	27%						
A3	220	183	17%	223	122	45%	186	107	42%	138	96	30%
BR	970	723	25%	974	509	48%						

Écarts entre prélèvements nets actuels et volumes prélevables

Les sous-bassins A2 et A3 présentent pour les mois de juillet et août un écart significatif entre le volume prélevable (VP) et le volume prélevé net actuel (Pnet) (respectivement 27 % et 45 % en août).

Pour le sous-bassin A3, ce déficit s'observe également en septembre pour se prolonger, à l'image du sous-bassin A1, jusqu'en octobre.

La situation est cependant à relativiser car, pour les mois de juillet et août, la ressource globalisée des trois sous-bassins amont (A1, A2, A3) apparaît suffisante pour couvrir l'ensemble des usages actuels sans avoir recours à une réduction des prélèvements. De même, la mutualisation de la ressource des sous-bassins A2 et A3 permet de satisfaire les usages actuels pour le mois de septembre.

Le sous-bassin de la Bresque présente en juillet et en août un écart significatif entre le volume prélevable et celui prélevé actuellement. Cet écart est de 25 % en juillet pour atteindre 48 % en août. Cette situation déficitaire se rencontre, en moindre mesure, dès le mois de juin, ayant conduit à une réduction du DBI pour équilibrer le volume prélevable aux prélèvements nets. Pour la Bresque, des mesures de réduction des prélèvements devront donc être envisagées en juillet et août afin de garantir les Débits Biologiques ainsi que les usages 4 années sur 5. La situation s'améliore théoriquement en septembre avec l'augmentation de la ressource. Néanmoins ce mois présentant une hydrologie particulièrement contrastée en lien avec les pluies d'automne, voit généralement ses premières semaines comme une continuité de l'étiage estival, nécessitant la prolongation des efforts de réduction des prélèvements d'août.

IX.3.2.ii. Sous-bassins du Carami

Le Carami, affluent de l'Argens, présente un fonctionnement global influencé par la retenue de Ste Suzanne. Cette retenue d'une capacité théorique de 7.8 millions de m³ permet de lisser l'irrégularité saisonnière de la ressource naturelle du sous-bassin en stockant lors des mois à fort écoulement (novembre à mai) pour déstocker en période de faibles écoulements (juin à octobre).

✓ Analyse hors influence de la retenue de Ste Suzanne

Dans un premier temps, l'analyse globale du Carami hors influence de la retenue de Ste Suzanne par comparaison entre les Pnet et les VP met logiquement en évidence une situation satisfaisante pour la période de novembre à mai (ressource la plus forte) tandis que la situation est déficitaire pour la période de juin à octobre (ressource la plus faible). Ceci est illustré par les chiffres du tableau suivant.

Sous-bassin	Prélèvements et VP	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Carami global	Prélèvement net actuel (millier m3)	1374	1203	1389	1509	2005	2985	4166	4065	2840	1850	1175	892
	Volume prélevable (millier m3)	2404	1852	1843	2261	2595	1450	1214	906	959	733	1537	2182



 Volume prélevables > Volume prélevé actuel
 Volume prélevables < Volume prélevé actuel
Pnet /VP branche globale du Carami

Cette analyse masque cependant une hétérogénéité au sein du Carami. En effet, l'analyse par sous-bassin (C1, C2, Issole) souligne une situation très différente d'un point nodal à l'autre du fait d'une forte hétérogénéité de la ressource et des prélèvements actuels entre les 3 sous-bassins. Le tableau ci-après présente les Pnet et VP par sous-bassins ainsi que les DBI et DB sur l'ensemble des mois de l'année.

Sous-bassin	Prélèvements et VP	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
C1	Prélèvement net actuel (millier m3)	< 1	< 1	3	100	159	237	357	343	250	138	2	< 1
	Volume prélevable (millier m3)	915	780	765	934	1037	683	645	449	565	503	742	927
	Débit prélevable (m3/s)	0.34	0.32	0.29	0.36	0.39	0.26	0.24	0.17	0.22	0.19	0.29	0.35
	DBI et DB (m ³ /s)	0.61	0.57	0.51	0.64	0.69	0.47	0.30	0.30	0.30	0.34	0.51	0.62
C2	Prélèvement net actuel (millier m3)	1365	1171	1327	1247	1559	2265	3153	3068	2103	1463	1092	935
	Volume prélevable (millier m3)	1255	1045	1060	907	895	232	56	21	69	146	724	1006
	Débit prélevable (m3/s)	0.47	0.43	0.40	0.35	0.33	0.09	0.02	0.01	0.03	0.05	0.28	0.38
	DBI et DB (m ³ /s)	0.98	0.88	0.73	0.91	1.01	0.79	0.55	0.55	0.55	0.64	0.78	1.05
IS	Prélèvement net actuel (millier m3)	40	37	58	162	288	483	656	655	487	249	81	19
	Volume prélevable (millier m3)	234	27	18	420	663	536	514	435	325	85	71	249
	Débit prélevable (m3/s)	0.09	0.01	0.01	0.16	0.25	0.21	0.19	0.16	0.13	0.03	0.03	0.09
	DBI et DB (m ³ /s)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.14	0.11	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09



 Volume prélevables > Volume prélevé actuel
 Volume prélevables < Volume prélevé actuel
Volumes / débits /DBI par sous-bassin aux points nodaux branche Carami

Si le sous-bassin du Carami amont (C1) présente une situation satisfaisante tout au long de l'année, avec un VP nettement supérieur aux Pnet, il n'en est pas de même avec les sous-bassins de l'Issole (IS) et du Carami aval.

L'Issole montre une première situation défavorable en février et mars en lien avec les étiages hivernaux puis une deuxième période de juillet à novembre avec les étiages estivaux se prolongeant en automne. Les écarts entre Pnet et VP sont significatifs, compris

entre 10 et 70 % avec 33 % août. Le sous-bassin de l'Issole nécessitera par conséquent une réduction des prélèvements afin de satisfaire les besoins du milieu aquatique ainsi que ceux des usages 8 années sur 10.

Le sous-bassin du Carami aval présente, hors influence de la retenue de Ste Suzanne, un fonctionnement déficitaire quasiment tout au long de l'année à l'exception du mois de décembre, qui tient évidemment à l'importance du prélèvement pour la ville de Toulon et sa région. L'écart cumulé sur l'ensemble des mois atteint 13 millions de m³. Une telle situation correspondrait à un événement de période de retour nettement supérieur à 5 ans (cumul de mois quinquennaux secs) et ne peut donc être utilisée comme référence mais permet de mettre en évidence la nécessité du stockage/déstockage de la retenue de Ste Suzanne.

Cette situation hétérogène illustre le caractère particulier du bassin du Carami, dont l'analyse doit être menée globalement afin de mutualiser la ressource et pouvoir prendre en compte le fonctionnement de la retenue de Ste Suzanne qui est principalement alimentée par les écoulements du sous-bassin C1.

✓ *Analyse avec influence de la retenue de Ste Suzanne*

L'analyse globale du Carami avec influence du barrage de Ste Suzanne ne peut être envisageable sur la même base de bilans mensuels quinquennaux secs, du fait de l'effet de **stockage/déstockage de la retenue sur plusieurs mois consécutifs**.

Il convient donc de réaliser une modélisation simplifiée mensuelle type bilan entrée/sortie sur la chronique disponible (1992-2011 ; 20 ans) pour estimer le nombre d'années ne satisfaisant pas les besoins des usages et d'en déduire les réductions nécessaires pour atteindre l'objectif moyen de 4 années sur 5 de satisfaction.

Pour cette modélisation simplifiée, les principes suivants sont retenus :

- ✓ le bilan entrée/sortie est effectué à partir de l'hydrologie naturelle du point nodal C2 en sortie du Carami et du cumul des prélèvements nets des trois sous-bassins (C1, C2, IS), le surplus d'écoulement venant alors remplir la retenue si celle-ci s'avère partiellement remplie ou le déficit en écoulement venant alors déstocker la retenue si celle-ci n'a pas atteint les valeurs plancher de volume ;
- ✓ les valeurs plancher de volume de la retenue sont fixées à 2.7 millions de m³ (cote plan d'eau : 163 m NGF) en période estivale et 2.4 millions de m³ en hiver (cote plan d'eau : 162.50 m NGF) afin de maintenir une qualité des eaux satisfaisante (selon Dossier d'autorisation au titre du Code de l'Environnement pour la modification du débit en aval du barrage de Carcès, Ville de Toulon, SOGREA 2009) conduisant à un volume utile déstockable de l'ordre 5.1 à 5.4 millions de m³ ;
- ✓ les débits de sortie correspondent au minimum aux DB et DBI du point nodal C2 ;
- ✓ les années sont définies comme satisfaisantes lorsque les DBI et DB sont respectés et que le volume de la retenue n'est pas descendu en dessous des valeurs plancher.

Les résultats détaillés sont présentés en annexe 13.

Le tableau suivant synthétise les résultats de la modélisation sur 20 ans en considérant plusieurs configurations de prélèvement :

- ✓ niveau actuel,
- ✓ prélèvements réduits de 25 % sur l'ensemble de l'année,
- ✓ prélèvements réduits de 25 % sur la période juin à octobre,

- ✓ prélèvements réduits de 33 % sur la période juin à octobre.

Ces résultats font apparaître qu'en considérant les Pnet actuels, les volumes plancher de la retenue de Ste Suzanne et les DBI et DB calculés en phase 4, la satisfaction des usages n'est atteinte en moyenne que 1 année sur 2.

En réduisant les prélèvements nets sur l'ensemble des trois sous bassins de 25%, la satisfaction des usages augmente sensiblement pour atteindre 2 années sur 5. On constate que le résultat est le même avec une réduction de juin à octobre que sur toute l'année.

Avec une réduction des prélèvements de 33% de juin à octobre, la satisfaction des usages atteint 3 années sur 5, avec non satisfaction résiduelle pour la période 2004-2008.

On nuancera ces résultats par le fait que la période 2004-2008 constitue un épisode de sécheresse marqué dont la période de retour probablement élevée perturbe la chronique d'étude, ayant tendance à majorer le pourcentage de réduction des prélèvements pour atteindre l'objectif de satisfaction 4 années sur 5.

année	actuel	réduction Pnet 25 % toute l'année	réduction Pnet 25 % juin à octobre	réduction Pnet 33 % juin à octobre
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
nombre d'années satisfaisantes	10	12	12	15
nombre d'années non satisfaisantes	10	8	8	5

année satisfaisante
 année non satisfaisante

Analyse sur 20 ans 1992-2011

On a renouvelé l'analyse précédente en supprimant l'épisode de 2004 à 2008 ; on obtient alors une chronique de 15 ans (1992-2003 / 2009-2011), pour laquelle la satisfaction des usages 4 années sur 5 est atteinte pour une réduction des prélèvements nets de 25 % sur la période juin à octobre.

année	actuel	réduction Pnet 25 % juin à octobre
1992		
1993		
1994		
1995		
1996		
1997		
1998		
1999		
2000		
2001		
2002		
2003		
2009		
2010		
2011		
nombre d'années satisfaisantes	10	12
nombre d'années non satisfaisantes	5	3

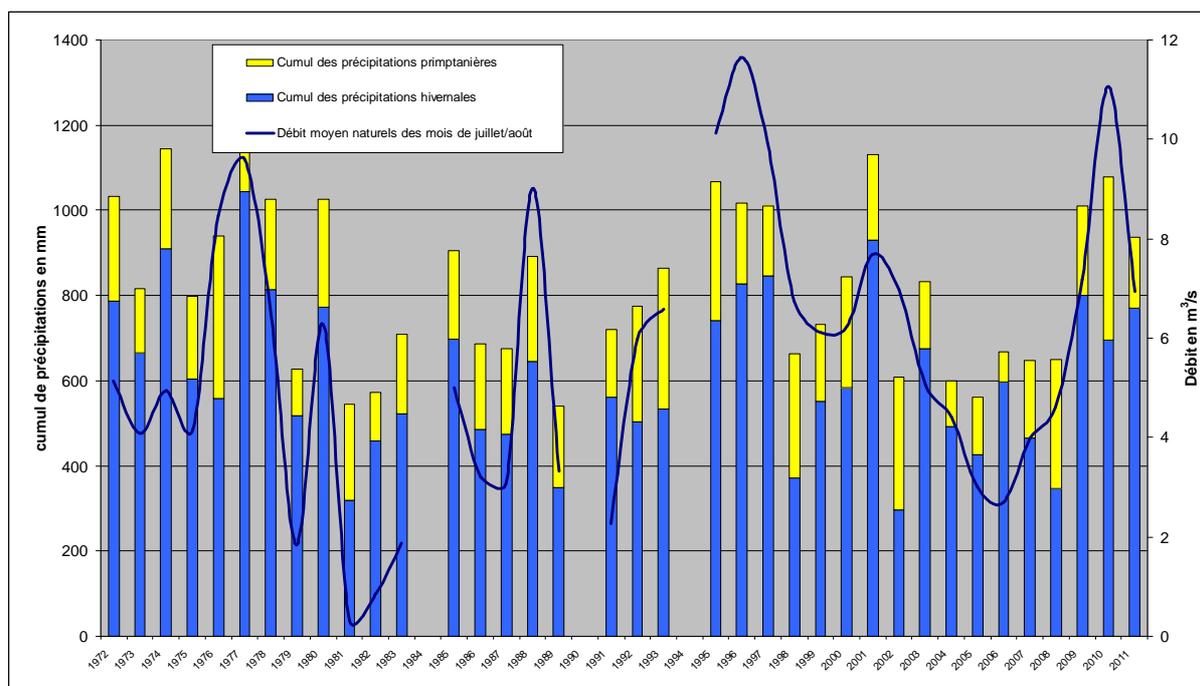
année satisfaisante
 année non satisfaisante

Analyse sur 15 ans 1992-2003 2009-2011

Au regard de ces résultats, il apparaît que la réduction des prélèvements nets permettant d'atteindre l'objectif de satisfaction des usages 4 années sur 5 se situe entre 25 et 33 % sur la période de juin à octobre. Nous retiendrons donc pour la phase 6 une valeur moyenne de 30 % de réduction pour la période de juin à octobre pour les sous-bassins C1, C2 et l'Issole.

IX.4. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'analyse de l'hydrologie et de la pluviométrie sur les 40 dernières années, menée en phase 3, a mis en évidence que d'une façon globale, il ne se dégageait pas de tendance significative d'évolution pour les pluies ou les débits du bassin versant de l'Argens.



Evolution de la pluviométrie (stations de Cotignac, Le Luc, Comps StJean, Fréjus) et de l'hydrologie (station de Roquebrune/Argens) 1972-2012

A l'horizon 2050, en conservant une tendance évolutive relativement neutre comme constatée au cours de ces 40 dernières années, le bassin de l'Argens ne devrait donc être que peu impacté par le changement climatique. Ceci est à rapprocher du fonctionnement fortement karstique du bassin versant de l'Argens, qui a pour effet de « lisser » les fluctuations saisonnières de la pluviométrie. En effet, les modèles de prévision sur l'arc méditerranéen prédisent plus un accroissement des extrêmes (sécheresse, forte pluie) qu'une modification de la moyenne annuelle des pluies, impactant principalement les bassins à ruissellement plus ou moins direct sans structure réservoir (absence de karst).

Néanmoins, pour les sous-bassins à l'hydrologie estivale naturellement restreinte (Issole, Aille, ...) due à des fonctionnements particuliers (pertes, absence de soutien par des sources karstiques, ...), des réductions d'écoulements d'étéage sont probables.

IX.5. CONCLUSION - PROPOSITIONS DE SCENARIOS

En théorie, la ressource globale naturelle à l'échelle du bassin versant de l'Argens s'avérerait suffisante pour respecter les objectifs de bon état écologique ainsi que la satisfaction des usages 8 années sur 10.

Cependant, si dans les faits ce constat est vérifié pour les trois quarts des sous-bassins de la zone d'étude, certains sous-bassins présentent un déséquilibre entre ressource et prélèvements nécessitant une mutualisation de la ressource avec d'autres sous-bassins ou une réduction des prélèvements afin d'atteindre les objectifs fixés aux différents points nodaux.

Pour les sous-bassins situés en extrémité amont du réseau hydrographique, seule une réduction des prélèvements est envisageable : Bresque, Issole, et en moindre mesure Argens amont Châteauvert (A1). La période de réduction concerne juillet à octobre (sauf pour A1 où seul octobre est déficitaire) avec pour l'Issole un prolongement en novembre et février-mars.

Pour les sous-bassins intermédiaires tels A2, A3 et C2, une mutualisation de la ressource avec les sous-bassins amont apparaît nécessaire pour atteindre les objectifs. Pour le sous-bassin C2, elle devra s'accompagner d'une réduction des prélèvements actuels.

Cette mutualisation de la ressource et la réduction des prélèvements de certains sous-bassins sont abordées en phase 6 à travers les scénarios d'optimisation pour lesquels les débits de gestion - Débits Objectifs d'Étiage (DOE) et Débits de Crise Renforcée (DCR) - sont estimés au droit de chaque point nodal de la zone d'étude, en fonction de scénarios de répartition des VP par sous-bassin et par type d'usages.

Concernant l'impact de l'évolution climatique à horizon 2050 sur les volumes prélevables de l'Argens, celui-ci devrait être faible à l'échelle du bassin, mais pourrait être significatif localement sur certains affluents. Un scénario de baisse des écoulements d'étiage sera réalisé en phase 6 pour tester la sensibilité des sous-bassins de l'Argens.

X. DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES SUR LA NAPPE ALLUVIALE DE L'ARGENS

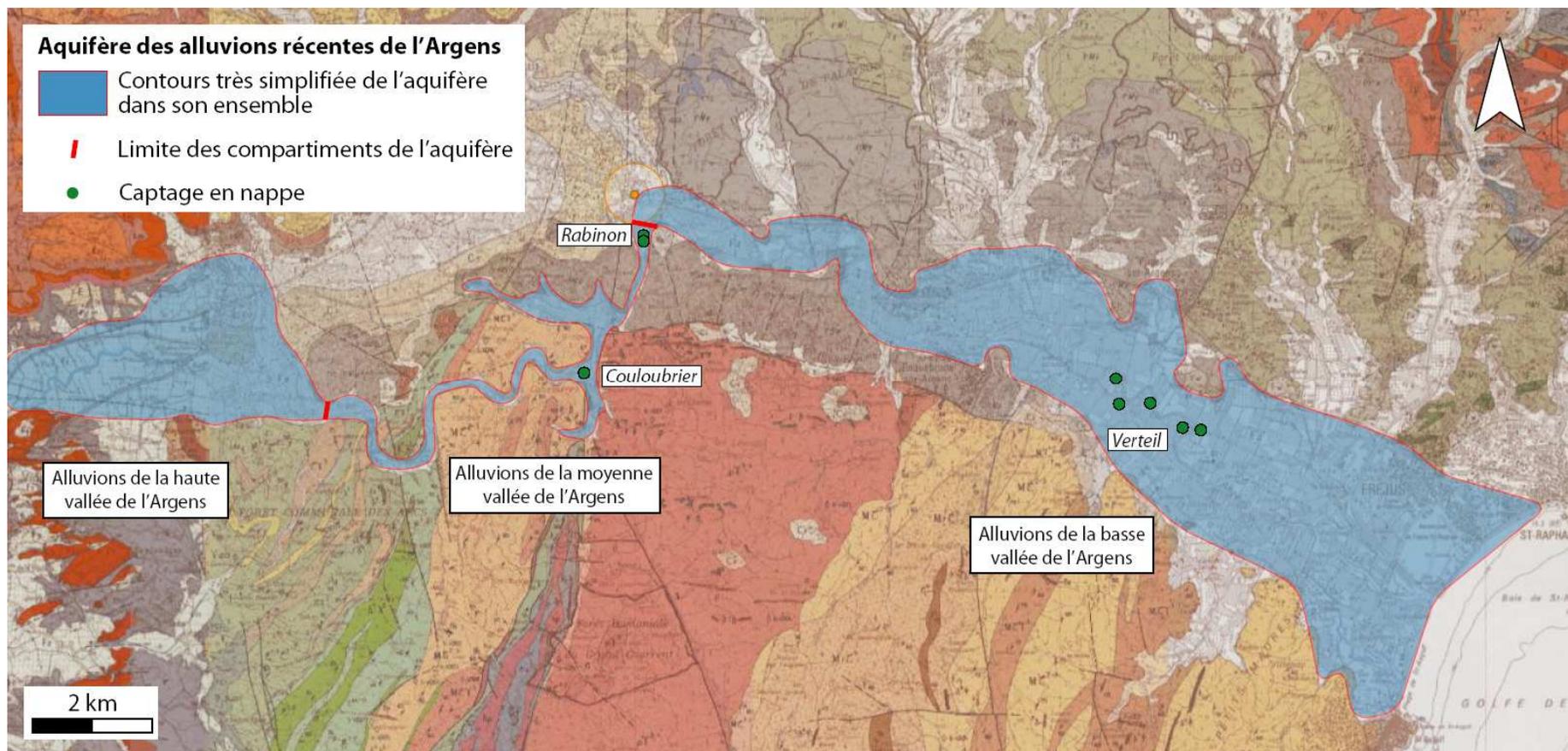
La détermination des volumes maximum prélevables découle des réflexions des phases précédentes :

- bilan des prélèvements (phase 2) ;
- quantification de la nappe alluviale dans la basse vallée de l'Argens, en décryptant son fonctionnement (phase 3) ;
- définition des objectifs de gestion de la nappe alluviale (phase 4).

A ce stade, ont été mis en évidence :

- L'absence de conflits d'usage sur la nappe alluviale qui est exclusivement exploitée pour l'approvisionnement en eau potable par le Syndicat de l'Eau du Var Est (SEVE).
- Une relative indépendance de la nappe alluviale vis-à-vis du fleuve Argens dans les zones de captages, pour les parties basse et moyenne de la vallée. Les échanges nappe-rivière seront étudiés de façon plus exhaustive dans le cadre de l'étude complémentaire qui fera suite à la présente étude VP.
- L'exploitation des alluvions de la basse vallée depuis longtemps au maximum de leur capacité (4-6 Mm³/an ; 250 l/s). La gestion des alluvions de la basse vallée consiste à stabiliser un stock d'eau salée « historique » situé à l'aval immédiat des captages actuels.
- Les réserves significatives que constituent les alluvions de la moyenne vallée, qui sont actuellement peu exploitées (4-6 Mm³/an ; 200 l/s) au regard de ces réserves.
- La nécessité de baser la gestion de l'aquifère de la basse vallée sur le suivi de plusieurs paramètres : (1) les teneurs en chlorure en amont et en aval des captages, associées aux sulfates pour détecter une intrusion d'eau marine, complétées (2) du débit du fleuve Argens et (3) du cumul de pluies mensuelles pour appréhender le déficit d'alimentation du réservoir souterrain à des échelles infra et pluriannuelles. La piézométrie peut constituer un guide à l'exploitation mais pas un véritable indicateur de gestion, sauf en cas de crise. La gestion des alluvions de la moyenne vallée peut se baser sur le seul suivi de la piézométrie.

La phase 5 a pour objectif de définir les volumes/débits maximums prélevables sur les alluvions de l'Argens, dans la partie basse de la vallée, au regard des résultats des phases précédentes.



Contours très simplifiés de l'aquifère des alluvions récentes de l'Argens (d'après la carte BRGM du site Infoterre)
 Localisation des compartiments de l'aquifère et des principaux captages

X.1. CONTRAINTES SUR LA NAPPE ALLUVIALE DU BAS ARGENS

X.1.1. SIMPLE BILAN SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION

Un tel bilan a été réalisé par Durozoy et al. (1969), sur la basse vallée (uniquement la zone alluviale) :

- Pluie moyenne (Fréjus) : 0,80 m
- Evapotranspiration : 0,60 m
- Réservoir : 25 km²
- Volume annuel : 5 Mm³/an

On notera que cette approche, très simplifiée, qui ne prend pas en compte les apports versants, fournit néanmoins des résultats cohérents avec l'historique d'exploitation.

La réalisation d'un bilan plus précis (volume annuel entrant dans l'aquifère obtenu par application du calcul de la pluie efficace sur un impluvium hydrogéologique) serait assez hasardeuse du fait de la nature des différents paramètres à utiliser qui sont souvent des moyennes et dont la représentativité n'est jamais assurée :

- La pluviométrie est moyenne pour un impluvium hydrogéologique de cette surface car la représentativité de chaque station utilisée dans la moyenne n'est pas connue, a fortiori dans un secteur caractérisé par une multitude de microclimats ;
- Le coefficient d'infiltration est toujours très approximatif. Il varie notamment en fonction de l'intensité des pluies et de la pente. Ce facteur prend une grande importance dans un impluvium hydrogéologique où les apports versants sont significatifs.
- L'évapotranspiration est souvent mal connue et présente des marges d'erreur importante. Une seule valeur est disponible sur le bassin versant de l'Argens et est supérieure à la pluie moyenne annuelle.

Ainsi, compte tenu du régime pluviométrique de la région, caractérisé par des événements peu nombreux et d'intensités très variables (faible à très élevée), et de la configuration de l'impluvium hydrogéologique où les versants sont prédominants, le calcul d'un tel bilan revient toujours à une approximation et ne peut être utilisé à des fins de calcul de volumes prélevables.

X.1.2. ANALYSE STATISTIQUE DES CHRONIQUES DES VOLUMES POMPES

X.1.2.i. Volume mensuel et débit de nappe moyen mensuel

Le volume d'eau mensuel minimum transitant à travers la nappe, et par suite le débit de nappe moyen mensuel, peut être obtenu en déterminant les volumes pompés en 1 mois au cours duquel les conditions externes et internes au système hydraulique sont stables à savoir : piézométrie stable ;

- teneurs en chlorures stables ;
- absence de pluie significative.

Année	Mois	Volume mensuel (m3)	Débit moyen mensuel (l/s)
2003	juillet	669 835	258
2006	août	642 435	248
2009	août	612 825	236

2010	septembre	549 946	212
------	-----------	---------	-----

Les résultats suggèrent que les capacités de la nappe sont de :

- 240-260 l/s en période de moyennes eaux (juillet et août), proches des droits d'exploitation actuels (juillet 2003, août 2006, août 2009) ;
- **210 l/s en période de basses eaux, nettement inférieurs aux droits d'exploitation actuels.**

X.1.2.ii. Débit instantané critique

Le débit d'exploitation critique est estimé en analysant les modulations des pompages effectués :

- Juste avant et juste après l'augmentation des chlorures de mai 2004 :
 - o Juste avant : 235 l/s
 - o Juste après : 225 l/s
- Juste avant et juste après la forte baisse de la piézométrie de juillet 2008 :
 - o Juste avant : 230 l/s
 - o Juste après : 220 l/s.

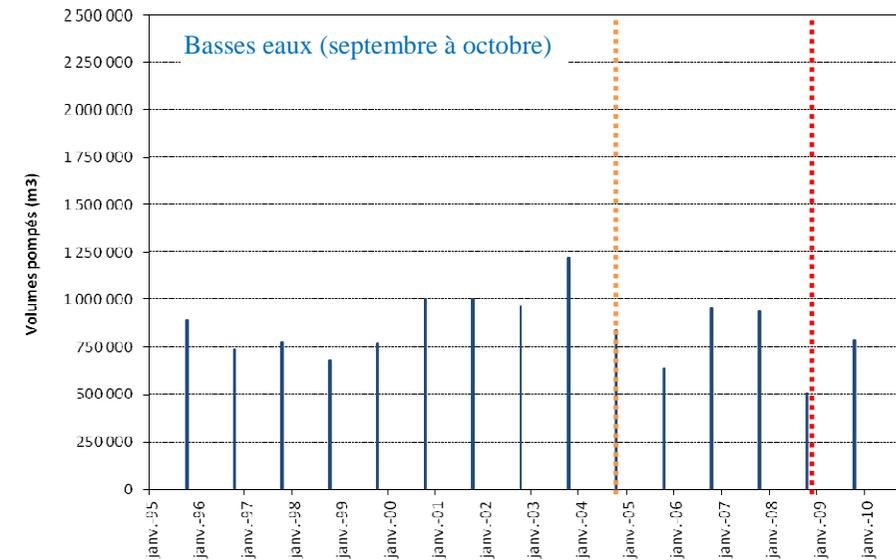
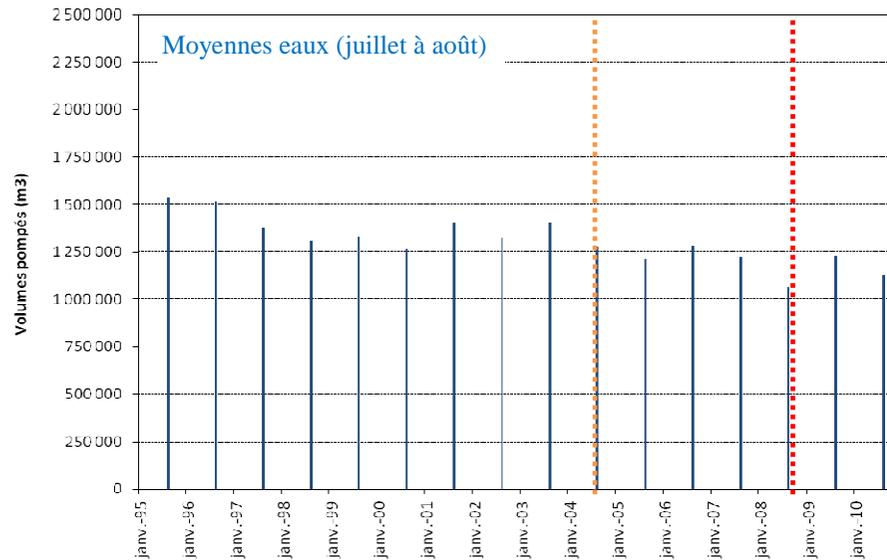
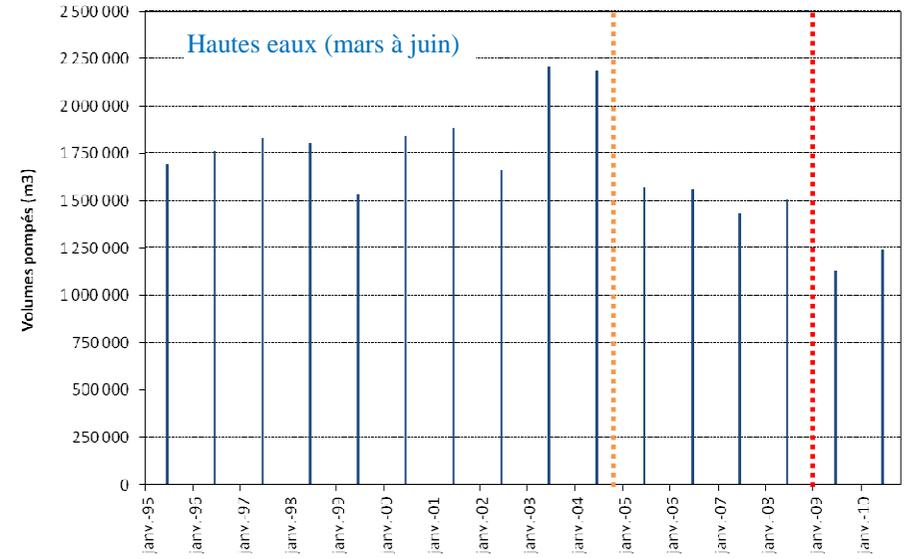
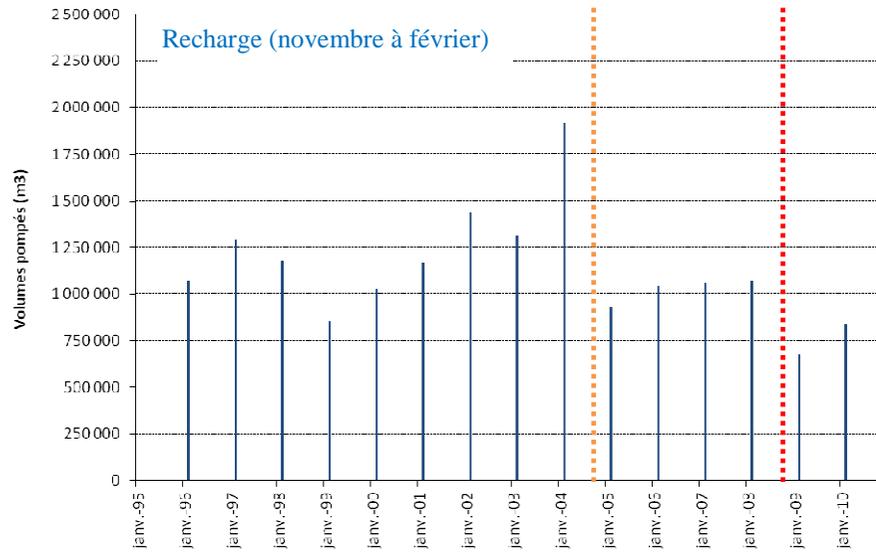
Le débit minimum d'exploitation en juillet 2008, est de 220 l/s. Il s'agit aussi du débit d'exploitation critique pour des événements de type mai 2004/juillet 2007/juillet 2008.

X.1.2.iii. Volumes mensuels maximums

La mise en parallèle des chlorures de la nappe avec les volumes pompés en période de pointe et en période hivernale suggère :

- **Une décorrélation entre les volumes pompés en période de pointe (juillet et août) et les teneurs en chlorure :**
 - o les volumes les plus élevés sont pompés de 2001 à 2003 (>1,3 Mm³) alors que les augmentations en chlorures sont réversibles à l'échelle de l'année ;
 - o les volumes pompés en période de pointe sont constants (avec tendance à la baisse) au cours de la décennie 2000-2010, alors que les chlorures montrent des variations annuelles et pluriannuelles importantes.
- **Une corrélation vraisemblable entre les volumes pompés en période de recharge/hautes eaux/basses eaux et les teneurs en chlorure et la première augmentation significative des chlorures en 2004:**
 - o période de recharge (novembre à février) : les volumes les plus élevés (1,9 Mm³, pour une moyenne de 1,1 Mm³) ayant été pompés en 2003 ;
 - o période de hautes eaux (mars à juin) : les volumes les plus élevés (>2 Mm³, pour une moyenne de 1,6 Mm³) ayant été pompés en 2003 et 2004 ;
 - o période de basses eaux (septembre à octobre) : les volumes les plus élevés (1,2 Mm³, pour une moyenne de 0,9 Mm³) ayant été pompés en 2003.

Ces corrélations fournissent des contraintes majeures pour fixer les volumes maximums prélevables.



Volumes mensuels pompés au Verteil (basse vallée de l'Argens) avec indication des événements d'alerte (trait orange) et de crise (trait rouge) déterminés par l'évolution des teneurs en chlorure

X.1.3. DEBIT DE NAPPE CALCULE SUR LA BASE DE LA LOI DE DARCY

La Loi de Darcy relie le débit d'une nappe à sa perméabilité, sa section et son gradient hydraulique. Le gradient étant la seule variable, le débit de nappe est finalement fonction de la situation piézométrique, et donc de la situation de charge/décharge du réservoir.

La perméabilité ($7,2 \cdot 10^{-3}$ m/s) est donnée par les essais de pompage (1966, 1989, 2010) sur différents captages du Verteil. La section est donnée par la largeur du gîte alluvial (2000 m) et l'épaisseur de la zone productive connue au niveau des captages du Verteil (5 m). Les gradients hydrauliques sont calculés à partir des chroniques piézométriques disponibles pour différentes situations :

- mars toute année confondue : 530 l/s ;
- septembre toute année confondue : 210 l/s ;
- mai 2004 et juillet 2007 : 320 l/s ;
- juillet 2008 : 260 l/s ;

Les résultats suggèrent que :

- le débit de nappe est divisé par 2,5 entre les hautes et les basses eaux ;
- le débit minimum annuel (210 l/s) correspond systématiquement à celui de septembre. Il est inférieur au débit d'exploitation en période de pointe (250 l/s).

X.1.4. ADAPTATION A L'ARGENS DES MODELES ETABLIS SUR LE GAPEAU

Les bassins d'alimentation entre les nappes alluviales de l'Argens et du Gapeau présentent un certain nombre de similarités :

- forte influence des apports versants sur les écoulements souterrains dans les zones amont et aval ;
- versants imperméables (socle) ;
- intensité des événements pluvieux similaire ;
- pluie moyenne annuelle similaire (780 mm).

Compte tenu de ces similarités, le débit de la nappe de l'Argens peut être estimé à partir des paramètres calculés pour la nappe du Gapeau :

- en appliquant au bassin d'alimentation de l'Argens (2530 km² à la station de Roquebrune-sur-Argens) les mêmes paramètres que ceux du Gapeau (520 km²), par application du rapport BV Argens Basse vallée/BV Gapeau sur les paramètres suivants (Burgeap 1994) pour des conditions d'année très sèche et d'année humide:
 - o Apport des versants : 1 à 2 l/s/km² ;
 - o Pluie utile, entre 4 et 40 l/s/an, pour 10 km² ;
 - o Flux de nappe : entre 80 et 150 l/s ;
- en adaptant les proportions entre aire alluviale (infiltration dominante) et versants (ruissellement dominant).

Les débits de nappe obtenus pour l'extrémité aval du réservoir sont :

- 200 l/s pour une année très sèche ;

400 l/s pour une année humide.Méthode	Débit (l/s)	
	Basses eaux	moyennes eaux
historique d'exploitation débit instantané critique	220 (2008)	
historique d'exploitation débit instantané critique	225 (2004)	
historique d'exploitation débit moyen mensuel	210	250
débit de nappe Loi de Darcy	210	260
Modèle adapté du Gapeau	200 (année très sèche)	400 (année humide)

X.2. ESTIMATION DES VOLUMES/DEBIT MAXIMUM PRELEVABLES POUR LES ALLUVIONS DE LA BASSE VALLEE

X.2.1. OBJECTIFS

- Rester en excédent quantitatif au minimum 8 années sur 10 ;
- permettre le retour le plus rapidement possible à l'excédent quantitatif (2009-2010) avec une bonne qualité des eaux (teneurs en chlorures qui n'augmentent pas dans la durée) ;
- prévenir des situations de déficit pluviométrique pluriannuel qui mènent à des situations d'alerte durable (mai 2004 et juillet 2007) ;
- ne jamais retrouver une situation de type juillet 2008 (crise avérée).

X.2.2. VOLUMES MAXIMUMS PRELEVABLES

Principes :

- abaisser les volumes maximum prélevables en deçà de ce qui a été produit les années sèches avant mai 2004 (et a fortiori durant les années 2004-2008), afin de rendre réversible plus rapidement une situation de type mai 2004 ;
- adopter les modes d'exploitation des années 2009-2010 qui ont favorisé la baisse drastique des chlorures des eaux souterraines et qui présentent des volumes produits inférieurs aux années 2000-2008.

La gestion annuelle proposée distingue 4 périodes pluri-mensuelles, chaque période étant caractérisée par un volume global maximum et un volume mensuel maximum qui doivent permettre de maintenir l'aquifère en excédent quantitatif :

Situation de nappe	Période	Volume global par période (m3)	Volume mensuel (m3)
recharge	novembre à février	800 000	200 000
hautes eaux	mars à juin	1 200 000	300 000
moyennes eaux	juillet et août	1 200 000	600 000
basses eaux	septembre et octobre	800 000	400 000

La gestion annuelle se base sur une limitation des pompages en période de recharge (novembre à février) et de hautes eaux (mars à juin) afin de favoriser l'exploitation de la nappe en moyennes eaux (juillet et août) et à moindre titre en basses eaux (septembre et octobre), sans atteindre une situation d'alerte par surexploitation.

Le volume maximum prélevable annuel est 4 Mm³.

Chaque volume mensuel est modulé en fonction des indicateurs de gestion.

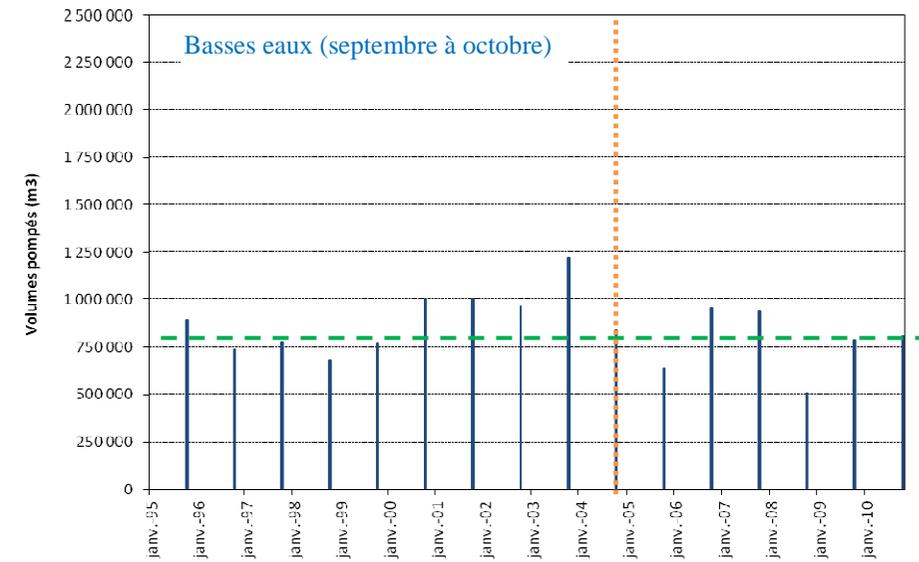
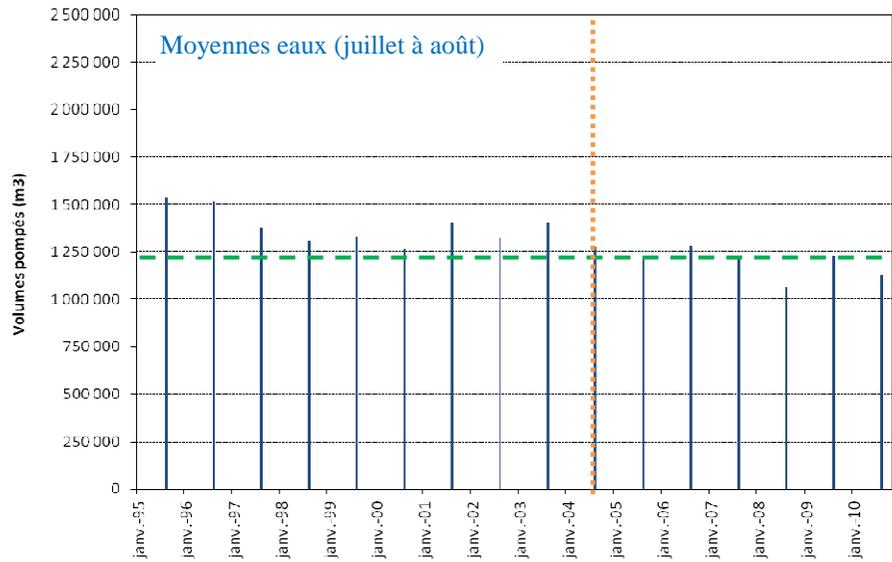
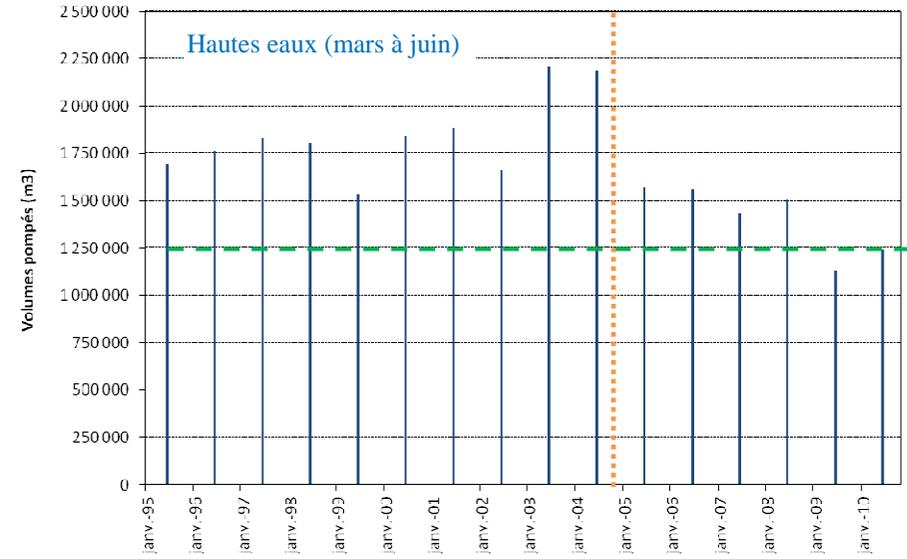
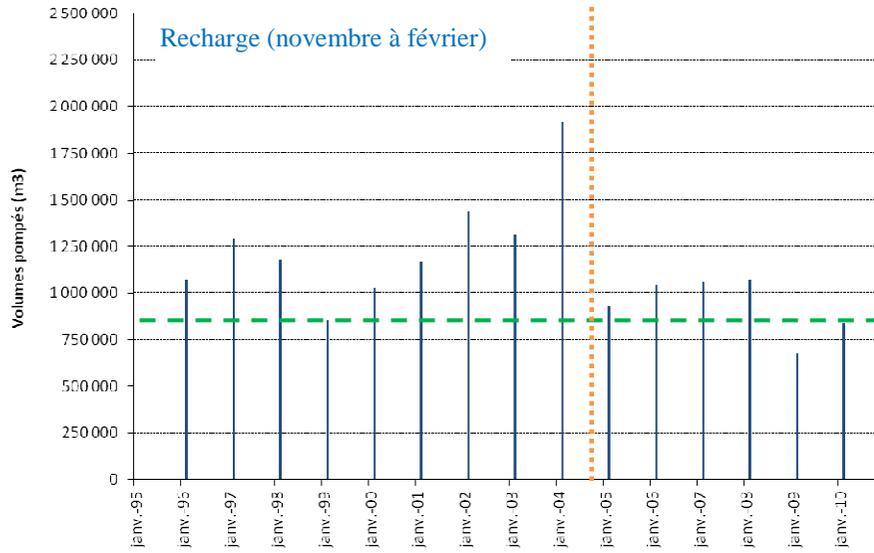
X.2.3. DEBIT MAXIMUM PRELEVABLE

Dans la basse vallée de l'Argens, toutes les méthodes utilisées (historique d'exploitation, débit moyen mensuel, Loi de Darcy, modèle adapté du Gapeau) convergent vers un débit instantané d'exploitation maximum de la nappe alluviale, en basses eaux et en année sèche, de 200-220 l/s.

Un tel débit d'exploitation permettrait de maintenir la nappe alluviale :

- en excédent quantitatif, en période de basses eaux et en année moyenne ou humide ;
- en équilibre quantitatif, en période de basses eaux et en année sèche.

Afin de favoriser une situation d'excédent quantitatif de l'aquifère en exploitation, c'est la valeur la plus basse de la fourchette déterminée qui est proposée, soit **un débit maximum prélevable instantané de 200 l/s, ce débit devant être modulé en fonction des indicateurs de gestion.**



PHASE 6

SCENARIOS DE REPARTITION DES VOLUMES PRELEVABLES ET DETERMINATION DES DEBITS OBJECTIFS

XI. PRINCIPES D'ELABORATION DES SCENARIOS

Le but de la phase 6 est de préfigurer des scénarios de répartition du volume prélevable entre les catégories d'usages (irrigation et AEP) et par sous-bassin et de proposer les pistes d'actions à mettre en œuvre pour respecter les volumes prélevables. **Ces propositions n'ont en aucun cas pour objectif de figer les volumes prélevables par usage** ; elles doivent seulement servir à aider les partenaires institutionnels et les gestionnaires locaux dans la préparation de la phase ultérieure de concertation avec les usagers.

Les répartitions des volumes prélevables proposées permettent le respect permanent des Débits Biologiques (DB) et la satisfaction des usages 8 années sur 10, conformément aux exigences du SDAGE.

Les propositions de répartition des VP sont réalisées pour 3 situations :

- 1) La **situation actuelle**, c'est-à-dire les usages actuels et les prélèvements correspondants, tels qu'ils ont été estimés en phase 2 de l'étude.
- 2) La **situation 2030**, sur la base d'une projection des usages et des prélèvements associés en 2030, toujours sur la base des projections réalisées en phase 2.
- 3) La **situation 2030 influencée par l'évolution climatique** ; on considère les prélèvements estimés en 2030 et on prend en compte l'incidence de l'évolution climatique sur la ressource disponible et les usages.

Pour chacune des 3 situations, la démarche est la suivante :

- ➔ Définition des objectifs pour chaque sous-bassin où le prélèvement total est supérieur au VP à respecter (sous-bassins déficitaires) ; l'objectif est exprimé en termes de réduction des prélèvements nets à viser pour le respect des VP.
- ➔ Identification des scénarios envisageables et des pistes d'actions correspondantes pour atteindre les objectifs de réduction des prélèvements. Un ou deux scénarios sont définis selon les sous-bassins.
- ➔ Pour chaque scénario, proposition de répartition du VP par catégorie d'usages et pour chaque sous-bassin concerné.

On rappelle comme déjà indiqué en préambule à la phase 5 que **la notion de volumes prélevables correspond aux prélèvements nets des usages, c'est-à-dire à la part des prélèvements ne retournant pas au cours d'eau** (plus précisément à l'hydrosystème cours d'eau + nappe d'accompagnement lorsqu'elle existe). Ces volumes doivent être potentiellement prélevables par les usages 8 années sur 10, et permettre le respect des DB / DBI en permanence.

XII. SITUATION 1 - AMELIORATION DE L'ETAT ACTUEL PAR LA MUTUALISATION DE LA RESSOURCE BRANCHE ARGENS ET LA REDUCTION DES PRELEVEMENTS SUR LA BRESQUE, LE CARAMI ET L'ISSOLE

Il s'agit ici de confronter les volumes prélevables aux prélèvements actuels et de proposer des pistes d'actions en vue du respect des volumes prélevables. On s'intéresse donc seulement aux sous-bassins pour lesquels, en écoulement quinquennal sec, les prélèvements nets actuels sont supérieurs aux volumes prélevables.

Pour chaque sous bassin déficitaire, on décline un ou deux scénarios d'actions permettant d'atteindre les objectifs définis.

XII.1. SOUS-BASSINS A1 A A4 : L'ARGENS DE LA SOURCE A L'AVAL DE CARCES

Les résultats de la phase 5 ont montré que, sur l'amont de l'Argens, les sous-bassins A1, A2 et A3 présentent, pour certains mois, en fréquence quinquennale sèche, des volumes prélevables inférieurs aux prélèvements nets actuels.

Prélèvements nets et VP en juillet en milliers m³ :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	389	290	243	-96
Prélèvement net AEP	270	-4	-22	-13
Prélèvement net total	660	286	220	-109
Volume prélevable phase 5	1516	270	183	298

Prélèvements nets et VP en août en milliers m³ :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	379	290	243	-96
Prélèvement net AEP	257	-4	-20	-13
Prélèvement net total	638	286	223	-109
Volume prélevable phase 5	1047	210	122	82

Prélèvements nets et VP en septembre en milliers m³/mois :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	300	72	202	-120
Prélèvement net AEP	227	-4	-16	-11
Prélèvement net total	527	68	186	-131
Volume prélevable phase 5	527	179	107	341

Prélèvements nets et VP en octobre en milliers m³/mois :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	187	45	158	-150
Prélèvement net AEP	197	-3	-20	-11
Prélèvement net total	384	42	138	-161
Volume prélevable phase 5	255	166	96	694

Remarque : On rappelle que les prélèvements nets sont estimés à partir des prélèvements bruts auxquels on retranche les restitutions des canaux d'irrigation pour l'usage irrigation et les retours d'eau via les stations d'épuration pour l'usage AEP. Il arrive que les retours d'eau soient supérieurs aux prélèvements bruts pour certains sous-bassins, d'où des prélèvements nets négatifs. Pour l'AEP, ce phénomène est accentué par le fait que certaines collectivités exploitent des captages qui n'impactent pas la ressource superficielle, mais les rejets de ces collectivités constituent néanmoins des apports aux cours d'eau. De ce fait, les prélèvements nets AEP sont généralement faibles en comparaison des prélèvements nets par les canaux d'irrigation (Cf. résultats de la phase 2).

Les résultats de la phase 5 sur les sous-bassins A1 à A3 montrent par ailleurs que **pour les mois de juillet à septembre, le volume prélevable total sur l'ensemble des 3 sous-bassins est supérieur au prélèvement net total, et que le sous-bassin A1 est excédentaire.** Par conséquent un simple report du volume prélevable « théorique » calculé en phase 5 du sous-bassin A1 vers les sous-bassins aval permet d'équilibrer les VP avec les prélèvements nets actuels. **Il n'est donc pas nécessaire de viser une réduction des prélèvements nets actuels.**

En revanche, pour un mois d'octobre quinquennal sec, le VP total sur A1, A2, A3 est inférieur au prélèvement net total. De plus, l'écart le plus important est sur A1, et ne peut donc pas être compensé par un report de VP ; **une réduction de 34 % du prélèvement net serait nécessaire sur A1.**

Afin de ne pas imposer de modifications structurelles lourdes sur ce sous-bassin, il est recommandé de prévoir la fermeture des canaux d'irrigation en octobre, a minima en période sèche, sur le sous-bassin A1. Cette mesure n'a pas à être étendue sur le sous-bassin A3, car le sous-bassin A2 étant excédentaire en octobre, le solde de VP sur A2 permet de compenser l'écart sur A3.

Remarque : D'octobre à mars, les besoins des cultures sont très faibles à nuls ; la fermeture des canaux d'irrigation pourrait être envisagée sur toute la période hivernale. Toutefois, cette mesure peut entraîner des risques de dommage sur les prises d'eau en cas de crue ; pour y pallier, il est possible :

- soit d'ouvrir les prises d'eau en cas de coup d'eau,
- soit d'installer une vanne à l'arrière de la prise d'eau pour pouvoir laisser en eau le tronçon amont du canal.

Même si cette seule mesure de fermeture hivernale des canaux permet de respecter le VP, il convient en outre de **préconiser l'amélioration des rendements de réseaux AEP** sur le sous-bassin A1, où les prélèvements nets AEP sont du même ordre de grandeur que les prélèvements pour les canaux, et où les rendements sont mauvais (moyenne 51 %, selon les données dont on a disposé en phase 2). L'amélioration des rendements à une moyenne de 70 % au lieu de 51 % permettrait de réduire d'un quart le prélèvement brut AEP impactant

pour les débits de l'Argens, et de moitié le prélèvement net AEP sur le sous-bassin A1. Cependant, cette amélioration ne suffirait pas à elle seule à respecter le VP en octobre quinquennal sec, et une action complémentaire de réduction du prélèvement net irrigation reste nécessaire.

La notion de volume prélevable sur l'axe Argens pour la situation 1 n'est pas réellement pertinente, puisqu'il n'existe pas de déficit (à l'exception d'octobre quinquennal sec sur A1 seulement). A titre indicatif, on donne néanmoins ci-après les VP prenant en compte les reports de ressource de A1 vers l'aval :

Sous-bassin	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	sept	Oct	Nov	Déc
A1	1239	1187	1053	1332	1779	1488	1463	870	520	255	953	1047
A2	291	261	234	291	367	297	286	286	101	124	261	271
A3	197	167	151	185	220	171	220	223	186	138	153	199

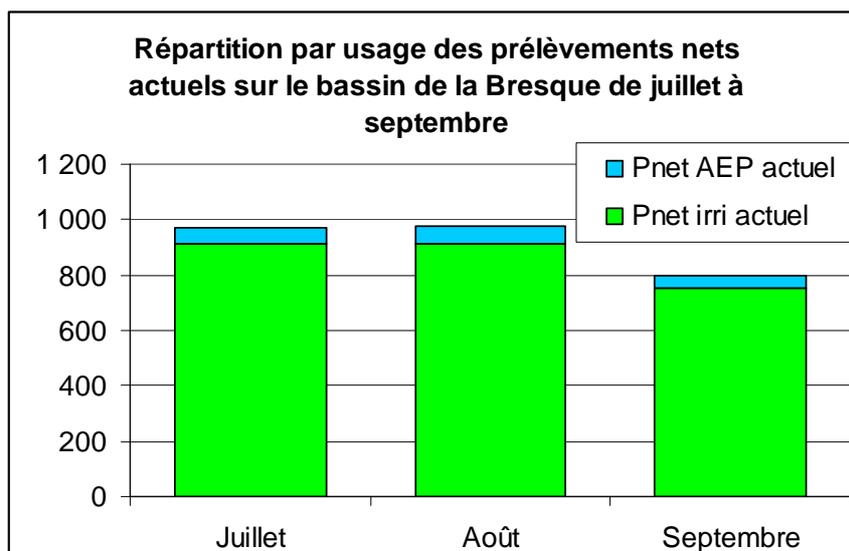
XII.2. BASSIN DE LA BRESQUE

La phase 5 a montré que sur le sous-bassin de la Bresque, on constate en été un écart significatif entre le volume prélevable et celui prélevé actuellement : cet écart est de 25 % en juillet pour atteindre 48 % en août. Etant donné que le mois de septembre présente une hydrologie particulièrement contrastée (en lien avec les pluies d'automne), ses premières semaines apparaissent comme une continuité de l'étiage estival, nécessitant la prolongation des efforts de réduction des prélèvements d'août.

Volumes en milliers de m ³	Prélèvements nets et VP		
	Juillet	Août	Septembre
Bresque			
Prélèvement net irrigation	914	914	755
Prélèvement net AEP	56	60	44
Prélèvement net total	970	974	799
Volume prélevable	723	509	878
Ecart entre Pnet et VP	25 %	48 %	-

Principe de raisonnement adopté : Lorsque le déficit concerne plusieurs mois, on retient comme objectif de réduction l'écart le plus élevé entre VP et prélèvement net. En effet, les efforts de réduction des prélèvements impliquent généralement des modifications structurelles des dispositifs de prélèvements, qui doivent être définies en fonction de l'objectif de réduction du mois le plus déficitaire. Des exceptions à ce principe peuvent être envisagées, mais au stade des propositions de répartition des VP, on s'en tiendra à ce principe.

L'objectif de réduction des prélèvements nets visé pour le sous-bassin Bresque est de - 48 %.



L'AEP représente une part minime du prélèvement net total sur le sous-bassin de la Bresque (6 % en août). Les rendements des réseaux AEP y sont insuffisants (rendement moyen de 52 %). Si l'on fixe une amélioration du rendement moyen pour atteindre un objectif de 70 %, l'économie réalisée serait par exemple au mois d'août de 15 000 m³, soit, 1,6 % du prélèvement total. On voit donc qu'on se situe dans « l'épaisseur du trait » et que les ordres de grandeur en termes de réduction du prélèvement total ne seraient pas modifiés.

Pour autant, il faut insister sur la nécessité pour les communes qui exploitent les ressources du sous-bassin de la Bresque, d'améliorer les performances de leurs réseaux AEP. En effet, si à l'échelle du sous-bassin et compte tenu de la prédominance des prélèvements des nombreux canaux, la part de l'AEP est modeste, en revanche au niveau d'un tronçon de cours d'eau (par exemple à l'aval du captage AEP d'une source) l'impact d'un prélèvement AEP peut être significatif, et largement aggravé par les performances insuffisantes des réseaux AEP.

Pour la situation 1, on propose donc de **porter l'effort sur la réduction des prélèvements pour l'irrigation.**

En effet, plus d'une vingtaine de canaux prélèvent de l'eau dans la Bresque ; en été, leur prélèvement brut est évalué à 1,14 millions de m³ par mois et les restitutions sont estimées à 226 000 m³ par mois, soit 20 % seulement du prélèvement brut. La majeure partie des restitutions du Canal du Pardigon, dont le prélèvement représente un tiers du prélèvement global des canaux sur la Bresque en été, retourne directement dans l'Argens et non dans la Bresque.

Actuellement, au mois d'août, le prélèvement net pour l'irrigation est estimé à 914 000 m³. Le volume prélevable global est de 509 000 m³, ce qui laisse 449 000 m³ pour l'irrigation, une fois déduit le prélèvement net de l'AEP (60 000 m³ en août).

Pour ne pas dépasser le volume prélevable il faudrait donc **réduire de 51% le prélèvement net de l'irrigation**, ou autrement dit le diviser par 2.

Les besoins en eau des surfaces irriguées par les canaux en août quinquennal sec étant estimés à 141 000 m³ (résultats phase 2), il s'agit donc de **passer d'un rendement (besoin/prélèvement net) actuel de 15% à 31%**.

Evolution des rendements de l'irrigation			
Bresque (volumes en milliers de m ³)	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net irrigation actuel	914	914	755
Besoin quinquennal sec	211	141	47
VP irrigation	449	447	372
Rendement actuel	23%	15%	6%
Rendement objectif	47%	31%	13%

Les résultats en termes de répartition des VP par usage pour les mois de juillet à septembre sont présentés dans le tableau suivant.

Bresque Situation 1 Proposition de répartition des VP			
Bresque (volumes en milliers de m ³)	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	449	447	372
VP AEP	56	60	44
VP disponible	218	2	462
VP total	723	509	878

La réduction de 51 % des prélèvements nets des canaux implique une évolution notable du fonctionnement et de la gestion des systèmes d'irrigation, voire une substitution d'une partie de ces systèmes par des pompages alimentant des réseaux sous pression, ou encore la fermeture des canaux qui n'ont plus d'usage mais continuent à dériver de l'eau.

La modernisation des systèmes d'irrigation est un processus qui ne peut s'envisager dans un délai court et doit comporter plusieurs étapes. Dans l'intervalle, le respect des VP et des DOE sera assuré via la gestion de crise conduite par les services de l'Etat.

La définition précise des aménagements à prévoir et de leurs coûts relève d'une première étape d'amélioration de la connaissance des systèmes d'irrigation ; ces études devront analyser au cas par cas la faisabilité technique et financière des différentes solutions envisageables. Elles devront s'accompagner d'un travail d'animation auprès des usagers. On peut envisager des études par canal ou bien une démarche globale de type plan de gestion des prélèvements à l'échelle de la Bresque.

Remarque : les aides publiques pour la réalisation des études sur les canaux et des aménagements permettant de réduire les prélèvements nets ne peuvent être accordées qu'aux structures qui ont régularisé leur situation administrative (ASA, ASL). Or, il semble qu'il existe sur la Bresque des canaux sans gestionnaire identifié.

Des orientations d'actions en vue de réduire les prélèvements par les canaux peuvent ainsi être proposées, selon une démarche progressive.

► Dans un premier temps :

- Améliorer la connaissance et le suivi des débits prélevés par les canaux ainsi que les besoins effectifs en eau ; évaluer le fonctionnement des systèmes d'irrigation et définir des actions pour améliorer l'efficacité des systèmes et réduire l'impact sur les débits des cours d'eau à l'étiage.
- Améliorer la gestion des canaux : curage, colmatage de fuites, stockages de l'eau pendant les périodes favorables (par exemple en remplissant une cuve à l'aide d'un bélier hydraulique)⁵.
- Fermer les prises d'eau non fonctionnelles.

Durant cette première étape d'amélioration, le respect du DMB sera assuré via la gestion de crise.

► Dans un second temps, en fonction des résultats de la première étape, il s'agira de mettre en place des actions de réduction des prélèvements. En fonction des problèmes rencontrés, les aménagements peuvent être :

- réduction des pertes : remplacement de vannes, étanchéification, obturation de prises abandonnées,
- réduction des retours diffus : remplacement des branches secondaires par des conduites basse-pression,
- création de bassins de régulation (en tête de secteur irrigué ou individuels),
- mise en place de solutions alternatives pour l'arrosage des jardins : création de réserves individuelles ou collectives.

Les coûts de ce type d'aménagement peuvent être très variables selon les systèmes d'irrigation.

Pour des canaux comme ceux de la Bresque, de taille moyenne à modeste, on peut envisager des aménagements « rustiques » à des coûts raisonnables. Une moyenne de 10 k€ HT par canal (soit 2 k€ HT d'autofinancement) peut permettre d'améliorer significativement le fonctionnement, soit un ordre de grandeur de 200 k€ pour l'ensemble des 20 canaux (hors toute opération de passage sous pression, beaucoup plus onéreuse : voir coûts indiqués plus loin pour le Carami).

⁵ A titre d'exemple : suite à l'étude d'optimisation des prélèvements pour l'irrigation dans le bassin de la Mare, affluent de l'Orb (SMVOL, 2004), des aménagements rustiques et peu onéreux ont été réalisés, en concertation étroite avec les utilisateurs. Le prélèvement global a ainsi été réduit de 60 %.

XII.3. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)

Sur l'ensemble du bassin du Carami (y compris l'Issole), la confrontation des prélèvements nets actuels avec les volumes prélevables indique une situation très largement déficitaire de juin à octobre.

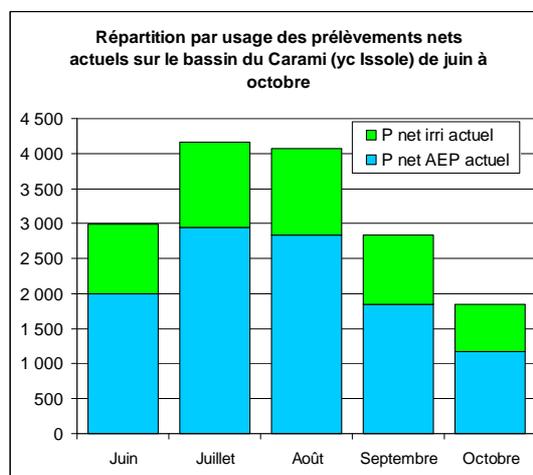
Carami global (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP				
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Prélèvement net irrigation	988	1 227	1 227	988	673
Prélèvement net AEP	1 997	2 940	2 838	1 853	1 177
Prélèvement net total	2985	4166	4065	2840	1850
Volume prélevable	2085	2897	2826	1974	1200

Les objectifs de réduction des usages sur le Carami sont les suivants :

- 30% sur le Carami de juillet à octobre,
- 33% sur l'Issole de juillet à septembre,
- 68% sur l'Issole d'octobre à mars.

Le prélèvement net de l'AEP représente entre 64 et 71% du prélèvement net global à cette période. Ce prélèvement AEP est imputable quasi exclusivement au prélèvement de Toulon dans la retenue Ste-Suzanne (sur le sous-bassin Car2), les prélèvements nets AEP sur le Carami amont et l'Issole étant très faibles : ils représentent au plus 1% du Pnet AEP total en juillet et août et les autres mois, ils sont négatifs car les restitutions sont supérieures au prélèvement brut en lien avec le cours d'eau (hors prélèvement dans la retenue).

De ce fait, on propose de ne faire porter les réductions sur l'usage AEP que sur le prélèvement dans la retenue, les autres prélèvements nets AEP restant inchangés.



❖ Carami

La prise en compte de l'influence de la retenue de Ste Suzanne dans les calculs de la phase 5 permet de déterminer que la satisfaction des usages 8 années sur 10 implique de **réduire de 30% l'ensemble des prélèvements pendant la période de juin à octobre, sur les sous bassins C1 et C2.**

Deux scénarios ont été envisagés pour aboutir à cette réduction des usages :

- soit on réduit chaque catégorie d'usage (irrigation et AEP) de 30% ;
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la réduction de l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 30%

On considère le mois de juillet, qui est le mois où le prélèvement net global est le plus élevé.

Concernant l'irrigation, il s'agit donc de diminuer de 30% le prélèvement net actuel (637 000 m³), ce qui le porte à 446 000 m³. Les besoins en juillet quinquennal sec étant estimés à 109 000 m³, il s'agit donc d'augmenter le **rendement (besoins/prélèvement net) actuel de 17% à 24%**.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 30%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec	83	109	70	16	0.4
Prélèvement net irrigation actuel	537	637	637	537	423
Rendement (besoin/Pnet) actuel	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	376	446	446	376	296
Rendement (besoin/Pnet) objectif	22%	24%	16%	4%	<0.1%

L'amélioration des rendements pourra être réalisée grâce à une optimisation du fonctionnement des canaux, qui devra passer par les étapes déjà indiquées précédemment pour la Bresque. La réduction visée ici est moins forte que pour la Bresque et une amélioration de la gestion (organisation de tours d'eau, régulation de la prise d'eau, réduction des principales pertes) pourra suffire, mais cela reste à démontrer par des études ciblées.

Concernant l'AEP, ce scénario implique de diminuer de 30 % le prélèvement net actuel total (2 873 000 m³ en juillet) qui s'élèverait alors à 2 011 000 m³. Cette réduction s'applique de la façon suivante de juin à octobre.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP actuels et réduits de 30%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP actuel	1 965	2 873	2 774	1 817	1 178
Prélèvement net AEP objectif	1 375	2 011	1 942	1 272	825
Taux de diminution du Pnet AEP	30%	30%	30%	30%	30%

Au total, la réduction de l'ensemble des usages de 30 % donne la répartition suivante des volumes prélevables par type d'usage :

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 1				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	376	446	446	376	296
VP AEP	1 375	2 011	1 942	1 272	825
VP total	1 751	2 457	2 388	1 648	1 121

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 30%

On considère le mois de juillet, qui est le mois où le prélèvement net global est le plus élevé.

Concernant l'irrigation, on fait l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux. Pour estimer le prélèvement de l'irrigation dans ce cas, on a pris en compte le besoin en eau quinquennal sec des cultures irriguées par les canaux, et on a considéré un rendement de 80 % (besoin / prélèvement net).

Il s'agirait donc de porter le rendement moyen de l'irrigation de 17 à 80 %. Le prélèvement net actuel (637 000 m³) passerait ainsi à 136 000 m³ en juillet, pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 109 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec	83	109	70	16	0.4
Prélèvement net irrigation actuel	537	637	637	537	423
Rendement (besoin/Pnet) actuel	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	104	136	88	20	1
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%	80%	80%

Le coût de la conversion d'un système gravitaire en un système sous pression est variable ; on peut avancer une fourchette de 8 000 à 10 000 € / ha, sachant que les surfaces irriguées actuelles des canaux sur le bassin du Carami sont de l'ordre de 110 ha (mais attention données sur les surfaces irriguées peu faibles), soit un montant total de l'ordre de 800 k€ à 1 M€.

On a vu dans l'hypothèse précédente que le prélèvement net global à ne pas dépasser s'élève à 2 457 000 m³ en juillet. Une fois déduit le prélèvement net de l'irrigation (136 000 m³) il reste 2 321 000 m³ pour l'AEP : si on maintient la situation actuelle sur le Carami 1, on doit ramener le Pnet AEP sur le Carami 2 à 2 349 000 m³, ce qui équivaut à une diminution de 19 % du prélèvement dans la retenue de Ste Suzanne.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP C1 actuel maintenu	-60	-28	-42	-47	-60
Prélèvement net AEP C2 actuel total	2 025	2 901	2 816	1 863	1 238
Prélèvement net AEP C2 objectif	1 707	2 349	2 342	1 674	1 180
Prélèvement net AEP total (C1+C2)	1 648	2 321	2 300	1 628	1 120
Diminution du Pnet AEP total (C1+C2)	16%	19%	17%	10%	5%

Au final, les résultats en termes de répartition des volumes prélevables par usage sont les suivants :

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 2				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	104	136	88	20	1
VP AEP	1 648	2 321	2 300	1 628	1 120
VP total	1752	2458	2388	1647	1121

❖ Issole

Sur l'Issole, la confrontation des prélèvements nets actuels avec les volumes prélevables montre une première situation défavorable en février et mars en lien avec les étiages hivernaux puis une deuxième période de juillet à novembre avec les étiages estivaux se prolongeant en automne. Les écarts entre Pnet et VP sont significatifs, compris entre 13 et 68 % avec 33 % août.

On préconise la **fermeture des canaux d'octobre à mars** en raison des situations défavorables observées en octobre - novembre, ainsi qu'en février-mars, et compte-tenu de l'absence de besoins en eau des cultures à cette période. Ceci permet de respecter l'objectif de réduction des usages de 68% entre octobre et mars.

Le sous-bassin de l'Issole nécessite par ailleurs une réduction des prélèvements de 33 % sur la période estivale afin de satisfaire les besoins du milieu aquatique et ceux des usages 8 années sur 10.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP						
	Février	Mars	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov
Prélèvement net irrigation	53	63	590	590	451	251	94
Prélèvement net AEP	-15	-4	66	65	36	-1	-13
Prélèvement net total	37	58	656	655	487	249	81
Volume prélevable	27	18	514	435	325	85	71
Ecart Vprélevable/Pnet	26.4%	68.3%	21.7%	33.5%	33.2%	66.1%	12.9%

Tout comme pour le Carami, on considère deux options :

- soit on réduit chaque usage (irrigation et AEP) de 33%
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la réduction de l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 33% (de juillet à septembre) et fermeture des canaux d'octobre à mars

On considère le mois d'août, qui est le mois où on a à la fois un prélèvement net global élevé et un écart important entre prélèvement net et volume prélevable.

Concernant l'irrigation, il s'agit donc de diminuer de 33 % le prélèvement net actuel (590 000 m³), ce qui le porte à 395 000 m³. Les besoins en août quinquennal sec étant estimés à 109 000 m³, il s'agit donc d'augmenter le rendement (besoins/prélèvement net) actuel de 8% à 12%.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 33%		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	76	48	14
Prélèvement net irrigation actuel	590	590	451
Rendement (besoin/Pnet) actuel	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	395	395	302
Rendement (besoin/Pnet) objectif	19%	12%	5%

L'amélioration des rendements pourra être réalisée grâce à une optimisation du fonctionnement des canaux, qui devra passer par les étapes déjà indiquées précédemment pour la Bresque et le Carami. La réduction visée ici est moins forte que pour le Carami et une amélioration de la gestion (organisation de tours d'eau, régulation de la prise d'eau, réduction des principales pertes) pourra suffire.

Concernant l'AEP, ce scénario implique de diminuer de 33 % le prélèvement net actuel (36 000 m³) qui s'élèverait alors à 25 000 m³ en août.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP actuels et réduits de 33%		
	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net AEP actuel	66	65	36
Prélèvement net AEP objectif	44	43	24
Diminution du Pnet AEP	33%	33%	33%

Au total, la réduction de l'ensemble des usages de 33 % donne la répartition suivante en termes de volumes prélevables :

Issole (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 1		
	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	395	395	302
VP AEP	44	43	24
VP total	440	439	326

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 33%

Concernant l'irrigation, on fait l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux, ce qui porterait le rendement (besoin/Pnet) de 17 à 80 %. Le prélèvement net actuel (590 000 m³) passerait ainsi à 95 000 m³ en juillet, pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 76 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	76	48	14
Prélèvement net irrigation actuel	590	590	451
Rendement (besoin/Pnet) actuel	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	95	60	18
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%

Le coût de la conversion d'un système gravitaire en un système sous pression est variable ; on peut avancer une fourchette de 5000 à 8000 € / ha, sachant que les surfaces irriguées actuelles des canaux sur le bassin de l'Issole sont de l'ordre de 57 ha (mais attention données sur les surfaces irriguées peu faibles), soit un montant total de l'ordre de 400 k€.

On a vu dans le scénario précédent que le prélèvement net global à ne pas dépasser s'élève à 439 000 m³ en août. Une fois déduit le prélèvement net de l'irrigation (60 000 m³) il reste 379 000 m³ pour l'AEP : or, le prélèvement net actuel au mois d'août n'est que de 65 000 m³. En fait, de juillet à septembre, le prélèvement net résultant de la soustraction du Pnet irrigation au Pnet total est toujours supérieur au prélèvement net AEP actuel. Par conséquent, on conserve le Pnet AEP actuel, pris égale au VP AEP, et on « libère » un VP disponible.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP		
	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net AEP actuel	66	65	36
Prélèvement net AEP résultant	345	378	308
Prélèvement net AEP retenu	66	65	36

Au final, la réduction maximale de l'irrigation et le maintien de l'usage AEP aboutit à la répartition suivante en termes de volumes prélevables par usage :

Issole (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 2		
	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	95	60	18
VP AEP	66	65	36
VP total	162	125	54
Diminution du Pnet total (écart entre VP affecté à AEP + irri et Pnet total actuel)	75%	81%	89%
Volume prélevable disponible transféré sur Car 2	278	314	272

Le volume disponible est réaffecté sur le sous-bassin Carami 2, pour l'usage AEP ; il permet de réduire la contrainte sur le prélèvement de Toulon.

❖ Carami global y compris Issole

Pour l'ensemble du bassin du Carami, incluant l'Issole, on obtient donc les résultats suivants :

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 30% sur le Carami et 33% sur l'Issole (et fermeture des canaux d'octobre à mars sur l'Issole)

Carami global (yc Issole) (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 1				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	678	841	841	678	296
VP AEP	1 408	2 056	1 985	1 296	986
VP total	2 086	2 897	2 826	1 974	1 200
<i>Prélèvement net total actuel</i>	<i>2985</i>	<i>4166</i>	<i>4065</i>	<i>2840</i>	<i>1850</i>
Diminution du Pnet total	43%	30%	30%	30%	35%

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 30% sur le Carami, et de 33% sur l'Issole (et fermeture des canaux d'octobre à mars sur l'Issole)

Les résultats suivants prennent en compte le report des volumes prélevables résiduels de l'Issole vers le Carami 2.

Carami global (yc Issole) (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 1 - Scénario 2				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	176	232	148	38	1
VP AEP	1 910	2 666	2 678	1 936	1 199
VP total	2 086	2 897	2 826	1 973	1 200
<i>Prélèvement net total actuel</i>	2985	4166	4065	2840	1850
Diminution du Pnet total	43%	30%	30%	30%	35%

XII.4. DETERMINATION DES DEBITS DE REFERENCE POUR LA SITUATION 1

Deux types de débit de référence sont définis : les Débits Objectifs d'Étiage (DOE) et les Débits de Crise Renforcée (DCR). Les DOE seront utilisés à des fins de gestion structurelle, via le contrôle a posteriori des débits moyens mensuels de juillet, août et septembre.

Les DCR proposés ici pourront à terme être utilisés comme base pour définir les valeurs seuils relatives à la gestion de crise ; toutefois, ces valeurs n'auront de sens que lorsqu'on aura mis en place les actions nécessaires au respect du DOE.

XII.5. LES DEBITS OBJECTIFS D'ÉTIAGE

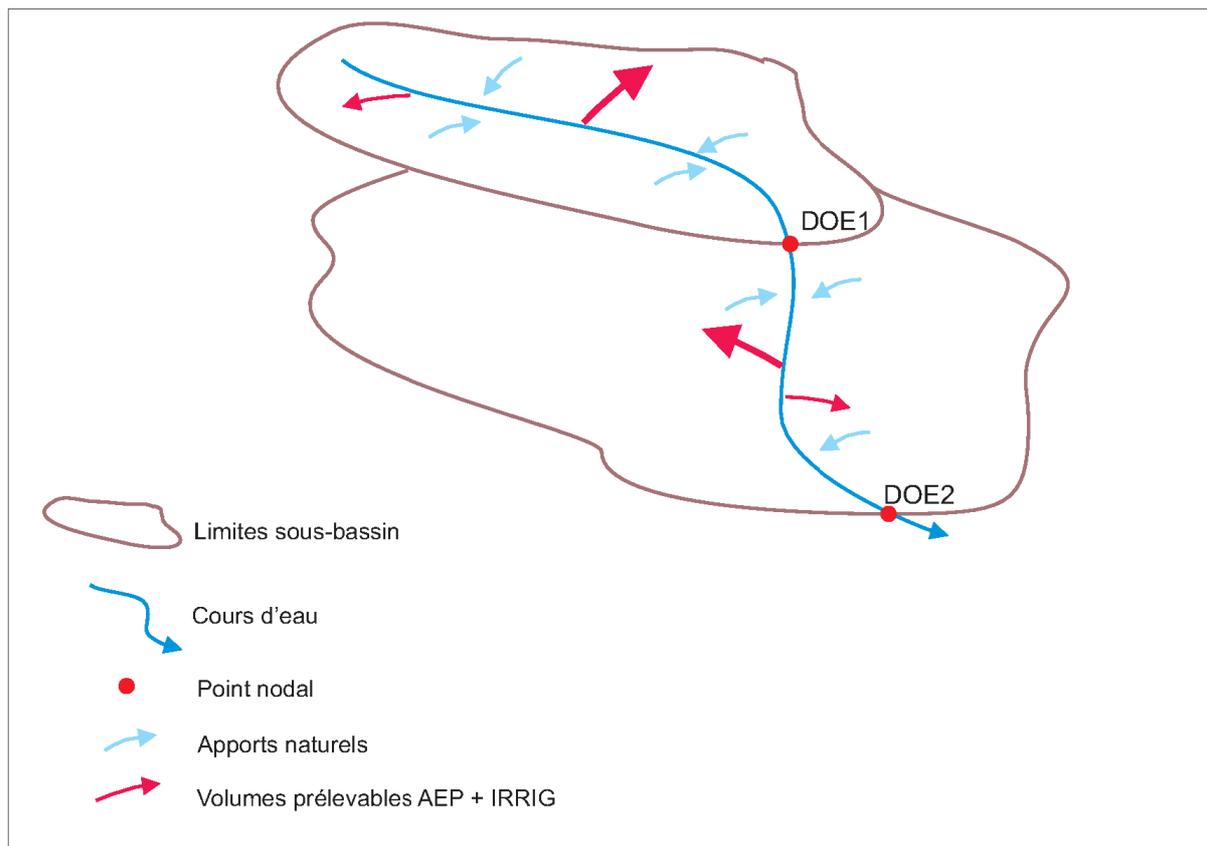
Le DOE est le débit pour lequel le bon état écologique du cours d'eau est satisfait en permanence ainsi qu'en moyenne, 8 années sur 10, l'ensemble des usages.

Ce débit est calculé au pas de temps mensuel aux différents points nodaux du bassin versant.

Ces débits n'ont de réel intérêt pour le bassin de l'Argens que pour la période estivale, période la plus tendue vis-à-vis des prélèvements et pour laquelle des débits biologiques ont été estimés.

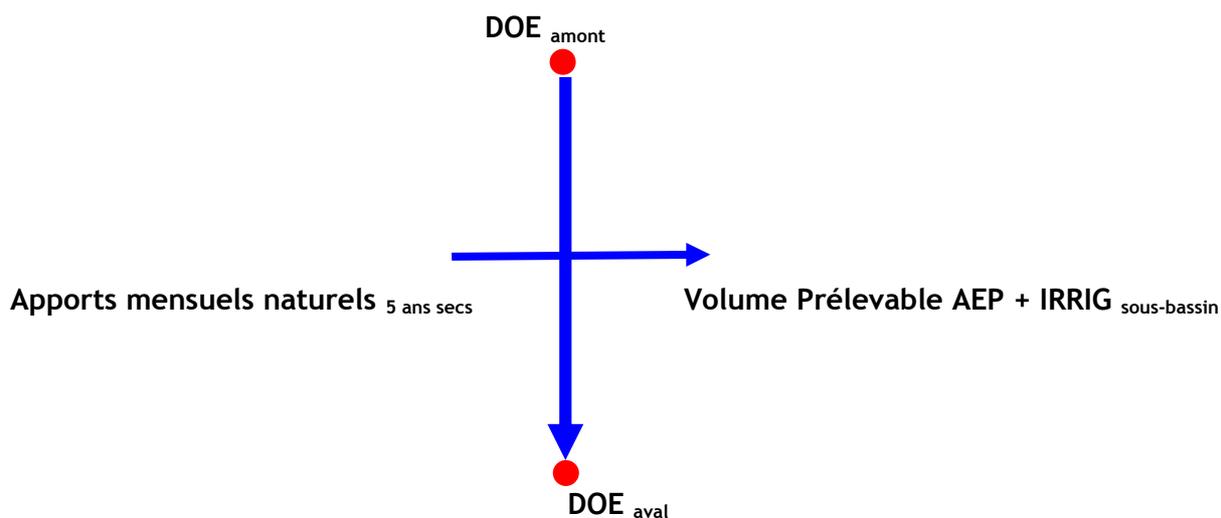
Les valeurs de DOE aux points nodaux seront utilisées pour la gestion structurelle de l'eau sur l'ensemble du bassin versant (gestion structurelle par opposition à la gestion de crise pilotée par les services de l'Etat). Pour ce faire, les débits moyens mensuels de juillet, août et septembre seront confrontés a posteriori aux DOE, après chaque période d'étiage.

Le calcul des DOE résulte d'un bilan hydrologique « entrée/sortie » sous-bassin par sous-bassin tenant compte des apports naturels du sous-bassin et des volumes prélevables AEP + irrigation. Le DOE du point nodal du sous bassin dépend alors de la valeur du DOE amont ainsi que des apports naturels et prélèvements sur le sous-bassin comme illustré par la figure suivante.



Les DOE sont calculés sous-bassins par sous-bassin suivant l'équation bilan suivante, illustrée par le synoptique ci-après :

$$DOE_{aval} = DOE_{amont} + \text{Apports mensuels nat}_{5 \text{ ans secs}} - \text{Volume prélevable AEP + IRRIG}_{\text{sous bassin}}$$



Le DOE est d'une façon générale égal au Débit Biologique pour les sous-bassins en situation déficitaire dont l'ensemble de la ressource a été entièrement répartie entre les besoins du milieu aquatique et les usages.

Lorsque le DOE est supérieur au Débit Biologique, la différence entre ces deux valeurs correspond au cumul amont du volume prélevable disponible pour les usages aval. Comme l'a montré la phase précédente, la partie intermédiaire et l'aval de l'Argens présentent une ressource supérieure au cumul des besoins du milieu et des usages. On retrouvera donc logiquement des valeurs de DOE supérieures aux Débits Biologiques, contrairement aux affluents de la partie amont de l'Argens (Bresque, Carami, Issole) et en moindre mesure à la tête amont du bassin versant (A1, A2, A3).

Les valeurs de DOE aux points nodaux, en lien avec la répartition des prélèvements proposée précédemment en situation 1, sont présentées dans le tableau suivant.

Point nodal	juillet	Aout	Septembre
A1	0.86	0.69	0.54
A2	0.91	0.72	0.64
A3	1.0	0.79	0.71
A4	1.8	1.5	1.5
A5	2.3	2.0	2.2
A6	3.0	2.6	3.6
A7	4.1	3.5	5.0
A8	4.2	3.5	5.1
Car1	0.45	0.38	0.46
Car2	0.55	0.55	0.55
Iss	0.12	0.09	0.09
Bre	0.55	0.47	0.65
Nar	0.79	0.60	0.91

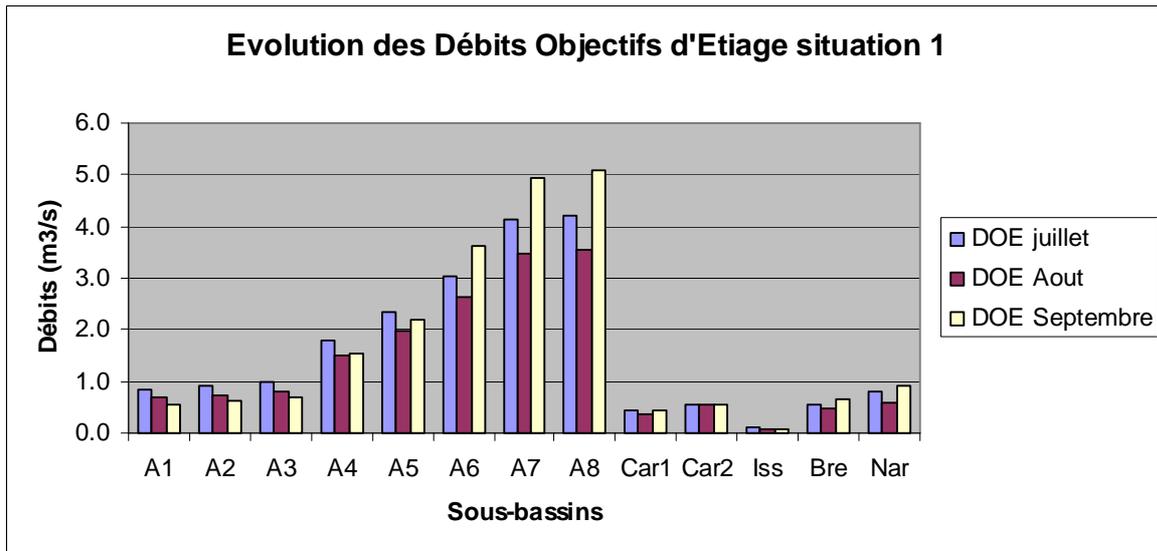
Tableau des Débits Objectif d'Etiage (situation 1)

Sur la partie amont de l'Argens, les valeurs de DOE diminuent progressivement de juillet à septembre en lien avec la réduction de l'hydrologie naturelle. Les affluents, la partie intermédiaire et aval de l'Argens présente une réaugmentation en septembre avec la remontée significative de l'hydrologie mensuelle.

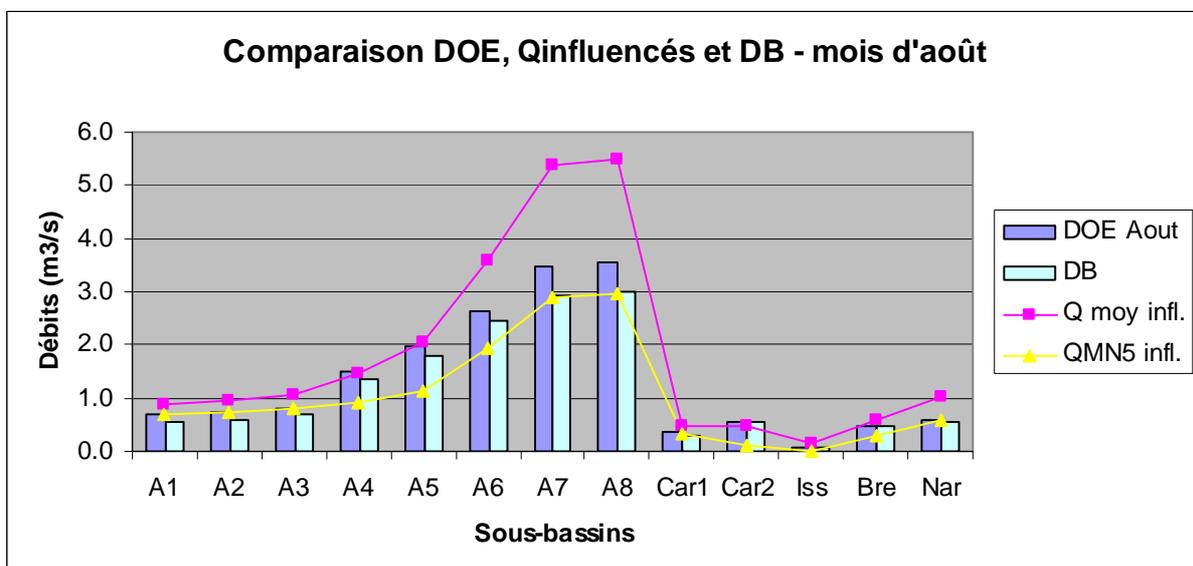
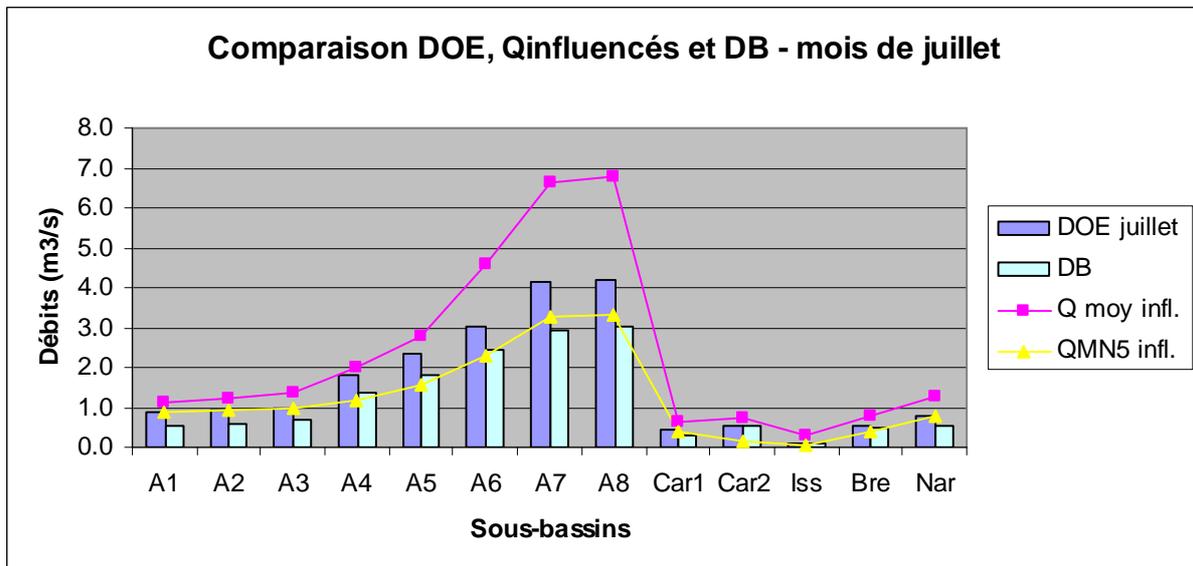
Le DOE atteint la valeur du Débit Biologique en A1 (septembre), Iss (août, septembre), Car2 (juillet, août, septembre), Bre (août) correspondant aux mois pour lesquels la ressource en eau naturelle est « optimisée » entre les besoins de milieux aquatiques et ceux des usages.

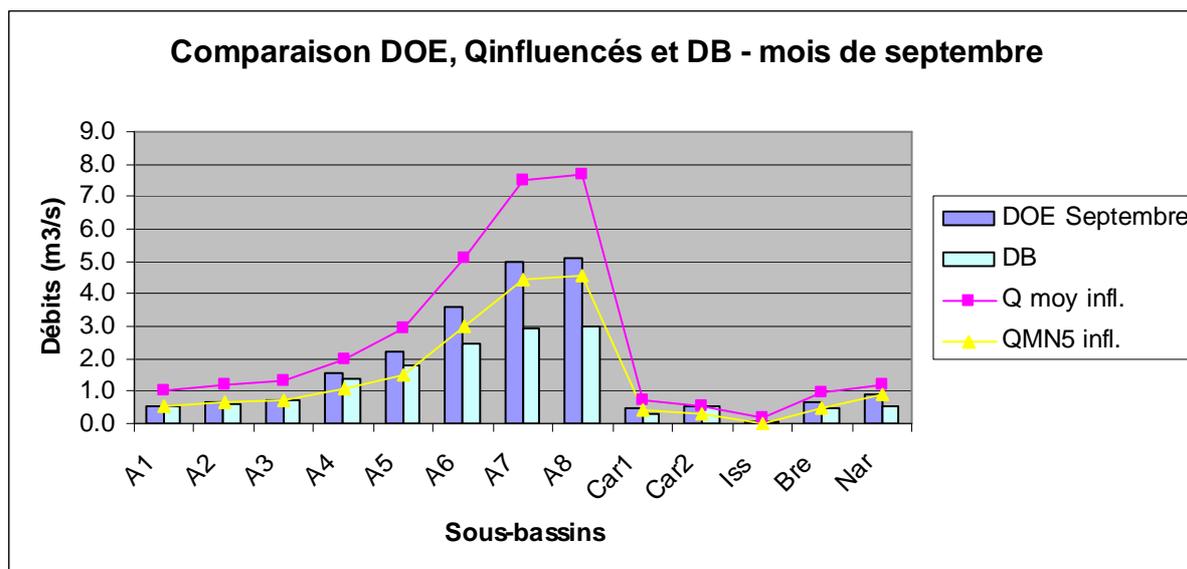
Pour les autres mois et les autres sous-bassins, les DOE sont supérieurs aux Débits Biologiques dont l'écart correspond au volume prélevable disponible cumulé amont.

L'évolution des valeurs de DOE de juillet à septembre est illustrée par le graphique suivant.



Les graphes ci-après présentent la comparaison de ces valeurs avec les débits influencés actuels moyens et 5 ans secs ainsi qu'avec les valeurs de Débit Biologique.





Ces graphes illustrent qu'en l'état actuel, pour un évènement quinquennal sec, les débits influencés sont inférieurs aux débits objectifs sur les affluents, hors Nartuby (Nar) et partie amont du Carami (Car1), ainsi que sur la partie intermédiaire de l'Argens. Pour le mois d'août, mois le plus contraignant, ces débits s'abaissent en dessous des valeurs de Débit Biologique comme présenté en phase 4 témoignant de l'effort de réduction des prélèvements à mener sur les sous-bassins du Carami et de l'Issole ainsi que de la Bresque.

XII.6. LES DEBITS DE CRISE RENFORCEE

Le DCR est le débit pour lequel seuls les prélèvements pour l'alimentation en eau potable, la sécurité des installations sensibles et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. Il s'agit d'un débit au pas de temps instantané.

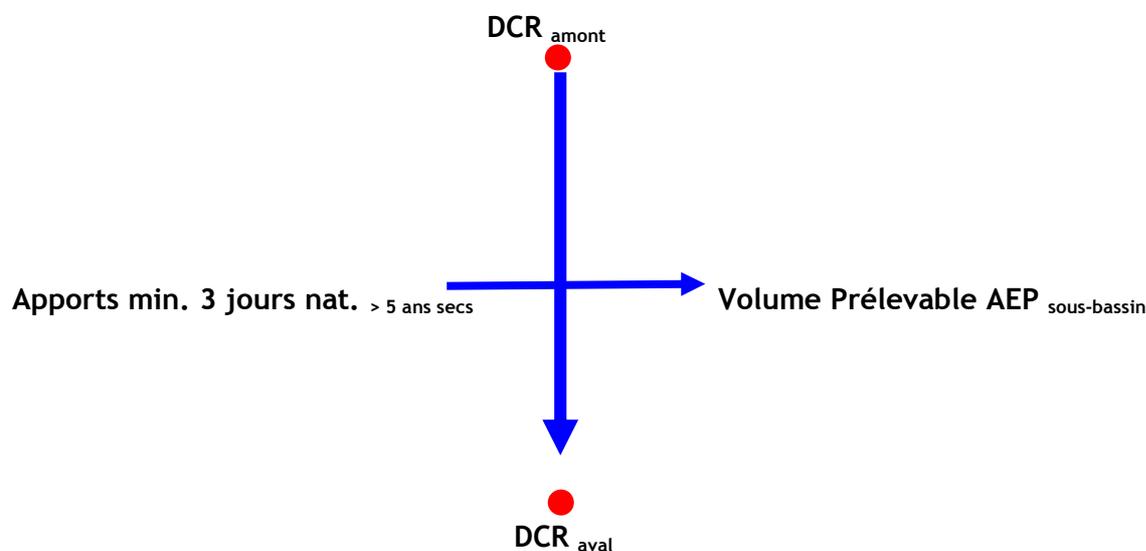
Les DCR proposés ici pourront à terme être utilisés comme base pour définir les valeurs seuils relatives à la gestion de crise ; toutefois, ces valeurs n'auront de sens que lorsqu'on aura mis en place les actions nécessaires au respect du DOE. En l'état actuel, il n'est donc pas pertinent de comparer les DCR aux débits influencés actuels.

Le DCR est calculé sur le même principe de bilan que le DOE mais en tenant compte du volume prélevable restreint à l'AEP (pas d'installations sensibles dans le bassin de l'Argens) ainsi que des apports naturels du bassin inférieurs aux valeurs minimales sur 3 jours quinquennales sèches.

Les volumes prélevables restreints par sous-bassin sont pris égaux à la part AEP des volumes prélevables.

Le DCR est atteint pour des conditions d'étiage sévère dont la période de retour est généralement supérieure à 5 ans. Le choix de la période de retour est imposé par le fait que le DCR doit être supérieur ou égal au DMB en chaque point nodal du bassin versant.

$$DCR_{\text{aval}} = DCR_{\text{amont}} + \text{Apports min. 3 jours nat. } > 5 \text{ ans secs} - \text{Volume prélevable AEP}_{\text{sous bassin}}$$



Les valeurs de DCR pour les différents points nodaux sont présentées dans le tableau suivant.

Point nodal	juillet	août	septembre
A1	0.54	0.54	0.54
A2	0.60	0.60	0.60
A3	0.70	0.70	0.70
A4	1.35	1.35	1.35
A5	1.80	1.80	1.80
A6	2.44	2.44	2.44
A7	2.93	2.93	2.93
A8	3.01	3.01	3.01
C1	0.30	0.30	0.30
C2	0.55	0.55	0.55
IS	0.09	0.09	0.09
BR	0.47	0.47	0.47
NA	0.54	0.54	0.54

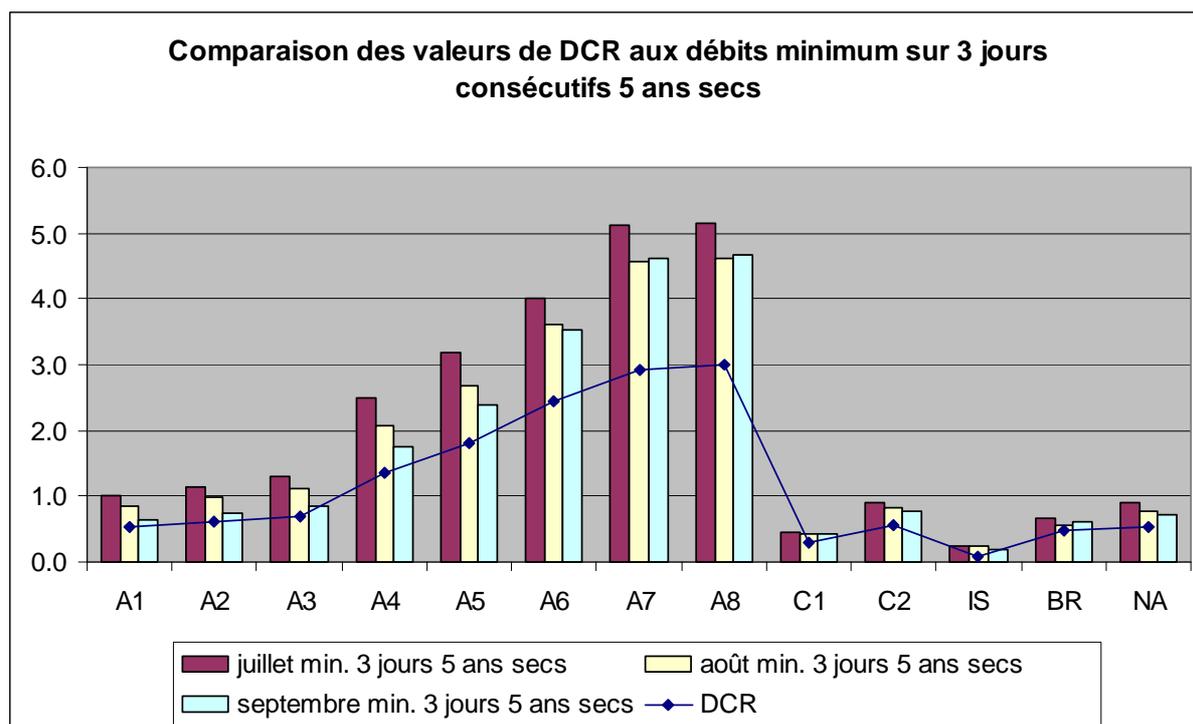
Tableau des Débits de Crise Renforcée (situation 1)

Les valeurs de DCR obtenues sont égales aux valeurs de Débit Biologique.

Ce résultat provient du fait que l'AEP présente (hors prélèvement Toulon dans la retenue de Ste Suzanne) des consommations de faibles ampleurs voire pour la plupart des sous-bassins des restitutions supérieures aux prélèvements.

Le débit objectif en condition de crise au point nodal devient donc le débit biologique.

La comparaison de ces valeurs de DCR aux débits minimum naturels sur 3 jours consécutifs quinquennaux secs des mois de juillet à septembre est illustrée par le graphique suivant.



Ce graphique montre que sur l'ensemble des points nodaux, les valeurs de DCR sont inférieures aux débits minimum naturels sur 3 jours consécutifs quinquennaux secs pour les mois de juillet à septembre. L'écart entre ces débits naturels et les DCR augmente progressivement vers l'aval signifiant qu'en cas d'étiage marqué, ce sont les parties amont du bassin versant de l'Argens ainsi les affluents qui seront en premier lieu concernés par la gestion de crise.

XIII. SITUATION 2 - ETAT FUTUR (PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS AEP 2030)

- ADAPTATION DE LA MUTUALISATION DE LA RESSOURCE BRANCHE ARGENS ET DE LA REDUCTION D'USAGES SUR LA BRESQUE ET LE CARAMI

XIII.1.METHODE

Il s'agit cette fois de confronter les volumes prélevables aux projections 2030 des prélèvements et de proposer des pistes en vue du respect des volumes prélevables. On s'intéresse uniquement aux sous-bassins pour lesquels, en écoulement quinquennal sec, les prélèvements nets futurs seront supérieurs aux volumes prélevables.

La situation 2 prend en compte les prélèvements AEP en 2030, sur la base des estimations effectuées en phase 2 ; ces estimations avaient été réalisées pour l'échéance 2021, elles ont été prolongées de façon tendancielle pour estimer l'évolution à 2030.

Les prélèvements nets pour l'irrigation ont été considérés constants à 2030. Les enquêtes menées en phase 2 auprès de la profession agricole et l'évolution récente des systèmes d'irrigation gravitaire sur le bassin de l'Argens conduisent en effet à considérer qu'il n'y aura certainement pas d'augmentation sensible des surfaces irriguées agricoles par les canaux. Il pourrait y avoir des évolutions sur les jardins, mais les surfaces en jeu sont modestes ; on n'est pas en mesure de quantifier les évolutions éventuelles ni de les répercuter en termes de prélèvements nets futurs.

XIII.2.RESULTATS DES PROJECTIONS 2030 DES PRELEVEMENTS AEP

Les prélèvements AEP 2030 ont été estimés selon 2 hypothèses :

- Hypothèse « Rendements constants » ;
- Hypothèse « Rendements objectifs » : les rendements 2030 correspondent aux rendements objectifs selon le type de réseau (rural = 70%, rurbain = 75%, urbain = 80%) ou sont considérés constants si les objectifs sont déjà atteints en 2009. Cas particulier : l'objectif de rendement est de 85 % pour les communes membres du SEVE et du SIDECM, en conformité avec l'accord cadre concernant la liaison Verdon-Saint Cassien-Sainte Maxime.

Cette distinction permet d'évaluer les gains envisageables par l'amélioration des rendements des réseaux. Les ratios de consommation ont été pris égaux à ceux estimés pour 2009 (on rappelle que 2009 est l'année de référence des estimations des prélèvements actuels réalisées en phase 2).

Lorsqu'une collectivité dispose de plusieurs ressources différentes, on a considéré pour 2030 que la répartition des volumes prélevés entre ressources était identique à celle de 2009, sauf exceptions : SEVE, Toulon, etc. (voir Phase 2 pour plus de détail).

Pour le prélèvement dans la retenue de Ste Suzanne et le SEVE, on a pris en compte respectivement les termes du protocole SCP / Toulon / SIE de Toulon et ceux de l'accord cadre relatif au projet de liaison Verdon-Saint-Cassien-Sainte Maxime, rappelés ci-après.

- *Prélèvements dans le barrage de Ste Suzanne*

Les volumes prélevés dans la retenue de Ste Suzanne sont tirés des termes du Protocole de Gestion Coordonnée des Ressources passé entre la SCP, Toulon et le SIAEP Est de Toulon.

Toulon et le SIAEP Est de Toulon s'engagent en effet à réduire leurs prélèvements sur la retenue de Ste Suzanne. Le protocole prévoit, à terme :

- une diminution de 50 % des prélèvements annuels du SIAE Est de Toulon, soit 2,8 Mm³/an ;
- une diminution des prélèvements de Toulon de 1,9 Mm³ en moyenne glissante sur 3 ans par rapport à ceux pratiqués annuellement sur ces dernières années.

A l'horizon 2030, le volume annuel prélevé maximum dans la retenue de Ste Suzanne est ainsi fixé à 16 Mm³/an.

Remarque : La valeur de 16 Mm³/an est celle figurant dans le rapport de phase 2 validé par le Comité de pilotage et utilisée pour le calcul des prélèvements AEP à 2030. VEOLIA a indiqué en réunion que l'application du protocole conduisait en fait à une valeur de 17 Mm³/an. Ce décalage n'a pas d'incidence déterminante sur les calculs de phase 6 ; il conduit à sous-estimer un peu les objectifs de réduction des prélèvements pour le bassin du Carami.

- *SEVE*

La répartition des prélèvements futurs est calée sur les termes de l'accord cadre relatif au projet de liaison Verdon-Saint-Cassien-Sainte Maxime (2010).

Dans cet accord, le SEVE s'engage notamment à « prendre en compte l'enjeu milieux en substituant une partie des prélèvements sur la prise de la rivière Argens au Muy et sur la nappe du Verteil par l'eau en provenance du Verdon et de l'eau prélevée sur les nouveaux ouvrages du Couloubrier ».

Les substitutions attendues par la mise en œuvre du projet de liaison sont les suivantes :

- 0.9 Mm³/an sur la prise d'eau superficielle de l'Argens au Muy (passage de 2 à 1,1 Mm³/an) ;
- 1.4 Mm³/an sur les nappes de l'Argens au Verteil (passage d'environ 5.4 à 4 Mm³/an), associés à l'abandon du forage AB5 en rive gauche ;
- 1.6 Mm³/an sur l'autorisation initiale de prélèvement au niveau du forage du Couloubrier (passage de 6.6 à 5 Mm³).

L'accord cadre formalise également les modalités de transfert de la commune de Sainte Maxime du SEVE vers le SIEDECM. Pour les perspectives à l'horizon 2030, le transfert effectif de Ste-Maxime au SIEDECM a été considéré. Le complément de ressource nécessaire pour satisfaire les besoins futurs du SEVE (en tenant compte des volumes à substituer cités ci-avant) est assuré par le forage du Couloubrier et la SCP.

On donne à titre indicatif les résultats des projections sur les populations et les besoins en eau, sachant que ce qui nous intéresse pour la phase 6, ce sont uniquement les prélèvements nets sur la ressource Argens :

↪ Les projections démographiques conduisent à une **augmentation de la population permanente des communes au moins en partie alimentées par le bassin de l'Argens de + 24 %**. Celle-ci passerait de **757 000 en 2008 à 935 000 en 2030**.

↪ Les projections à ratios de consommation et rendements constants donnent un accroissement notable des besoins en eau entre l'année de référence 2009 et l'échéance 2030 : **+ 40 % (soit 17 Mm³)** sur l'ensemble des communes alimentées par le bassin hors retenue de Ste Suzanne, et stabilité des besoins pour les communes alimentées par la retenue.

En faisant l'hypothèse que les rendements des réseaux atteignent les objectifs précisés plus haut, le volume annuel complémentaire nécessaire à l'horizon 2030 serait de 8 millions de m³.

Toutefois, pour la phase 6, on s'intéresse uniquement aux prélèvements impactant les ressources superficielles, et on raisonne en prélèvements nets, c'est-à-dire qu'on prend en compte les restitutions via les stations d'épuration.

Le prélèvement brut dans les ressources en lien avec l'Argens augmente de 11% en 2030 à rendement constant, mais diminue si on atteint les objectifs de rendement (-2.4%). En revanche, les restitutions augmentent de 40%, ce qui fait qu'au final, **le prélèvement net pour l'AEP diminue en 2030 de 11% (à rendement constant) et 35% (rendement objectif).**

Ces résultats sont liés notamment :

- au poids du prélèvement de Toulon, qui baisse par rapport à la situation 2009, passant de 18 à 16 Mm³ ; à la baisse également du prélèvement en eau de surface au Muy (SEVE).
- au fait qu'une part prédominante des prélèvements hors Toulon n'est pas en lien avec la ressource superficielle, mais génère néanmoins des restitutions vers les cours d'eau.

Volumes en milliers de m ³ /an	2009	2030 (rdt constant)	2030 (rdt objectif)
Prélèvement brut	29 165	32 455 (+11%)	28 470 (-2.4%)
Restitutions	12 616	17 665 (+40%)	
Prélèvement net AEP	16 550	14 790 (-11%)	10 805 (-35%)

Cette situation masque de fortes disparités en fonction des bassins, certains voyant leur prélèvement net augmenter et d'autres, diminuer.

XIII.3. BASSIN DE L'ARGENS (SOUS-BASSINS A1 A A4)

Comme pour la situation 1, on constate des situations déficitaires pour certains mois sur les sous-bassins, A1, A2 ou A3.

Prélèvements nets et VP en juillet en milliers m³ :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	389	290	243	-96
Prélèvement net AEP	338	-5	-28	-17
Prélèvement net total	728	285	217	-112
Volume prélevable phase 5	1516	270	183	298

Prélèvements nets et VP en août en milliers m³ :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	379	290	243	-96
Prélèvement net AEP	325	-5	-25	-16
Prélèvement net total	705	285	217	-112
Volume prélevable phase 5	1047	210	122	82

Prélèvements nets et VP en septembre en milliers m³/mois :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	300	72	202	-120
Prélèvement net AEP	284	-5	-21	-13
Prélèvement net total	584	67	181	-133
Volume prélevable phase 5	527	179	107	341

Prélèvements nets et VP en octobre en milliers m³/mois :

Volumes en milliers de m ³	A1	A2	A3	A4
Prélèvement net irrigation	187	45	158	-150
Prélèvement net AEP	245	-4	-25	-14
Prélèvement net total	432	41	132	-164
Volume prélevable phase 5	255	166	96	694

Les écarts avec la situation 1 sont peu significatifs sauf sur A1, où l'augmentation des prélèvements AEP en 2030 est notable. En octobre, le prélèvement AEP 2030 restant inférieur au VP, la mesure préconisée en phase 1 de fermeture des canaux en octobre suffit au respect du VP. Mais en septembre, on a un écart de 57 milliers de m³, soit une

réduction nécessaire de 11 %, qui pourra être obtenue en améliorant les rendements des réseaux AEP et/ou en améliorant la gestion des canaux d'irrigation.

Pour les autres mois et les autres sous-bassins, le report du VP disponible de A1 fait qu'on n'est pas en situation déficitaire.

XIII.4. BASSIN DE LA BRESQUE

Sur la Bresque, le prélèvement net AEP annuel (139 000 m³) évoluera à la hausse en 2030 à rendement constant (231 000 m³).

Volumes en milliers de m ³	Prélèvements nets (rdt cst) et VP		
	Juillet	Août	Septembre
Bresque			
Prélèvement net irrigation	914	914	755
Prélèvement net AEP actuel	56	60	44
Prélèvement net AEP 2030	88	95	70
Prélèvement net total	1 003	1 009	826
Volume prélevable	723	509	878
Ecart entre P net et VP	28 %	50 %	

L'objectif de réduction des prélèvements nets visé pour le sous-bassin Bresque en situation 2 est de - 50 %.

L'objectif était de - 48 % de réduction du prélèvement net total en situation 1, on peut dire qu'on n'a pas de différence significative entre les situations 1 et 2 sur la Bresque, en lien avec la part minoritaire de l'AEP.

La part des volumes prélevés pour l'AEP par rapport aux prélèvements nets totaux restant minimale en juillet et en août, on préconise de porter prioritairement l'effort, comme dans la situation 1, sur la réduction des prélèvements pour l'irrigation.

Remarque : On n'a donc pas fait le calcul à rendements améliorés, qui n'a pas réellement de sens compte tenu des ordres de grandeur en jeu. Cette approche simplifiée dans les calculs, se justifie aussi par le fait que les estimations que l'on a pu faire sur les canaux, vu le manque de données, sont teintées d'incertitudes. On peut néanmoins affirmer que le prélèvement net des canaux est très prédominant à l'échelle du sous-bassin. Mais dans l'argumentation, il faut insister sur la **nécessité d'améliorer les rendements AEP sur la Bresque**, car ils sont actuellement insuffisants, selon les données dont on dispose (comme déjà souligné en situation 1).

Pour ne pas dépasser le volume prélevable il faudrait **réduire de 53% le prélèvement net de l'irrigation**. Les besoins en août quinquennal sec étant estimés à 141 000 m³, il s'agit donc de **passer d'un rendement (besoins/prélèvement net) actuel des systèmes d'irrigation de 15% à 34 %**.

Les calculs conduisant à estimer ce rendement objectif sont présentés dans le tableau suivant.

Situation 2 - Evolution des rendements de l'irrigation			
Bresque (volumes en milliers de m ³)	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net irrigation	914	914	755
Besoin quinquennal sec	211	141	47
VP irrigation	416	412	346
Rendement actuel	23%	15%	6%
Rendement objectif	51%	34%	14%

Les résultats en termes de répartition des VP par usage pour les mois de juillet à septembre sont présentés dans le tableau suivant.

Bresque Situation 2 Proposition de répartition des VP			
Bresque (volumes en milliers de m ³)	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	416	412	346
VP AEP	88	95	70
VP disponible	219	2	462
VP total	723	509	878

Le plan d'actions recommandé est le même que celui exposé pour la situation 1.

XIII.5. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)

Sur l'ensemble du bassin du Carami (yc l'Issole), la confrontation des prélèvements nets 2030 avec les volumes prélevables indique une situation très largement déficitaire de juin à octobre.

Carami global (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net irrigation	988	1 227	1 227	988	673
<i>Prélèvement net AEP actuel</i>	1 997	2 940	2 838	1 853	1 177
Prélèvement net AEP 2030	1 652	2 175	2 096	1 736	1 382
Prélèvement net total 2030	2 640	3 402	3 323	2 724	2 055
Volume prélevable	2085	2897	2826	1974	1200

En situation 2, les objectifs de réduction des usages sur le Carami sont les suivants :

- 34% sur le Carami de juillet à octobre,
- 35% sur l'Issole de juillet à septembre,
- 100% sur l'Issole d'octobre à mars.

❖ Carami

Pour atteindre l'objectif de réduction de 34 %, deux scénarios sont envisagés, comme pour la situation 1 :

- soit on réduit chaque usage (irrigation et AEP) de 34 %
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la contrainte sur l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 34 %

Un raisonnement similaire à celui de la situation 1 conduit aux résultats suivants.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 34%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec	83	109	70	16	0.4
Prélèvement net irrigation actuel	537	637	637	537	423
Rendement (besoin/Pnet) actuel	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	354	420	420	354	279
Rendement (besoin/Pnet) objectif	23%	26%	17%	5%	0.14%

Les résultats pour l'irrigation sont proches de ceux de la situation 1 ; le rendement des canaux devrait passer de 17 % à 26 % (24 % en situation 1). Le plan d'actions à envisager est le même qu'en situation 1.

Concernant l'AEP, ce scénario implique de diminuer de 34 % le prélèvement net actuel total - 2 093 000 m³ en juillet - qui s'élèverait alors à 1 381 000 m³ pour juillet. Cette réduction s'applique de la façon suivante de juin à octobre.

Carami (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP 2030 et réduits de 34%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP 2030	1 617	2 093	2 015	1 692	1 387
Prélèvement net AEP objectif	1 067	1 381	1 330	1 117	916
Taux de diminution du Pnet AEP	34%	34%	34%	34%	34%

Au total, la réduction de l'ensemble des usages de 34 % donne les prélèvements nets suivants :

Carami (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 2 - Scénario 1				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	354	420	420	354	279
VP AEP	1 067	1 381	1 330	1 117	916
VP disponible	329	655	637	176	7
VP total	1 751	2 457	2 387	1 647	1 201

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 34 %

Concernant l'irrigation, on fait comme en situation 1 l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux, ce qui porterait le rendement (besoin/Pnet) de 17 à 80%. Le prélèvement net actuel (637 000 m³) passerait ainsi à 136 000 m³ en juillet, pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 109 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Carami (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec	83	109	70	16	0.4
Prélèvement net irrigation actuel	537	637	637	537	423
Rendement (besoin/Pnet) actuel	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	104	136	88	20	1
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%	80%	80%

La répercussion sur l'AEP selon le même raisonnement qu'en situation 1 donne les résultats suivants :

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP 2030 C1 maintenu	-77	-36	-54	-60	-77
Prélèvement net AEP 2030 C2	1 694	2 129	2 069	1 752	1 464
Prélèvement net AEP 2030 C2 objectif	1 694	2 129	2 069	1 687	1 277
Prélèvement net AEP total (C1+C2)	1 617	2 093	2 015	1 627	1 201
Diminution du Pnet AEP total (C1+C2)	0%	0%	0%	4%	13%

On voit que dans ce scénario, l'effort résultant pour l'AEP, c'est-à-dire la contrainte pour le prélèvement de Toulon devient assez faible, et ne concerne plus que les mois de septembre et octobre.

Au final, les résultats en termes de répartition des volumes prélevables par usage sont les suivants :

Carami (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 2 - Scénario 2				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	104	136	88	20	1
VP AEP	1 617	2 093	2 015	1 627	1 201
VP disponible	30	227	284	1	0
VP total	1 751	2 457	2 387	1 647	1 201

❖ Issole

Sur l'Issole, la confrontation des prélèvements 2030 avec les volumes prélevables montre comme en situation 1 une situation défavorable en février et mars en lien avec les étiages hivernaux et une deuxième période de juillet à novembre avec les étiages estivaux se prolongeant en automne. Les écarts entre Pnet et VP sont significatifs, compris entre 4 et 65 % avec 35 % août. Le sous-bassin de l'Issole nécessitera par conséquent une réduction des prélèvements de 35% afin de satisfaire les besoins du milieu aquatique et ceux des usages 8 années sur 10. Par ailleurs, on préconise comme pour la situation 1 la fermeture des canaux d'octobre à mars en raison des situations défavorables observées en octobre - novembre, ainsi qu'en février-mars, et compte-tenu de l'absence de besoins à cette période.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP						
	Février	Mars	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov
Prélèvement net irrigation	53	63	590	590	451	251	94
Prélèvement net AEP 2030	-24	-10	82	80	44	-5	-20
Prélèvement net total	29	52	672	670	495	245	74
Volume prélevable	27	18	514	435	325	85	71
Ecart Vprélevable/Pnet	7%	65%	24%	35%	34%	65%	4%

Tout comme pour le Carami, on considère deux options :

- soit on réduit chaque usage (irrigation et AEP) de 35 %
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la réduction de l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 35% et fermeture des canaux d'octobre à mars

L'objectif de réduction est proche de celui de la situation - scénario 1 ; les résultats sont similaires.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 35%		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	76	48	14
Prélèvement net irrigation actuel	590	590	451
Rendement (besoin/Pnet) actuel	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	384	384	293
Rendement (besoin/Pnet) objectif	20%	13%	5%

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP actuels et réduits de 35%		
	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net AEP 2030	82	80	44
Prélèvement net AEP objectif	53	52	28
Taux de diminution du Pnet AEP	35%	35%	35%

Issole (volumes en milliers de m ³)	Volumes prélevables Situation 2 - Scénario 1		
	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	384	384	293
VP AEP	53	52	28
VP disponible	3	3	5
VP total	440	439	326

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 35%

Concernant l'irrigation, on fait l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux, ce qui porterait le rendement (besoin/Pnet) de 17 à 80%. Le prélèvement net actuel (590 000 m³) passerait ainsi à 95 000 m³ en août, pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 76 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	76	48	14
Prélèvement net irrigation actuel	590	590	451
Rendement (besoin/Pnet) actuel	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	95	60	18
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%

Le passage sous pression de tous les systèmes d'irrigation libère un VP très supérieur aux prélèvements nets AEP 2030, comme l'illustre le tableau suivant.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP		
	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net AEP 2030	82	80	44
VP disponible (VP total - pré net irri objectif)	342	375	303

Le solde de VP une fois pris en compte le VP irrigation (pris égal au pré net irrigation objectif) et le VP AEP (pris égal au pré net 2030) est considéré comme VP non affecté, disponible le cas échéant pour le développement d'autres usages.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Situation 2 - Scénario 2 - Volumes prélevables		
	Juillet	Août	Sept
VP irrigation	95	60	18
VP AEP	82	80	44
VP disponible	262	298	265
VP total	440	439	326

❖ Carami global y compris Issole

Pour l'ensemble du bassin du Carami, y compris l'Issole, on obtient donc les résultats suivants.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 34% sur le Carami et 35% sur l'Issole

Carami global (yc Issole) (volumes en milliers de m ³)	Situation 2 - Scénario 1 - Volumes prélevables				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	648	804	804	648	279
VP AEP	1 090	1 435	1 382	1 145	910
VP disponible	348	658	639	181	11
Volume prélevable	2 085	2 897	2 826	1 974	1 200

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 34% sur le Carami et 35% sur l'Issole

Carami global (yc Issole) (volumes en milliers de m ³)	Situation 2 - Scénario 2 - Volumes prélevables				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
VP irrigation	175	231	148	38	1
VP AEP	1 652	2 175	2 096	1 671	1 195
VP disponible	258	489	582	265	4
Volume prélevable	2 085	2 896	2 825	1 974	1 200

XIV. SITUATION 3 - ETAT FUTUR : PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS AEP 2030 ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Il s'agit ici de considérer les prélèvements 2030 déjà utilisés en phase 2 et de prendre en compte en plus l'impact du changement climatique :

- sur la ressource en eau : hypothèse de - 10 % sur l'hydrologie naturelle
- sur l'évapotranspiration : hypothèse de + 10 % de prélèvement net des canaux.

Les objectifs sont redéfinis par confrontation entre la ressource et les prélèvements nets futurs.

Pour les situations 2 et 3, les VP étaient les mêmes, en revanche ici ils ont été recalculés en confrontant les Débits Biologiques à l'hydrologie naturelle réduite de 10 %.

Le but de la situation 3 est de mettre en évidence le fait que les volumes prélevables pourront effectivement être revus à la baisse dans les décennies à venir, du fait de l'impact du changement climatique, et de voir quelles contraintes complémentaires cette évolution pourrait représenter pour les usages.

XIV.1. BASSIN DE L'ARGENS (SOUS-BASSINS A1 A A4)

Pour les situations 1 et 2, on ne constatait pas de déficit sauf en octobre sur A1 (et dans une moindre mesure en septembre en situation 2).

En situation 3, le respect des volumes prélevables implique par contre des réductions non seulement sur A1, mais aussi sur A2 et A3 :

Sous-bassin	Objectif de réduction des prélèvements nets
A1	septembre : -47 % octobre : - 81 %
A2	juillet - août : - 45%
A3	juin - octobre : - 66%

Ces objectifs entraîneraient des modifications importantes des usages sur les sous-bassins, en particulier en A1 au mois d'octobre, où il faudrait en théorie réduire les prélèvements AEP de 65 % (à rendements des réseaux AEP constants).

Sous-bassin	Objectifs de réduction	Scénarios envisageables / pistes d'actions
A1	A rendements AEP constants : septembre : - 47 %	Si on maintient l'AEP, cela implique une réduction des prélèvements pour l'irrigation de 87 %, soit une amélioration du rendement de 7 à 52 %
	A rendements AEP améliorés : septembre : - 26 %	Avec les rendements AEP améliorés (70%), la réduction des prélèvements pour l'irrigation n'est plus que de 34 %, soit une amélioration du rendement de 7 à 10 %
	A rendements AEP constants : octobre : - 81 %	La réduction nécessaire est très importante et impliquerait non seulement la fermeture des canaux mais également la réduction de l'AEP de 65 %
	A rendements AEP améliorés : octobre : - 70 %	La fermeture des canaux est suffisante, il n'est pas nécessaire de réduire le prélèvement net AEP
A2	juillet - août : - 45 %	report du surplus de VP venant de A1 + réduction des prélèvements pour l'irrigation de 44 %
A3	juin - octobre : - 66 %	report du surplus de VP venant de A1 et A2 + réduction des prélèvements pour l'irrigation de 60 %

XIV.2. BASSIN DE LA BRESQUE

Sur la Bresque, l'objectif de réduction atteint 70 % en août, contre 50 % en situation 2.

Volumes en milliers de m ³	Prélèvements nets (rdt cst) et VP		
	Juillet	Août	Septembre
Bresque			
Prélèvement net irrigation actuel	914	914	755
Prélèvement net irrigation futur	1 006	1 006	831
Prélèvement net AEP actuel	56	60	44
Prélèvement net AEP futur	88	95	70
Prélèvement net total futur	1 094	1 101	901
Volume prélevable	525	332	669
Ecart VP/Pnet	52%	70%	26%

L'objectif de réduction des prélèvements nets visé pour le sous-bassin Bresque en situation 3 est de - 70 %.

Situation 3 - Evolution des rendements de l'irrigation			
Bresque (volumes en milliers de m ³)	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net irrigation futur	1 006	1 006	831
Besoin quinquennal sec	232	155	52
VP irrigation	240	235	200
Rendement objectif	97%	66%	26%

Cet objectif impliquerait une réduction drastique des prélèvements pour l'irrigation.

XIV.3. BASSIN DU CARAMI (ET ISSOLE)

Sur l'ensemble du bassin du Carami (yc l'Issole), la confrontation des prélèvements nets 2030 avec les volumes prélevables indique une situation très largement déficitaire de juin à octobre.

Carami global (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
<i>Prélèvement net irrigation actuel</i>	988	1 227	1 227	988	673
Prélèvement net irrigation futur	1 087	1 350	1 350	1 087	740
<i>Prélèvement net AEP actuel</i>	1 997	2 940	2 838	1 853	1 177
Prélèvement net AEP futur	1 652	2 175	2 096	1 736	1 382
Prélèvement net total futur	2 738	3 525	3 445	2 822	2 122
Volume prélevable	1 607	2 041	1 994	1 639	1 111
Ecart Vprélevable/Pnet	27%	27%	27%	28%	40%

En situation 3, les objectifs de réduction des usages sur le Carami sont les suivants :

- 40% sur le Carami de juillet à octobre,
- 50% sur l'Issole de juillet à septembre,
- 100% sur l'Issole d'octobre à mars.

❖ Carami

Pour atteindre l'objectif de réduction de 40 %, deux scénarios sont envisagés, comme pour les situations 1 et 2 :

- soit on réduit chaque usage (irrigation et AEP) de 40 %
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la contrainte sur l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 40%

Un raisonnement similaire à ceux des situations 1 et 2 conduit aux résultats suivants.

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 40%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec futur	91	120	77	18	0.4
Prélèvement net irrigation futur	591	701	701	591	465
Rendement (besoin/Pnet) futur	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	354	420	420	354	279
Rendement (besoin/Pnet) objectif	26%	29%	18%	5%	0.16%

Les résultats pour l'irrigation sont assez proches de ceux de la situation 2 ; le rendement des canaux devrait passer de 17 % à 29 % (26 % en situation 2). Le plan d'actions à envisager reste de même nature qu'en situations 1 et 2.

Concernant l'AEP, ce scénario implique de diminuer de 40 % le prélèvement net actuel total - 2 093 000 m³ en juillet - qui s'élèverait alors à 1 256 000 m³ pour juillet. Cette réduction s'applique de la façon suivante de juin à octobre.

Carami (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP 2030 et réduits de 40%				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP 2030	1 617	2 093	2 015	1 692	1 387
Prélèvement net AEP objectif	970	1 256	1 209	1 015	832

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 40%

Concernant l'irrigation, on fait comme en situations 1 et 2 l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux, ce qui porterait le rendement (besoin/Pnet) de 17 à 80%. Le prélèvement net futur en juillet (701 000 m³) devrait être réduit à 150 000 m³, pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 120 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Carami (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Besoin quinquennal sec futur	91	120	77	18	0.4
Prélèvement net irrigation futur	591	701	701	591	465
Rendement (besoin/Pnet) futur	15%	17%	11%	3%	<0.1%
Prélèvement net irrigation objectif	114	150	96	22	1
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%	80%	80%

La répercussion sur l'AEP selon le même raisonnement qu'en situations 1 et 2 donne les résultats suivants :

Carami (C1+C2) (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP				
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Prélèvement net AEP futur C1 maintenu	-77	-36	-54	-60	-77
Prélèvement net AEP futur C2	1 694	2 129	2 069	1 752	1 464
Prélèvement net AEP futur C2 objectif	1 288	1 562	1 587	1 408	1 187
Prélèvement net AEP total (C1+C2)	1 210	1 526	1 533	1 348	1 111
Diminution du Pnet AEP total (C1+C2)	25%	27%	24%	20%	20%

On voit que dans ce scénario, l'effort résultant pour l'AEP, c'est-à-dire la contrainte pour le prélèvement de Toulon est significative, nettement plus importante que pour situation 2, et concerne toute la période.

❖ Issole

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et VP						
	Février	Mars	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov
Prélèvement net irrigation	58	69	649	649	496	276	103
Prélèvement net AEP	-24	-10	82	80	44	-5	-20
Prélèvement net total	34	58	731	729	540	270	83

Sur l'Issole, la confrontation des prélèvements 2030 avec les volumes prélevables pour la situation 2 montre les écarts suivants : juillet - septembre -50%; octobre à mars -100%.

Tout comme pour le Carami, on considère deux options :

- soit on réduit chaque usage (irrigation et AEP) de 50 %
- soit on réduit au maximum l'irrigation, avec un passage total en sous-pression, afin de diminuer la réduction de l'usage AEP.

Scénario 1. Réduction de tous les usages à hauteur de 50% et fermeture des canaux d'octobre à mars

L'objectif de réduction est supérieur à celui de la situation 2 (35 %).

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets irrigation actuels et réduits de 35%		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	84	53	16
Prélèvement net irrigation	649	649	496
Rendement (besoin/Pnet)	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	325	325	248
Rendement (besoin/Pnet) objectif	26%	16%	6%

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets AEP actuels et réduits de 35%		
	Juillet	Août	Sept
Prélèvement net AEP 2030	82	80	44
Prélèvement net AEP objectif	41	40	22

Scénario 2. Réduction maximale de l'irrigation et réduction de l'AEP pour aboutir à une diminution du prélèvement net global de 50%

Concernant l'irrigation, on fait l'hypothèse d'un passage en sous-pression pour l'ensemble des canaux, ce qui porterait le rendement (besoin/Pnet) de 17 à 80%. Le prélèvement net (649 000 m³) passerait ainsi à 105 000 m³ pour couvrir un besoin en juillet quinquennal sec estimé à 84 000 m³.

Les résultats du même calcul pour les autres mois de la période sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Issole (volumes en milliers de m ³)	Prélèvements nets et rendements de l'irrigation		
	Juillet	Août	Sept
Besoin quinquennal sec	84	53	16
Prélèvement net irrigation	649	649	496
Rendement (besoin/Pnet)	13%	8%	3%
Prélèvement net irrigation objectif	105	66	20
Rendement (besoin/Pnet) objectif	80%	80%	80%

Le passage sous pression de tous les systèmes d'irrigation libère un VP très supérieur aux prélèvements nets AEP 2030, comme en situation 2.

XIV.4. BASSIN DE LA NARTUBY

Pour la situation 3, il apparaît en outre une situation déficitaire sur la Nartuby, uniquement pour le mois d'août, avec un écart entre le P net global et le VP de 19 %.

Volumes en milliers de m ³	Prélèvements nets en août
Nartuby	
Prélèvement net irrigation actuel	644
Prélèvement net irrigation futur	708
Prélèvement net AEP actuel	21
Prélèvement net AEP futur	24
Prélèvement net total futur	715

L'objectif de réduction des prélèvements nets visé pour le sous-bassin Nartuby en situation 3 est de - 19 %.

Si on maintient l'AEP et qu'on applique l'objectif de réduction sur les seuls prélèvements pour l'irrigation, on obtient les résultats suivants.

Nartuby Situation 3 (volumes en milliers de m ³)	Août
Prélèvement net irrigation futur	708
Besoin quinquennal sec	153
Rendement avant réduction	22%
Prélèvement irrigation après réduction	555
Rendement objectif	28%

La réduction du prélèvement total de 19 % impliquerait une amélioration du rendement des systèmes d'irrigation de 22 à 28 %, qui pourrait être obtenue par une amélioration de la gestion des canaux.

ANNEXES

ANNEXE 9 :
**Typologie des faciès d'écoulement (Malavoi,
CEMAGREF)**

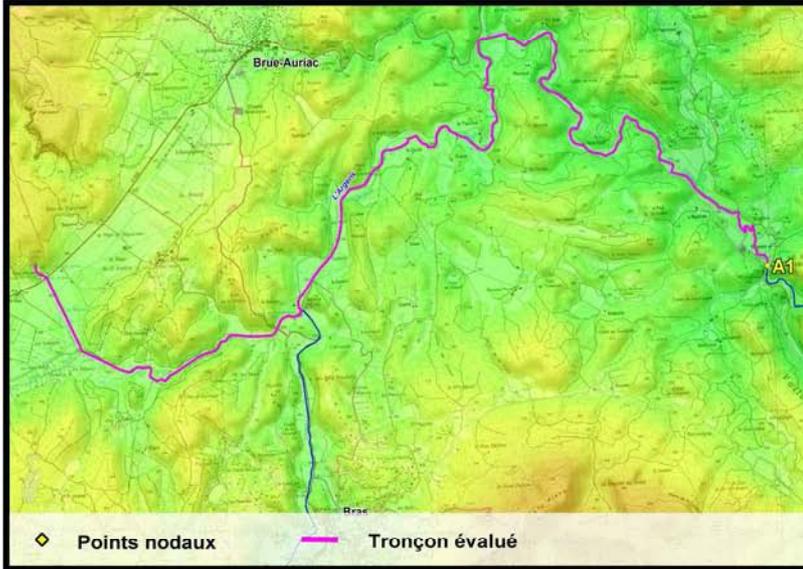
Type	Largeur au miroir	Hauteur d'eau	Vitesse d'écoulement	Granulométrie
Chenal lentique	forte	moyenne à forte	très faible	Étalée (limons, sable galets)
				
Mouille	forte	forte	faible à moyenne et asymétrique	Étalée (limons, sable galets)
				
Plat	moyen à fort	moyenne et uniforme	moyenne et uniforme	Éléments moyens (sable, galets)
				
Plat rapide	moyen	moyenne et uniforme	sup. moyenne	Éléments moyens (sable, galets, blocs)
				
Radier	moyen à fort	faible	forte à très forte	Grossière en amont pour diminuer en aval
				
Rapide	faible	moyenne	très forte	Grossière (blocs, roche mère)
				
Écoul. sur blocs	faible à moyenne fractionnée	faible à moyenne	moyenne à forte	Très grossière (bloc, affleurements roche mère)
				
Chutes	Variable	faible	très forte	Très grossière (bloc, affleurements roche mère)
				

LENTIQUE



LOTIQUE

ANNEXE 10 :
Fiches descriptives des tronçons homogènes



Date	09/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	18 km
Pente (‰)	5 ‰
Largeur (MIN-MAX)	4 à 25 m

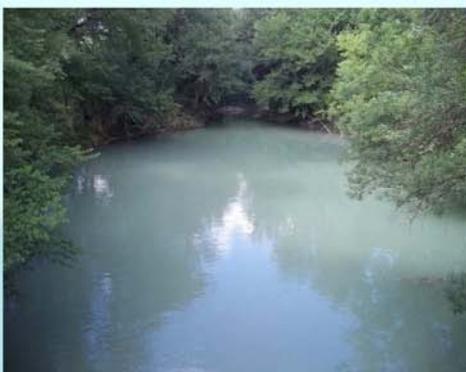
- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	54	100	/	/	0.2	S / L	/
Mouille	/	/	/	/	/	/	/
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	6	20	50	0.1	0.2	SG	PG
Plat rapide	15	10	50	0.3	0.5	SG	PG
Radier	17	10	30	0.3	1	SG	PG / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	5	10	20	0.5	0.6	SG	R
Chute	3	100	/	0.3	1	B	D
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

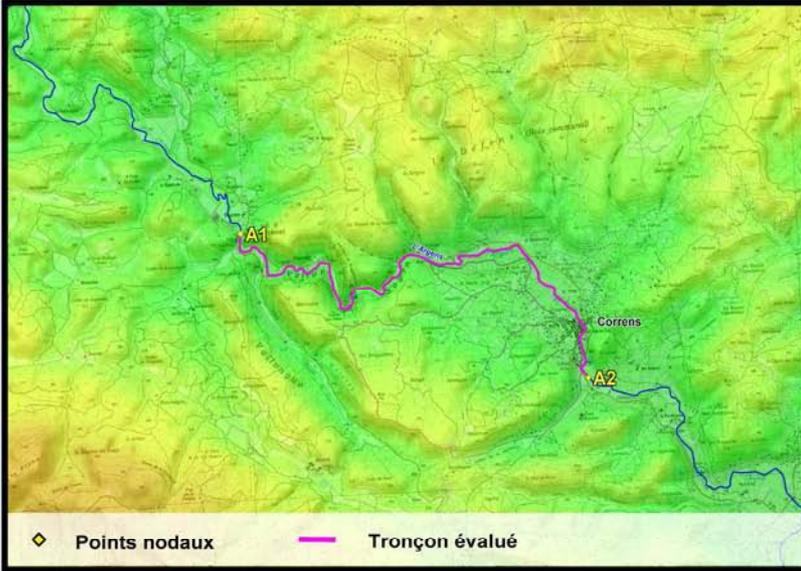


Radier



Plat rapide





Date	09/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	7.6 km
Pente (‰)	2.8 ‰
Largeur (MIN-MAX)	14 à 20 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	55	100	/	/	0.2	SG	B / D
Mouille	6	100	/	/	0.2	SG	/
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	10	20	50	0.1	0.3	SG	R / D
Plat rapide	13	20	60	0.3	0.6	SG	R / D
Radier	14	10	30	0.3	1	SG	R / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	1	30	50	0.6	1	CG	D
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique



Radier



Plat rapide





Date	10/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	8.6 km
Pente (‰)	3.5 ‰
Largeur (MIN-MAX)	10 à 20 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	68	100	/	/	0.2	SG	R
Mouille	5	100	250	/	0.2	SG	B / R
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	4	40	60	0.2	0.3	/	/
Plat rapide	7	20	60	0.3	0.6	SG	R
Radier	10	10	30	0.3	0.8	SG	R / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	5	/	/	1	/	/	D
Chute	/	/	/	/	/	/	/
Chenal lotique	1	100	/	0.3	0.5	SG	/

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

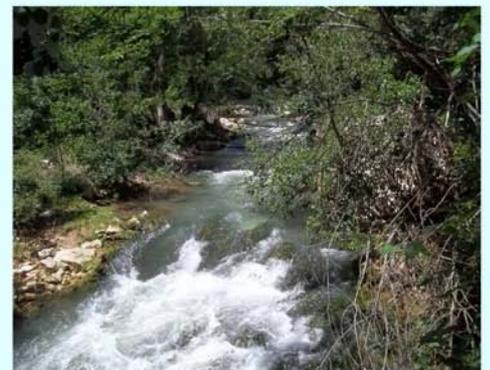
Chenal lentique

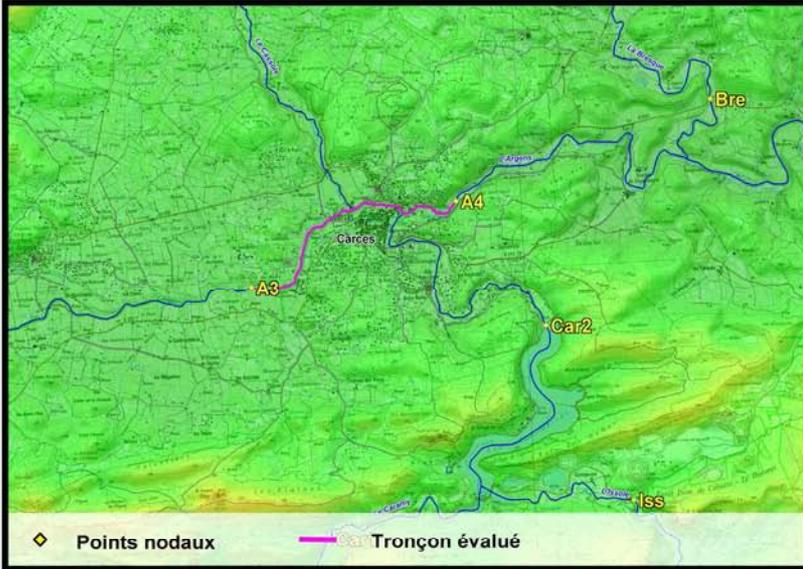


Mouille



Ecoulement sur blocs

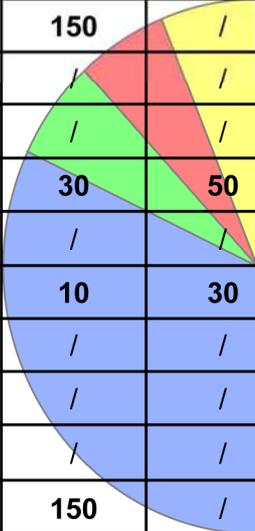




Date	09/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	3.5 km
Pente (‰)	3.5 ‰
Largeur (MIN-MAX)	10 à 20 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	82	150	/	/	0.15	L	/
Mouille	/	/	/	/	/	/	/
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	6	30	50	0.1	0.2	/	/
Plat rapide	/	/	/	/	/	/	/
Radier	6	10	30	0.3	0.6	S	R
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	/	/	/	/	/	/
Chenal lotique	6	150	/	0.3	0.4	/	/



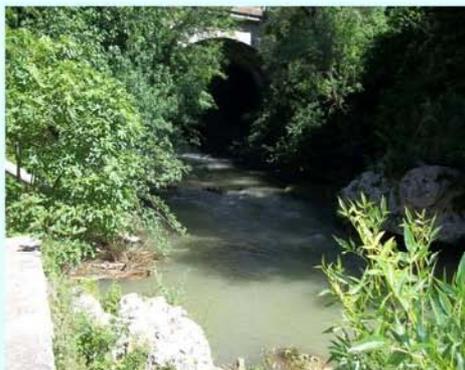
Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

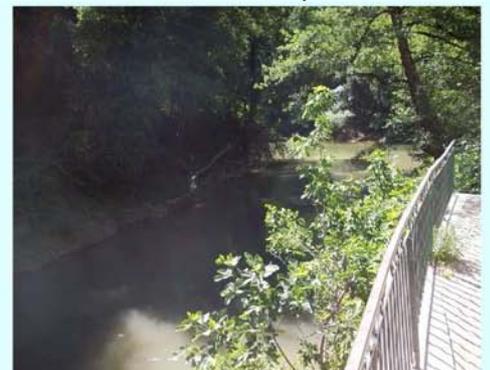
Chenal lentique

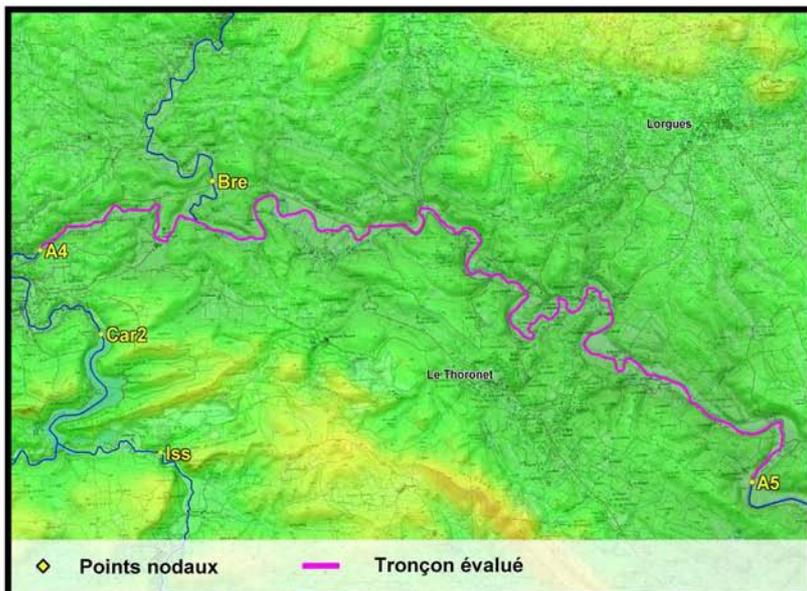


Radier



Chenal lotique





Date	11/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	26 km
Pente (‰)	1.5 ‰
Largeur (MIN-MAX)	10 à 35 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	79	100	/	/	0.3	SG	/
Mouille	5	50	250	/	0.6	SG	PG
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	1	40	60	0.1	0.3	SG	/
Plat rapide	3	20	70	0.2	0.6	SG	PG
Radier	6	10	50	0.2	1	SG	B / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	1	10	60	0.3	1	D	D
Chenal lotique	4	60	/	/	0.7	SG	/

Espèce repère	Cyprinidés d'eaux vives
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

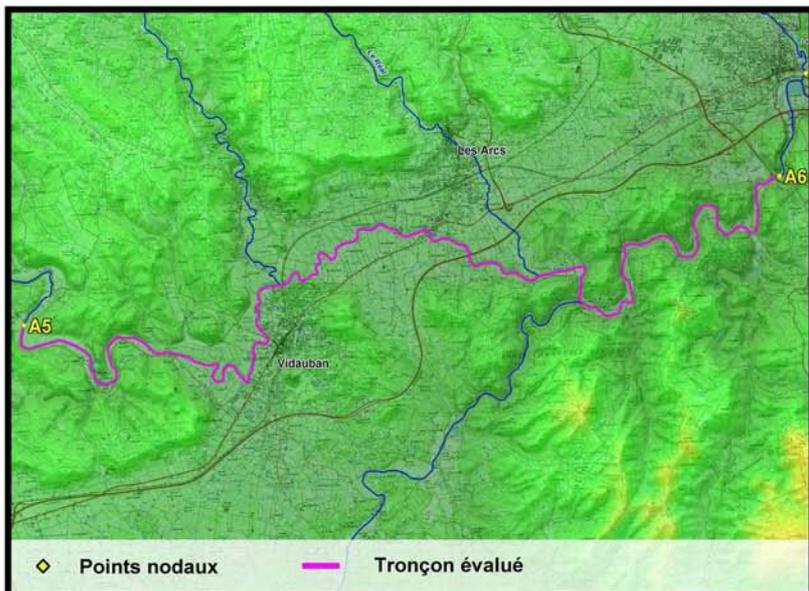


Radier



Mouille





Date	12/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	28 km
Pente (‰)	2.1 ‰
Largeur (MIN-MAX)	8 à 60 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	71	100	/	/	0.3	SG	B / D
Mouille	4	50	200	/	0.4	SG	PG / D
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	3	20	60	/	0.3	SG	PG
Plat rapide	9	20	100	0.3	0.7	SG	PG / D
Radier	8	10	150	0.2	1	SG	R / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	1	40	80	0.6	1	/	D
Chute	1	40	/	0.4	1	D	D
Chenal lotique	3	30	100	0.2	0.8	SG	PG / D

Espèce repère	Cyprinidés
Fonctionnalité du milieu	Perturbé (éclosion dégradé par la présence du barrage d'Entraygues)

Photographies :

Chenal lentique



Plat rapide



Radier





Date	13/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	10 km
Pente (‰)	0.5 ‰
Largeur (MIN-MAX)	25 à 50 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	98	50	200	/	0.3	SG	R
Mouille	1	30	200	/	0.2	SG / L	B
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	/	/	/	/	/	/	/
Plat rapide	/	/	/	/	/	/	/
Radier	1	20	40	0.4	0.6	SG / GF	B
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	/	/	/	/	/	/
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Cyprinidés
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

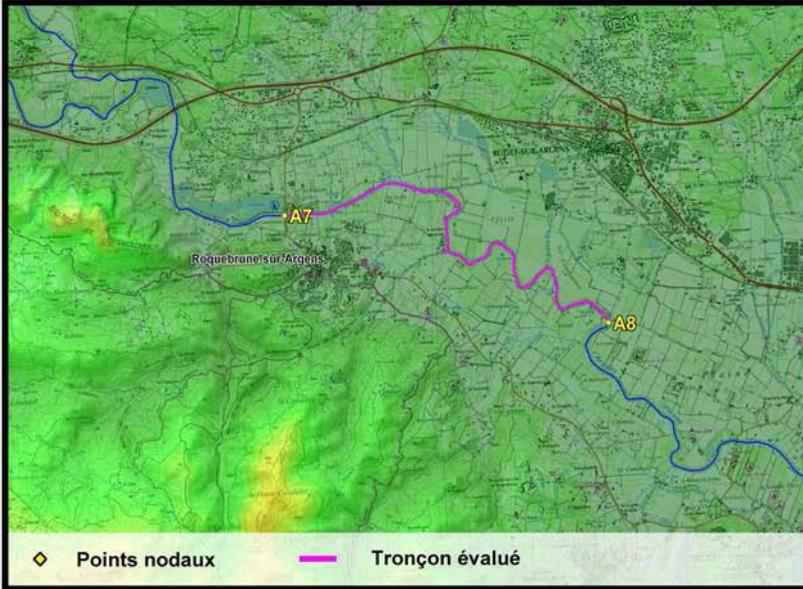


Radier



Mouille





Date	13/06/2012
Rivière	L'Argens
Longueur du tronçon	6.5 km
Pente (‰)	1 ‰
Largeur (MIN-MAX)	23 à 35 m

L : limons
 SF : sables fins
 SG : sables grossiers
 GF : graviers fins
 GG : graviers grossiers
 CF : cailloux fins
 CG : cailloux grossiers
 PF : pierres fines
 PG : pierres grossières
 B : blocs
 SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	97	100	/	/	0.2	SG	/
Mouille	/	/	/	/	/	/	/
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	3	40	60	0.1	0.3	SG	/
Plat rapide	/	/	/	/	/	/	/
Radier	/	/	/	/	/	/	/
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	/	/	/	/	/	/
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Cyprinidés
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

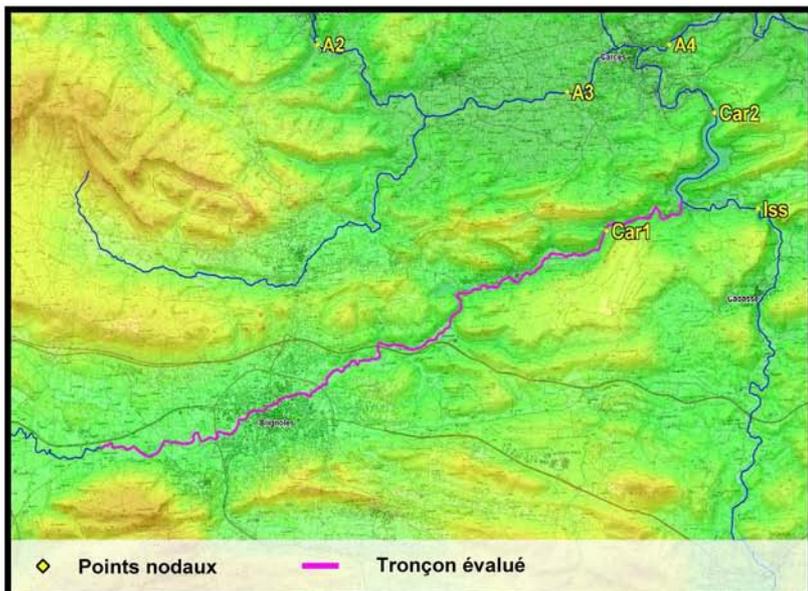


Chenal lentique



Plat





Date	10/06/2012
Rivière	Carami
Longueur du tronçon	20 km
Pente (%)	1.2 %
Largeur (MIN-MAX)	4 à 20 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	18	60	120	/	0.2	SG	PG
Mouille	4	20	200	/	0.4	SG	R
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	26	20	80	0.1	0.3	SG	D
Plat rapide	22	10	50	0.3	0.6	SG	B / D
Radier	26	10	40	0.3	0.8	SG	B / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	3	20	50	0.6	/	D	D
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

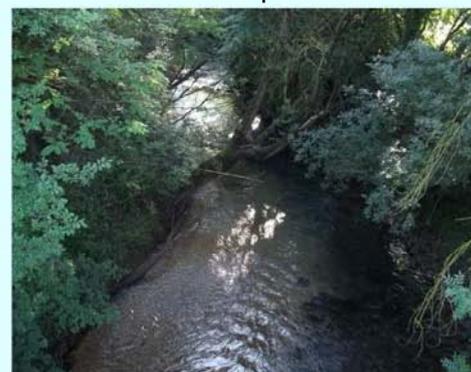
Radier

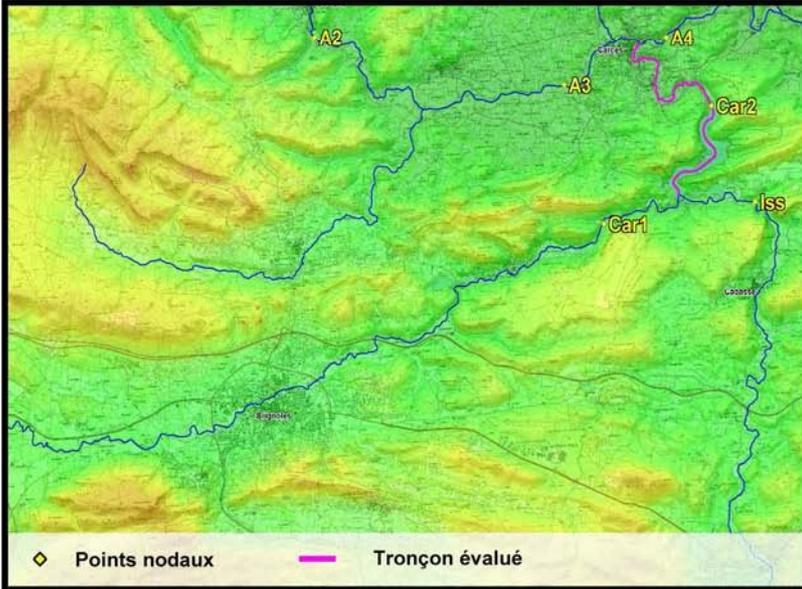


Plat



Plat rapide





Date	10/06/2012
Rivière	Carami
Longueur du tronçon	7 km
Pente (%)	0.9 %
Largeur (MIN-MAX)	10 à 25 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	40	50	180	/	0.2	SG	PG
Mouille	20	50	350	/	0.4	SG	R
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	16	40	80	0.1	0.2	S	B / R
Plat rapide	/	/	/	/	/	/	/
Radier	12	10	40	0.3	0.4	S	B
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	12	250	/	0.6	/	substrat	substrat
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Cyprinidés
Fonctionnalité du milieu	Perturbé (éclosion et croissance perturbées par les rejets de STEP)

Photographies :

Mouille

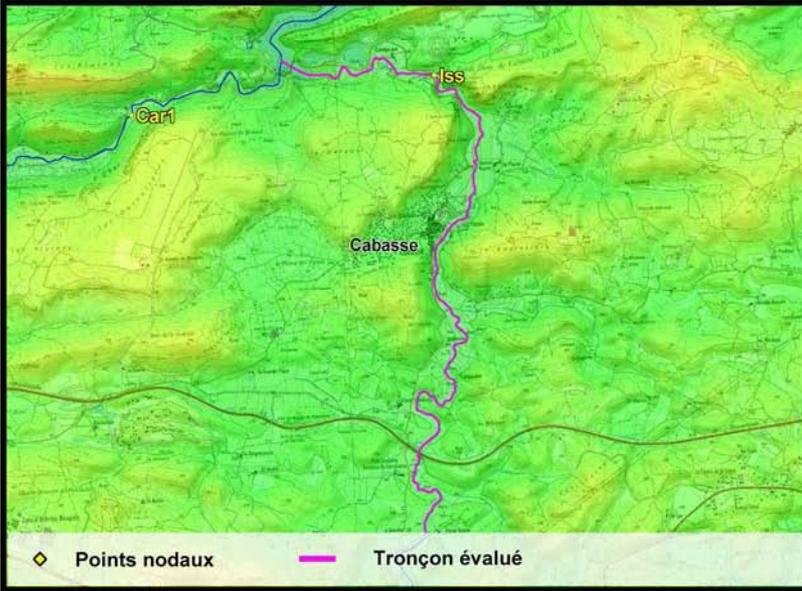


Chute



Plat rapide





Date	10/06/2012
Rivière	Issole
Longueur du tronçon	11 km
Pente (%)	0.45 %
Largeur (MIN-MAX)	8 à 17 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	52	100	/	/	0.1	SG	PG
Mouille	2	50	200	/	0.2	SG	PG
Plat lentique	12	10	40	/	0.1	SG	PG / B
Plat	17	10	50	/	0.3	SG	B
Plat rapide	7	10	40	0.3	0.5	SG	B
Radier	9	10	30	0.3	0.8	SG	B / D
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	30	150	1	/	/	/
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

NB : le tronçon prospecté présente des potentialités d'assecs de 58 %

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

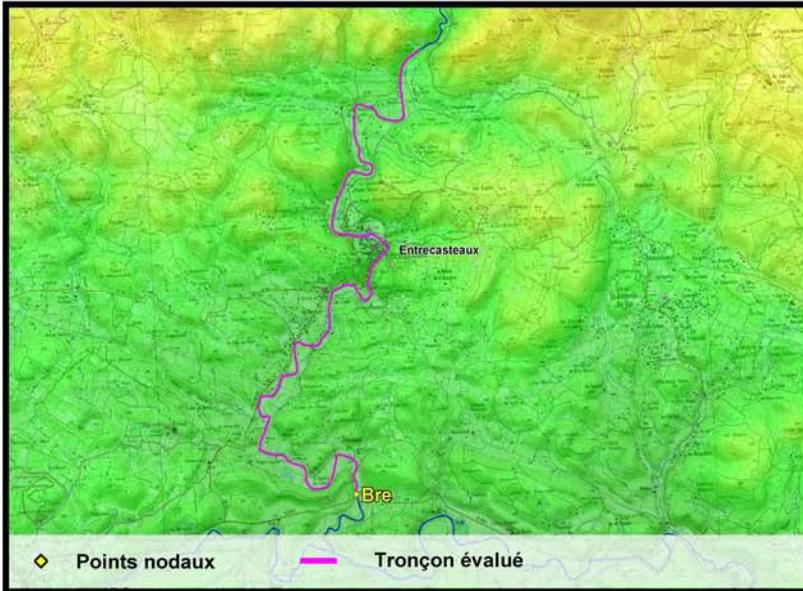


Plat



Plat lentique





Date	11/06/2012
Rivière	Bresque
Longueur du tronçon	11 km
Pente (%)	1 %
Largeur (MIN-MAX)	6 à 20 m

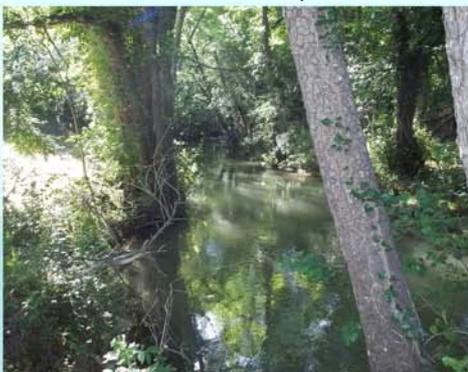
L : limons
 SF : sables fins
 SG : sables grossiers
 GF : graviers fins
 GG : graviers grossiers
 CF : cailloux fins
 CG : cailloux grossiers
 PF : pierres fines
 PG : pierres grossières
 B : blocs
 SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	29	60	150	/	0.2	SG	B
Mouille	4	200	/	/	0.2	SG	B
Plat lentique	/	/	/	/	/	/	/
Plat	28	20	60	0.1	0.5	SG	B
Plat rapide	24	10	50	0.2	0.6	SG	B
Radier	15	10	30	0.3	1	SG	B
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	/	/	/	/	/	/
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Chenal lentique

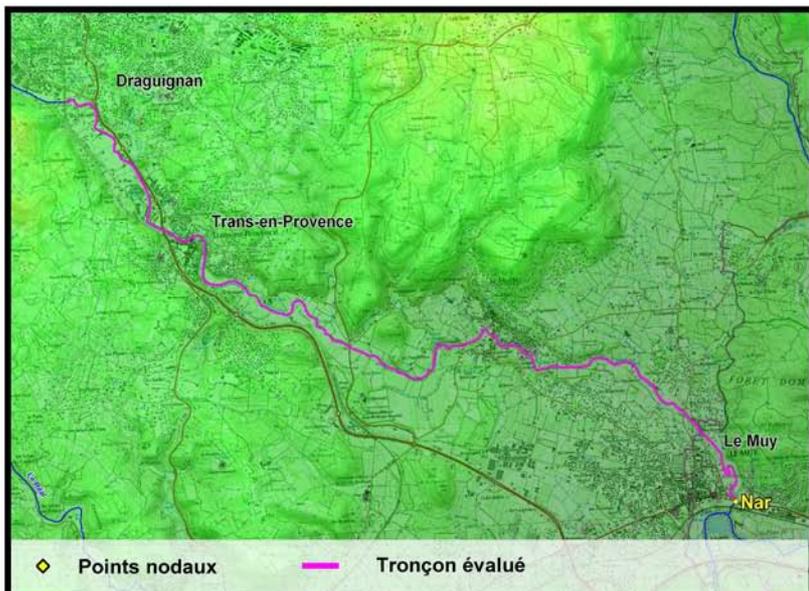


Plat



Plat rapide





Date	13/06/2012
Rivière	Nartuby
Longueur du tronçon	13.5 km
Pente (%)	1 %
Largeur (MIN-MAX)	8 à 20 m

- L : limons
- SF : sables fins
- SG : sables grossiers
- GF : graviers fins
- GG : graviers grossiers
- CF : cailloux fins
- CG : cailloux grossiers
- PF : pierres fines
- PG : pierres grossières
- B : blocs
- SUB : substratum ou dalle

FACIES	%	Profondeur (cm)		Vitesse (m/s)		Substrat *	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Chenal lentique	12	30	150	/	0.1	SG	D
Mouille	3	150	/	/	0.2	SG	D
Plat lentique	10	30	60	/	0.02	SG	PG
Plat	36	10	60	/	0.4	SG	PG + D
Plat rapide	18	10	50	0.1	0.8	SG	PG
Radier	21	/	40	/	1	SG	PG / B
Rapide	/	/	/	/	/	/	/
Ecoulement sur bloc	/	/	/	/	/	/	/
Chute	/	20	/	0.05	0.1	D	D
Chenal lotique	/	/	/	/	/	/	/

NB : le tronçon prospecté présente des potentialités d'assecs de 11 %

Espèce repère	Truite
Fonctionnalité du milieu	Perturbé

Photographies :

Plat



Radier



Plat rapide

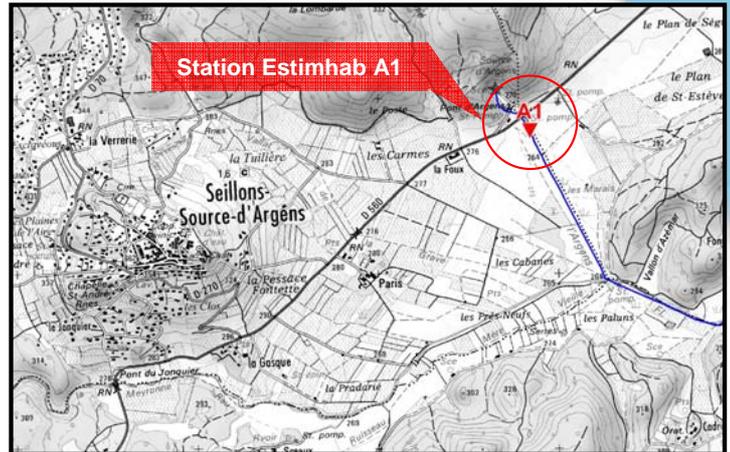


ANNEXE 11 :
Fiches de présentation des stations ESTIMHAB

Station ESTIMHAB

ARGENS – Seillons Source-d'Argens

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	135 km ²
Tronçon	A1
Linéaire	84 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	6 m



Campagne 1 : 11/07/2012 Q = 0,2 m³/s



Campagne 2 : 29/08/2012 Q = 0,15 m³/s

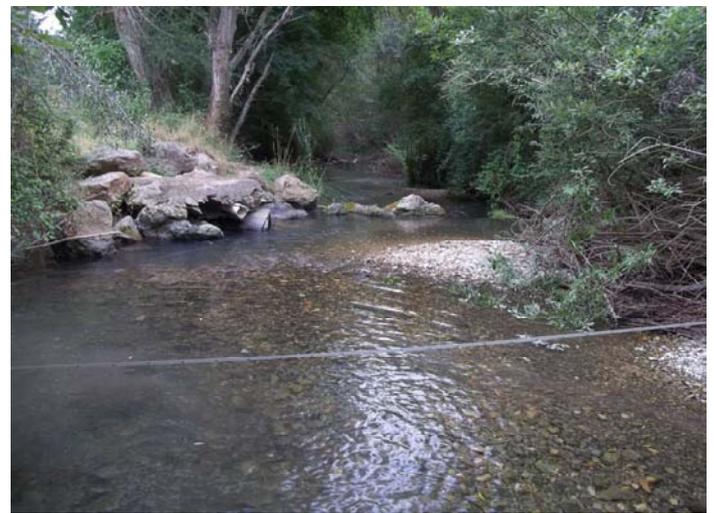


Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	6.75	5.56	7.04	7.32	5.78	7.88	7.40	8.38	7.46	6.62	6.73	5.57	4.77	6.92	7.61
Ht moy. camp. 1	0.72	0.44	0.35	0.24	0.32	0.17	0.19	0.19	0.28	0.33	0.30	0.33	0.32	0.28	0.33
Larg. camp. 2	6.75	5.50	6.90	7.10	5.70	7.65	6.80	8.15	7.15	6.20	6.50	5.35	4.30	6.30	5.20
Ht moy. camp. 2	0.67	0.39	0.30	0.21	0.29	0.14	0.17	0.14	0.22	0.26	0.24	0.27	0.25	0.21	0.25

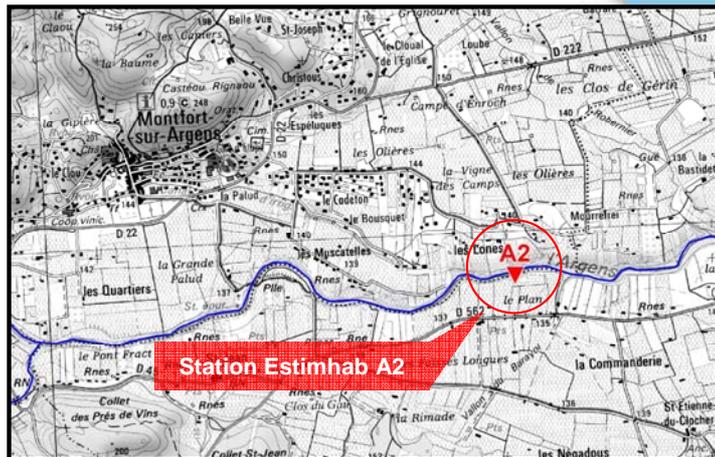
Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

Station ESTIMHAB

ARGENS – Le Plan (Montfort-sur-Argens)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	613 km ²
Tronçon	A3
Linéaire	154 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	11 m



Campagne 1 : 11/07/2012 Q = 1,3 m³/s



Campagne 2 : 29/08/2012 Q = 1 m³/s

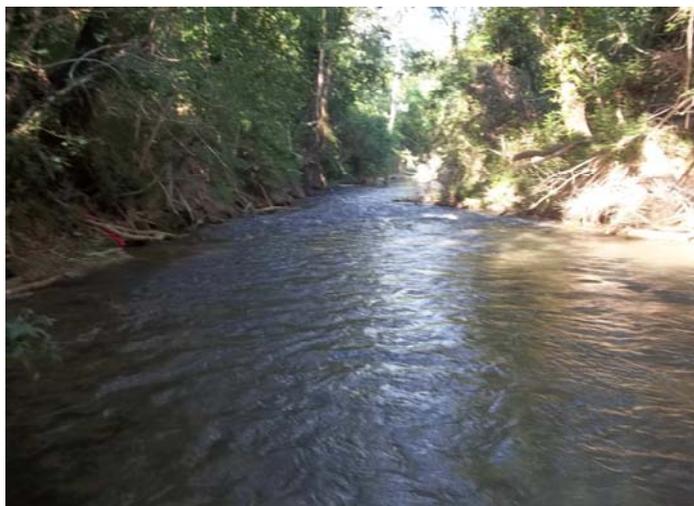


Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	12.93	10.33	9.73	11.47	11.00	8.25	12.99	11.52	12.54	9.64	10.52	11.70	10.80	9.63	9.53
Ht moy. camp. 1	0.37	0.72	0.35	0.49	0.69	0.40	0.48	0.28	0.28	0.27	0.30	0.43	0.48	0.55	0.53
Largeur camp. 2	12.70	10.00	8.90	11.20	10.90	7.10	12.90	11.30	12.40	9.60	10.50	11.60	10.40	9.30	9.40
Ht moy. camp. 2	0.31	0.66	0.30	0.44	0.63	0.35	0.42	0.23	0.21	0.20	0.23	0.38	0.42	0.49	0.47

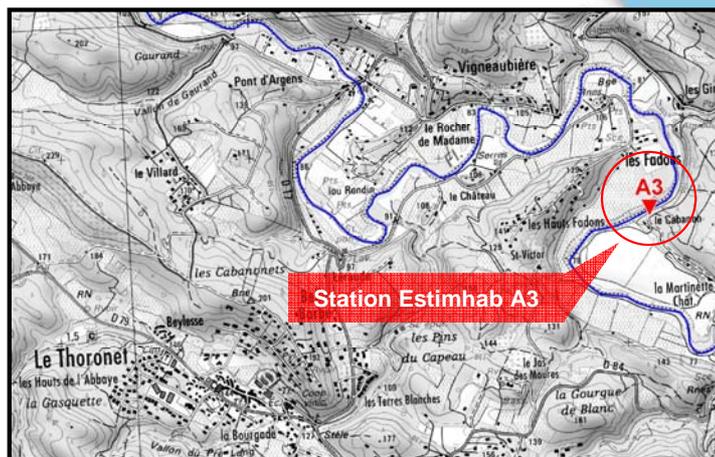
Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

Station ESTIMHAB

ARGENS – Le Cabanon (Vigneaubière)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	1491 km ²
Tronçon	A5
Linéaire	238 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	17 m



Campagne 1 : 16/07/2012 Q = 2,5 m³/s



Campagne 2 : 31/08/2012 Q = 1,7 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	19.65	19.30	15.60	17.87	16.95	20.15	18.78	17.69	12.38	14.85	18.60	19.20	15.45	17.60	17.20
Ht moy. camp. 1	1.70	1.47	0.63	0.49	0.69	0.78	0.49	0.28	0.32	0.34	0.89	1.16	1.13	1.14	1.16
Largeur camp. 2	19.40	18.90	15.35	17.50	16.95	20.05	18.72	16.74	11.50	14.65	18.45	19.17	15.40	17.55	16.95
Ht moy. camp. 2	1.64	1.42	0.57	0.43	0.64	0.74	0.45	0.25	0.29	0.30	0.85	1.11	1.09	1.10	1.11

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

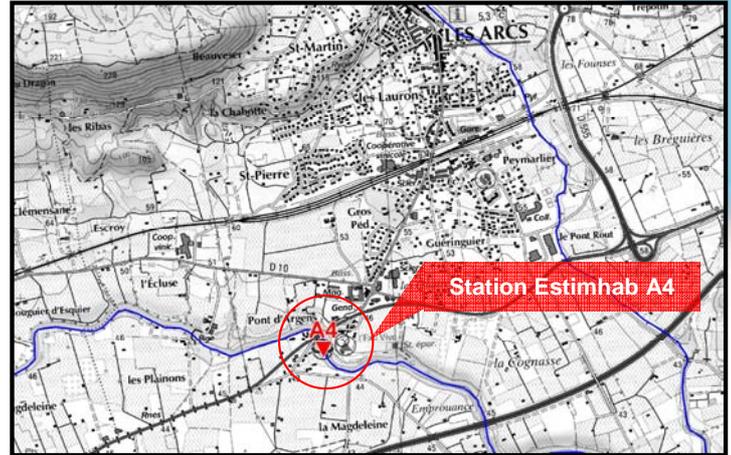
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Station ESTIMHAB

ARGENS – Pont d'Argens (Les Arcs)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	1651 km ²
Tronçon	A6
Linéaire	266 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	19 m



Campagne 1 : 13/07/2012 Q = 3,3 m³/s



Campagne 2 : 07/09/2012 Q = 2,8 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	26.60	30.20	26.30	21.80	21.90	23.35	17.00	14.10	13.80	15.50	16.50	17.70	16.70	13.10	14.15
Ht moy. camp. 1	1.13	0.83	0.50	0.38	0.68	0.62	0.53	0.91	0.81	0.43	1.17	0.74	0.92	1.84	1.59
Larg. camp. 2	26.40	30.00	26.10	21.30	21.70	23.00	16.80	13.50	13.40	15.00	16.10	17.60	16.65	13.00	14.10
Ht moy. camp. 2	1.09	0.77	0.41	0.38	0.64	0.58	0.50	0.84	0.75	0.35	1.09	0.65	0.83	1.75	1.50

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

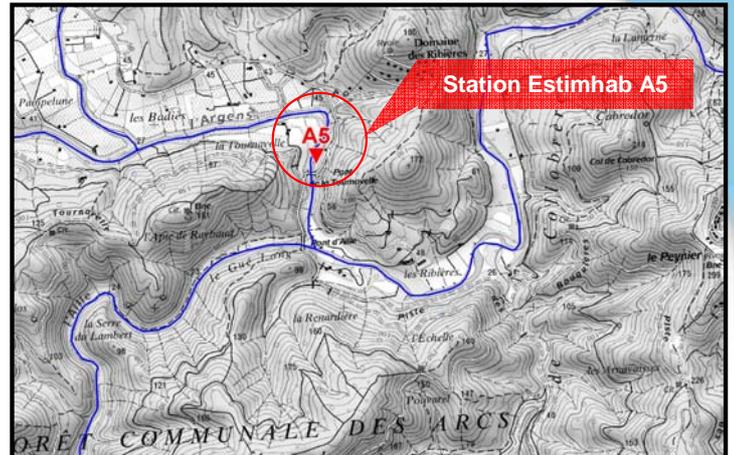
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Station ESTIMHAB

ARGENS – Pont de la Tournavelle (Les Arcs)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	1698 km ²
Tronçon	A6
Linéaire	224 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	16 m



Campagne 1 : 12/07/2012 Q = 4,1 m³/s



Campagne 2 : 30/08/2012 Q = 3 m³/s



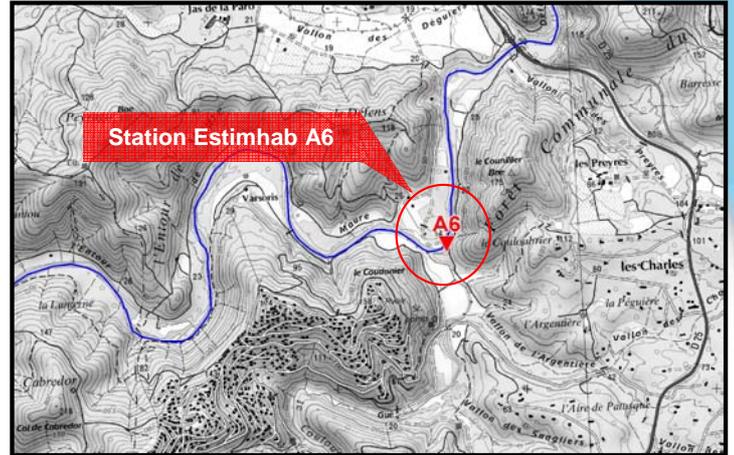
Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	24.00	24.40	24.00	13.98	13.43	12.84	12.54	11.72	14.42	12.20	12.10	13.50	16.45	20.80	23.56
Ht moy. camp. 1	1.09	2.17	0.67	0.39	0.44	0.67	0.56	0.36	0.39	0.47	0.41	0.33	0.49	0.46	1.19
Largeur camp. 2	23.55	23.90	23.80	12.70	13.25	12.30	11.80	11.15	8.90	12.00	11.70	13.00	16.40	20.20	22.85
Ht moy. camp. 2	1.01	2.08	0.59	0.37	0.37	0.57	0.45	0.28	0.32	0.39	0.33	0.28	0.43	0.31	1.04

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	2034 km ²
Tronçon	A6
Linéaire	210 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	15 m


 Campagne 1 : 12/07/2012 Q = 3,7 m³/s

 Campagne 2 : 07/09/2012 Q = 2,7 m³/s


Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	24.92	17.80	10.28	11.68	13.89	14.71	19.39	10.22	16.63	16.76	16.52	13.39	14.99	15.85	19.00
Ht moy. camp. 1	1.10	0.59	0.48	0.29	0.61	0.55	1.62	1.04	0.39	0.37	0.39	0.60	0.34	1.42	0.78
Larg. camp. 2	24.10	17.00	9.90	11.30	13.40	14.25	19.09	10.10	16.20	16.40	15.25	12.40	14.10	15.60	18.95
Ht moy. camp. 2	1.03	0.52	0.43	0.23	0.54	0.48	1.55	0.98	0.31	0.31	0.32	0.53	0.28	1.39	0.75

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

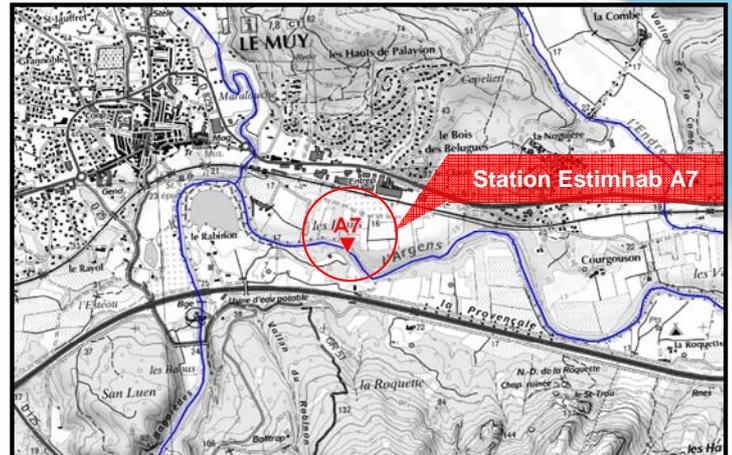
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Station ESTIMHAB

ARGENS – Les Plans (Le Muy)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	2285 km ²
Tronçon	A7
Linéaire	266 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	19 m



Campagne 1 : 17/07/2012 Q = 4,7 m³/s



Campagne 2 : 11/09/2012 Q = 3,7 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	18.25	26.55	24.70	28.00	15.02	14.24	14.05	20.34	21.76	18.62	19.26	17.15	17.77	18.30	14.90
Ht moy. camp. 1	1.51	1.57	1.17	0.29	0.67	0.53	0.82	0.59	0.88	0.83	1.06	0.58	0.37	1.17	1.30
Largeur camp. 2	18.20	26.50	24.40	27.60	14.15	13.30	12.70	19.60	20.80	18.40	17.90	15.80	16.10	18.00	14.70
Ht moy. camp. 2	1.51	1.57	1.17	0.21	0.57	0.47	0.74	0.45	0.77	0.71	0.92	0.52	0.29	1.00	1.16

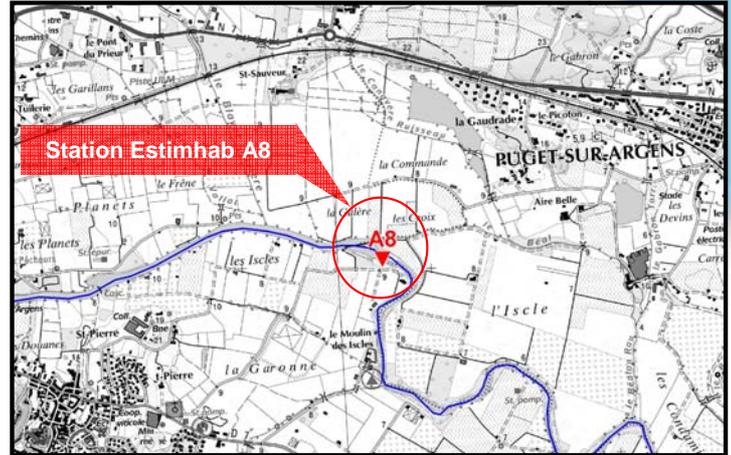
Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

Station ESTIMHAB

ARGENS – Les Iscles (Roquebrune-sur-Argens)

Cours d'eau	Argens
Surface du BV	2560 km ²
Tronçon	A8
Linéaire	294 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	21 m



Campagne 1 : 17/07/2012 Q = 4,8 m³/s



Campagne 2 : 28/08/2012 Q = 3,7 m³/s

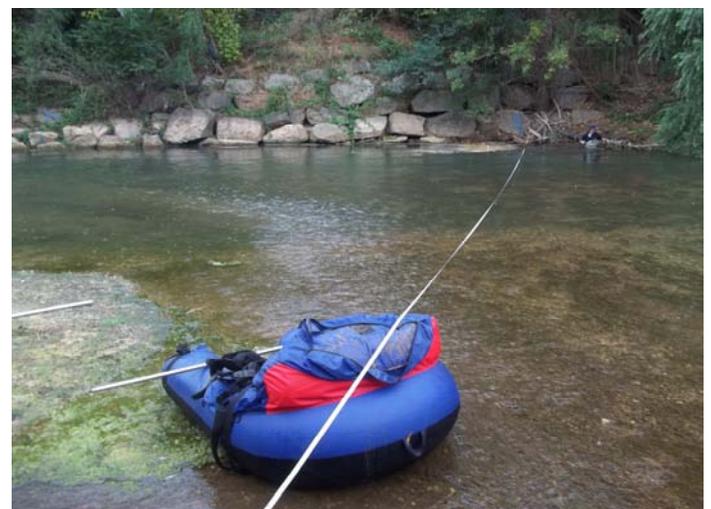


Tableau de résultats

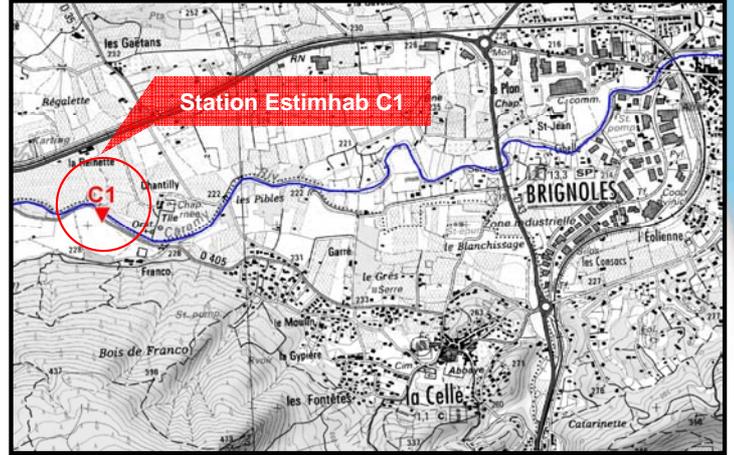
Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	14.80	24.20	17.90	16.50	18.50	21.50	23.20	22.75	26.10	20.40	22.05	27.20	27.40	19.50	17.20
Ht moy. camp. 1	0.54	0.65	0.65	0.92	1.03	0.67	0.54	0.51	0.50	0.52	0.91	1.35	1.06	1.18	1.56
Larg. camp. 2	14.70	23.80	17.75	16.45	18.35	21.45	23.10	22.60	25.90	20.35	22.00	27.20	27.40	19.50	17.20
Ht moy. camp. 2	0.53	0.63	0.63	0.90	1.00	0.65	0.51	0.47	0.46	0.49	0.89	1.34	1.05	1.17	1.55

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Cours d'eau	Carami
Surface du BV	103 km ²
Tronçon	Car
Linéaire	98 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	7 m



Campagne 1 : 09/07/2012 Q = 0,4 m³/s

Campagne 2 : 22/08/2012 Q = 0,25 m³/s



Tableau de résultats

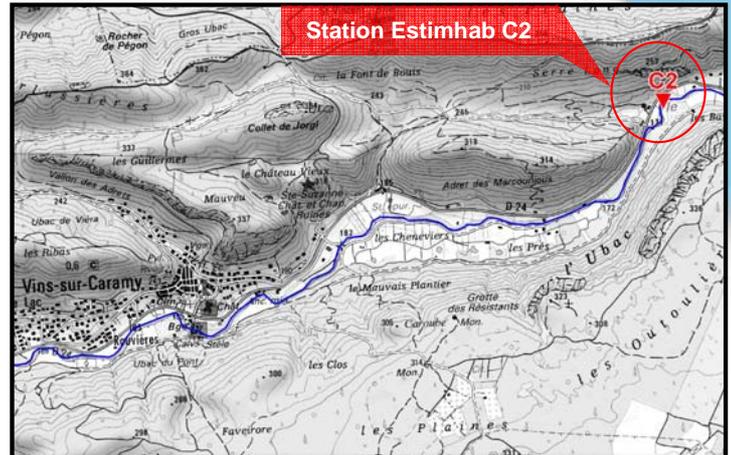
Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	8.11	7.19	8.72	9.06	9.50	6.62	6.02	4.11	5.40	6.06	7.32	7.32	5.43	4.52	6.86
Ht moy. camp. 1	0.66	0.38	0.37	0.58	0.16	0.15	0.16	0.31	0.22	0.65	0.17	0.24	0.23	0.25	0.25
Larg. camp. 2	8.05	7.18	8.70	9.05	9.47	6.60	5.85	3.90	4.40	6.00	7.12	6.90	4.94	4.10	6.50
Ht moy. camp. 2	0.65	0.37	0.37	0.58	0.16	0.12	0.11	0.27	0.16	0.61	0.14	0.19	0.18	0.21	0.22

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Cours d'eau	Carami
Surface du BV	201 km ²
Tronçon	Car
Linéaire	112 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	8 m



Campagne 1 : 09/07/2012 Q = 0,8 m³/s



Campagne 2 : 22/08/2012 Q = 0,4 m³/s

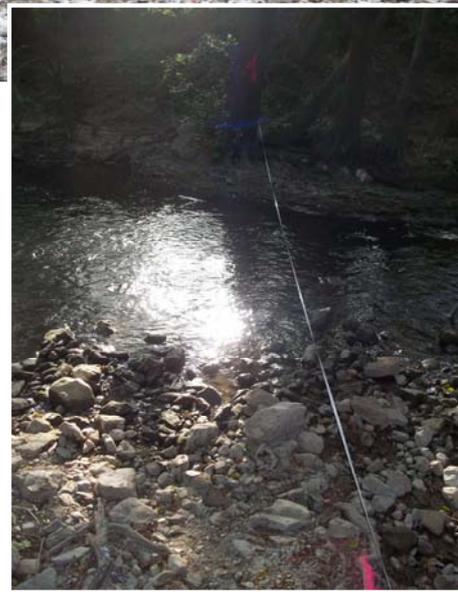


Tableau de résultats

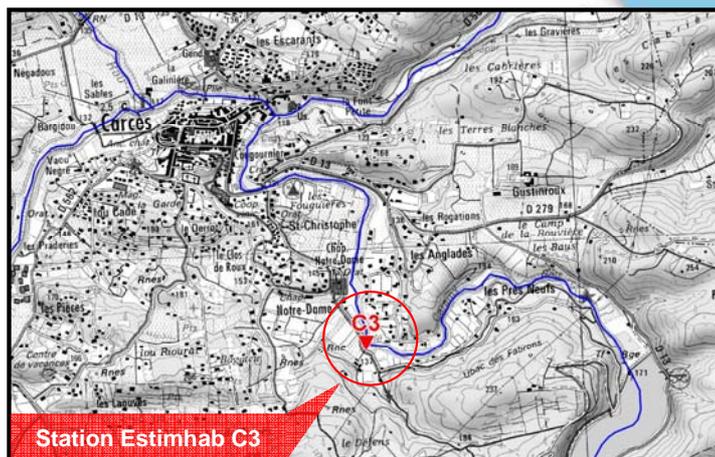
Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	6.80	10.55	10.20	11.10	10.90	6.00	5.80	6.40	6.00	9.25	8.05	6.65	3.00	8.85	11.00
Ht moy. camp. 1	0.30	0.14	0.27	1.32	1.11	0.56	0.27	0.31	0.23	0.36	0.61	0.61	0.71	0.55	1.35
Larg. camp. 2	5.50	10.50	9.80	11.10	10.80	5.75	5.10	6.30	5.80	8.90	7.50	6.00	2.80	8.50	10.70
Ht moy. camp. 2	0.23	0.10	0.21	1.25	1.05	0.49	0.20	0.23	0.18	0.27	0.49	0.49	0.61	0.44	1.25

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Cours d'eau	Carami
Surface du BV	454 km ²
Tronçon	Car
Linéaire	168 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	12 m



Campagne 1 : 16/07/2012 Q = 0,5 m³/s



Campagne 2 : 27/08/2012 Q = 0,3 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	11.48	11.70	12.10	10.86	8.02	9.33	11.56	10.44	10.68	9.42	10.42	12.19	11.67	12.95	24.40
Ht moy. camp. 1	1.44	0.95	0.87	1.00	1.36	1.05	0.80	0.83	0.79	0.35	0.49	0.99	0.24	1.74	2.95
Largeur camp. 2	11.30	11.70	12.10	10.80	7.80	8.90	11.40	10.30	10.50	9.20	10.40	12.00	9.10	12.95	24.40
Ht moy. camp. 2	1.38	0.89	0.80	0.94	1.30	0.99	0.74	0.77	0.73	0.29	0.44	0.93	0.12	1.70	2.91

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

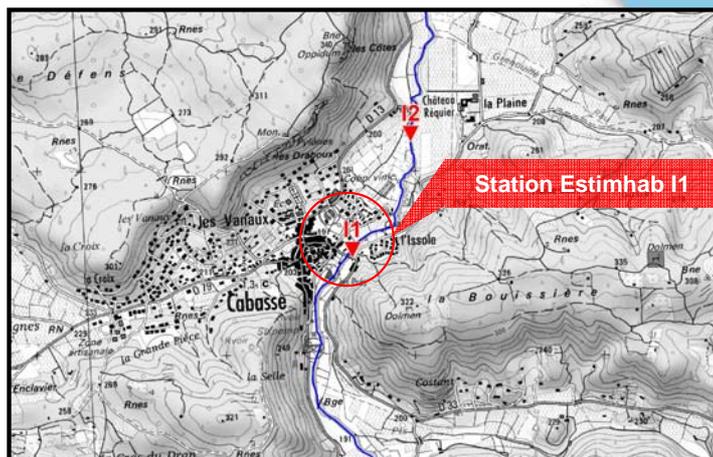
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Station ESTIMHAB

ISSOLE – Pont sur l'Issole (Cabasse)

Cours d'eau	Issole
Surface du BV	226 km ²
Tronçon	Iss
Linéaire	98 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	7 m



Campagne 1 : 10/07/2012 Q = 0,06 m³/s



Campagne 2 : 23/08/2012 Q = 0,025 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	8.76	7.16	7.22	9.69	9.65	7.69	5.81	5.80	7.34	5.79	6.87	7.60	7.14	7.21	6.24
Ht moy. camp. 1	0.06	0.18	0.21	0.25	0.12	0.10	0.12	0.09	0.08	0.17	0.13	0.16	0.16	0.36	0.54
Larg. camp. 2	7.96	6.72	6.18	6.37	8.60	6.49	4.80	5.50	5.50	4.90	6.00	7.30	6.62	7.05	6.10
Ht moy. camp. 2	0.04	0.14	0.16	0.20	0.08	0.06	0.08	0.06	0.05	0.12	0.08	0.10	0.10	0.32	0.50

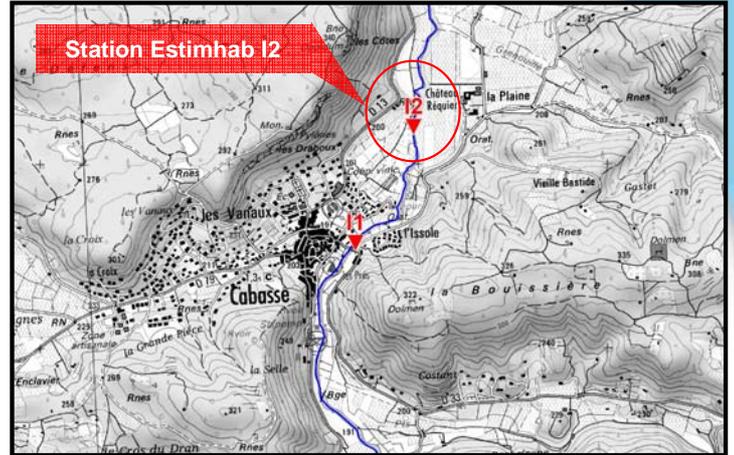
Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

Station ESTIMHAB

ISSOLE – Château Réquier (Cabasse)

Cours d'eau	Issole
Surface du BV	227 km ²
Tronçon	Iss
Linéaire	98 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	7 m



Campagne 1 : 10/07/2012 Q = 0,14 m³/s



Campagne 2 : 23/08/2012 Q = 0,03 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Largeur camp. 1	8.10	6.10	7.60	9.60	8.75	9.20	8.32	9.00	5.90	6.50	6.83	6.28	7.28	7.83	7.12
Ht moy. camp. 1	0.12	0.12	0.17	0.37	0.26	0.45	0.39	0.25	0.20	0.13	0.29	0.11	0.46	0.34	0.19
Largeur camp. 2	6.90	4.90	7.20	9.40	8.60	9.10	8.30	8.80	4.85	4.00	6.80	4.70	7.00	7.50	6.90
Ht moy. camp. 2	0.06	0.08	0.11	0.31	0.20	0.39	0.34	0.19	0.15	0.07	0.15	0.05	0.41	0.29	0.13

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

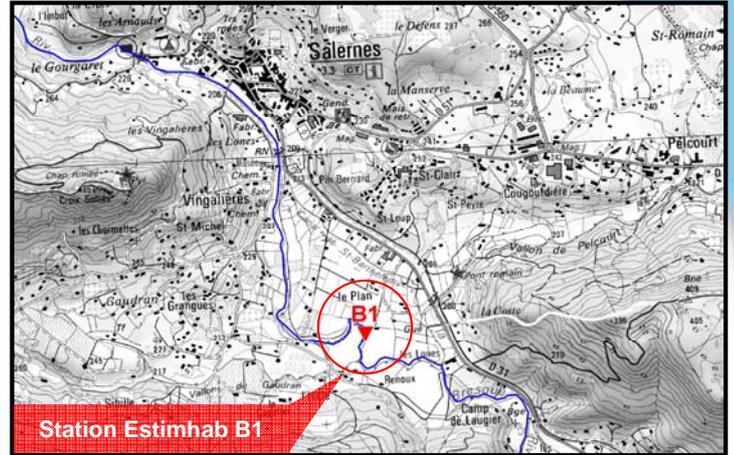
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)

B1

Station ESTIMHAB

BRESQUE – Le Plan (Salernes)

Cours d'eau	Bresque
Surface du BV	169 km ²
Tronçon	Bre
Linéaire	84 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	6 m



Campagne 1 : 11/07/2012 Q = 0,4 m³/s



Campagne 2 : 24/08/2012 Q = 0,1 m³/s



Tableau de résultats

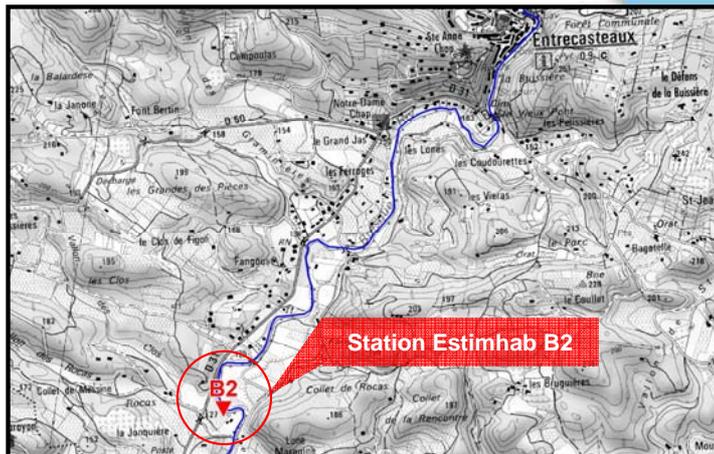
Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	8.28	4.62	5.07	5.94	7.07	6.94	7.90	8.20	6.96	4.17	6.26	7.66	6.95	4.80	4.80
Ht moy. camp. 1	0.23	0.18	0.35	0.24	0.36	0.59	0.36	0.14	0.12	0.65	0.35	0.18	0.13	0.55	0.35
Larg. camp. 2	6.10	3.90	4.70	3.50	6.80	5.10	7.65	7.80	5.70	4.00	6.00	7.60	6.55	4.55	4.35
Ht moy. camp. 2	0.13	0.10	0.27	0.15	0.30	0.53	0.28	0.08	0.07	0.59	0.29	0.11	0.08	0.46	0.27

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

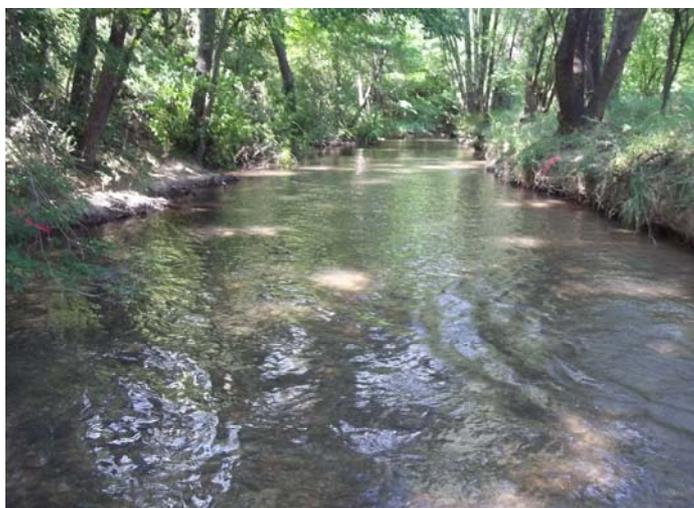
Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Cours d'eau	Bresque
Surface du BV	264 km ²
Tronçon	Bre
Linéaire	98 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	7 m



Campagne 1 : 09/07/2012 Q = 0,4 m³/s



Campagne 2 : 24/08/2012 Q = 0,2 m³/s



Tableau de résultats

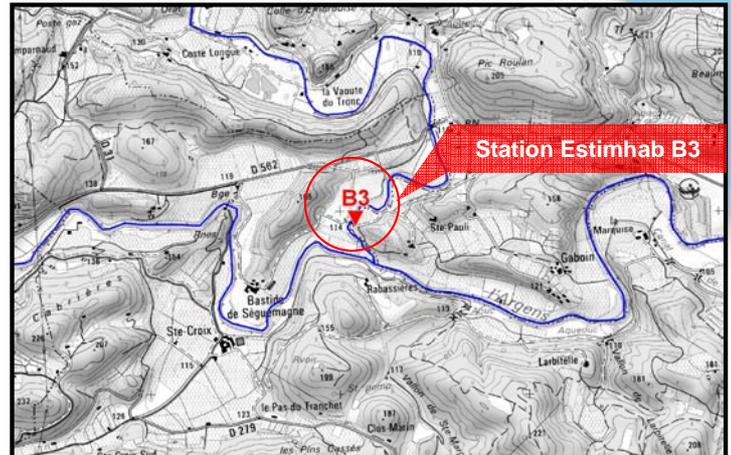
Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	8.10	7.94	6.10	7.38	7.00	5.23	5.10	4.87	6.63	6.57	6.50	9.52	8.24	6.57	8.07
Ht moy. camp. 1	0.35	0.38	0.34	0.26	0.16	0.27	0.24	0.13	0.29	0.30	0.20	0.37	0.34	0.41	0.50
Larg. camp. 2	8.00	7.85	6.00	7.20	6.60	4.90	4.60	4.80	6.50	6.30	6.30	9.30	8.10	6.20	7.70
Ht moy. camp. 2	0.28	0.30	0.28	0.20	0.11	0.20	0.17	0.10	0.22	0.23	0.15	0.29	0.26	0.33	0.42

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



Cours d'eau	Bresque
Surface du BV	269 km ²
Tronçon	Bre
Linéaire	84 m
Nombre de transect	15
Distance moyenne inter-transects	6 m



Campagne 1 : 10/07/2012 Q = 0,5 m³/s

Campagne 2 : 28/08/2012 Q = 0,2 m³/s



Tableau de résultats

Transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Larg. camp. 1	7.26	5.99	4.94	7.23	6.54	7.84	5.77	4.18	6.62	4.70	4.09	6.02	6.65	5.45	4.81
Ht moy. camp. 1	0.34	0.15	0.15	0.65	0.52	0.19	0.23	0.35	0.17	0.33	0.31	0.21	0.21	0.40	1.10
Larg. camp. 2	5.00	5.85	4.55	7.20	6.35	7.70	5.76	3.80	6.07	3.80	3.20	5.85	6.10	5.20	4.78
Ht moy. camp. 2	0.30	0.09	0.14	0.58	0.48	0.11	0.18	0.31	0.12	0.27	0.24	0.15	0.15	0.34	1.04

Larg. camp. x = Largeur des transects pour la campagne n°x (en mètre)

Ht moy. Camp. x = Hauteur moyenne d'eau dans le transect pour la campagne n°x (en mètre)



ANNEXE 12 :
Test de sensibilité des stations ESTIMHAB
présentant des ratios de débits inférieurs à
deux entre les campagnes d'acquisition de
données (Q1 et Q2)

Annexe 9 : Test de sensibilité des stations ESTIMHAB présentant des ratios de débits inférieurs à deux entre les campagnes d'acquisition de données (Q1 et Q2).

Dans le cadre des investigations dédiées à l'application du protocole ESTIMHAB, des levés de fil d'eau sont réalisés sur chacune des stations. La finalité de ces levés est de permettre l'identification d'éventuelles modifications des sections levées dans le cadre de l'application du protocole en lien avec la survenance de crues morphogènes entre les deux campagnes (Q1 et Q2) ou des perturbations des conditions d'écoulements liées à la fréquentation des sites par les estivants (construction de « petits barrages » au droit des radiers...). Ces levés permettant de relier altitudinalement les transects entre eux et apportant des informations sur les niveaux d'eau atteints pour les deux débits investigués, ont permis de réaliser des modélisations filaires. Ces modèles permettent d'extrapoler les données de hauteurs d'eau et de largeurs de lits mouillés pour une gamme de débits plus étendue que celle initialement observée. Ils permettent ainsi d'analyser la sensibilité des résultats produits au droit des stations présentant des ratios inférieurs au ratio préconisé. Aussi, sur chacune des stations en question, deux tests ont été réalisés. Un premier sur la base d'une fourchette de débits comprise entre l'observation de débit la plus élevée et un débit deux fois inférieur. Un deuxième prenant en considération une gamme de débits comprise entre le plus faible débit investigué et un débit deux fois supérieur à ce dernier.

Il ressort de cette analyse que pour les dix stations analysées (ensemble des stations de l'Argens et deux des trois stations du Carami) les écarts entre les valeurs de débits biologiques initialement proposées et les valeurs produites par les différents tests sont ténus (inférieurs à 4% sur l'axe Argens et compris entre 2% et 6% sur le Carami) et viennent confirmer la validité des valeurs initialement produites.

Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A1

		Espèces et guildes			
		TRF adulte	TRF Juvénile	radier	chenal
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (0.15 m3/s et 0.2 m3/s)	0.09	0.06	0.08	0.11
	Test 1 - Q1 = 0.1 m3/s et Q2= 0.2 m3/s	0.09	0.06	0.08	0.11
	Test 2- Q1 = 0.15 m3/s et Q2= 0.3 m3/s	0.07	0.04	0.06	0.10

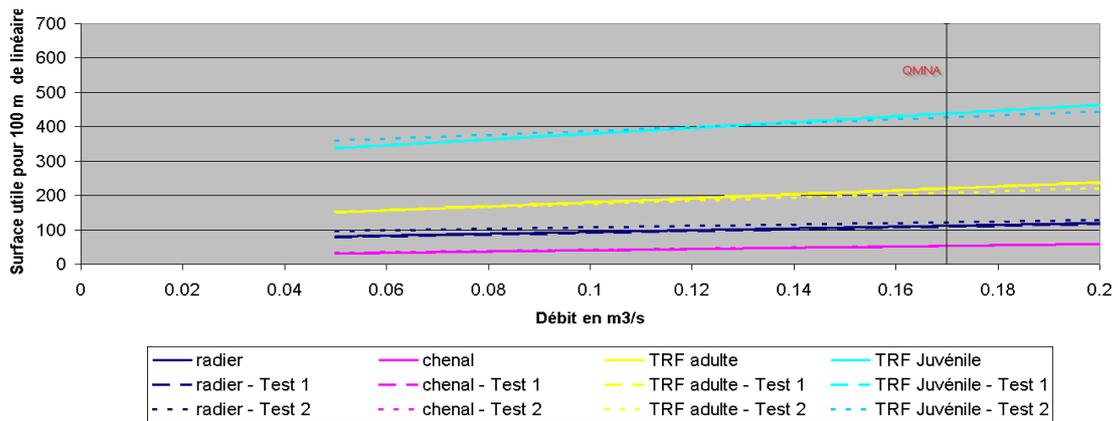
Valeur retenue	Débit en m3/s	0.09			0.11
	ratio Q/QMNA5	62%			76%
	ratio Q/module	20%			25%

Bilan de l'analyse:

Les débits observés encadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse. Par ailleurs, le test de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°1) confirme les valeurs produites par l'analyse initiale.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte:

Station A1



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A2

		Espèces et guildes			
		TRF adulte	TRF Juvénile	radier	chenal
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (1m3/s et 1.3m3/s)	0.30	0.06	0.19	0.65
	Test 1 - Q1 = 0.7 m3/s et Q2= 1.3 m3/s	0.26	0.04	0.15	0.63
	Test 2- Q1 = 1 m3/s et Q2= 2 m3/s	0.21	0.02	0.10	0.61

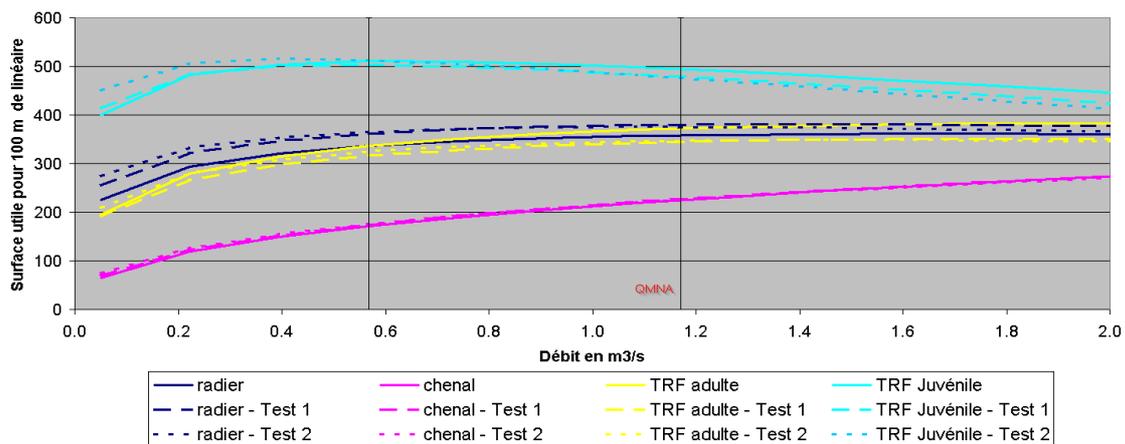
Valeur retenue	Débit en m3/s	0.30			0.65
	ratio Q/QMNA5	32%			70%
	ratio Q/module	9%			19%

Bilan de l'analyse:

Les débits observés encadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour les espèces et guildes retenues (TRU et chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°1) produit des DB légèrement plus faibles que les débits initiaux. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 2% pour la guildede chenal retenue pour la fixation du DBh, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte

Station A2



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A3

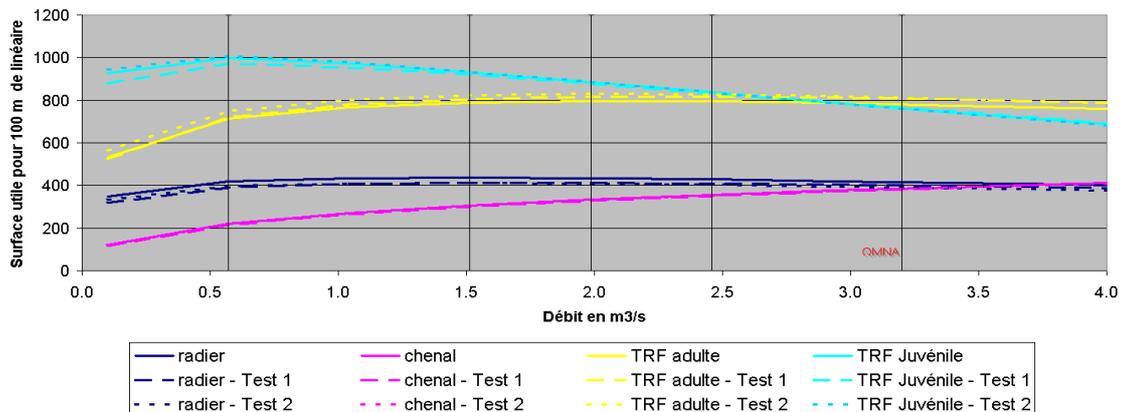
		Espèces et guildes			
		TRF adulte	TRF Juvénile	radier	chenal
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (1.7m3/s et 2.5m3/s)	0.27	0.02	0.10	1.56
	Test 1 - Q1 = 1.25 m3/s et Q2= 2.5 m3/s	0.32	0.03	0.13	1.60
	Test 2- Q1 = 1.7 m3/s et Q2= 3.4 m3/s	0.26	0.01	0.09	1.55
Valeur retenue	Débit en m3/s				1.56
	ratio Q/QMNA5				67%
	ratio Q/module				16%

Bilan de l'analyse:

Les débits observés encadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 1%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte

Station A3



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A4

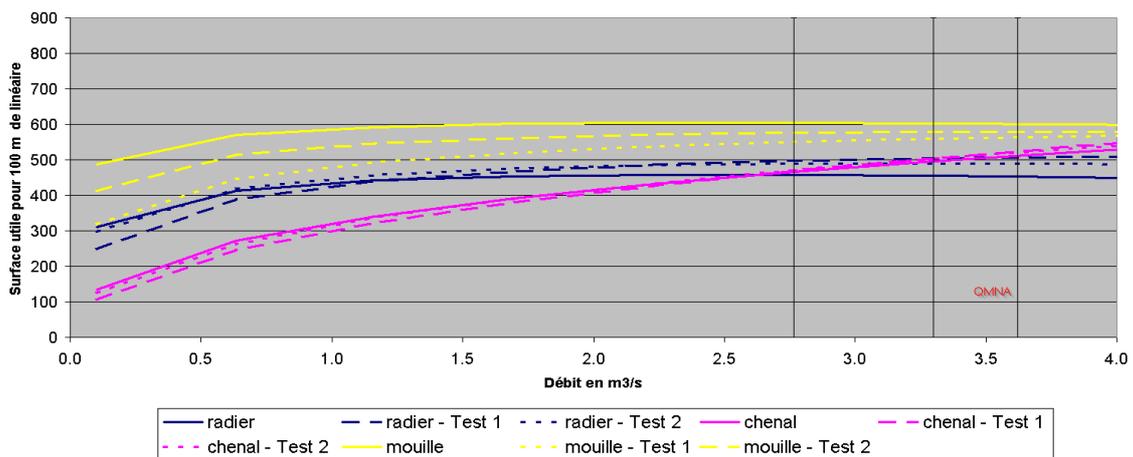
		Espèces et guildes			
		radier	chenal	mouille	
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (2.8 m3/s et 3.3 m3/s)	0.28	1.92	0.09	
	Test 1 - Q1 = 1.6 m3/s et Q2= 3.3 m3/s	0.77	2.13	0.67	
	Test 2- Q1 = 2.8 m3/s et Q2= 5.7 m3/s	0.07	2.00	0.25	
Valeur retenue	Débit en m3/s		1.92		
	ratio Q/QMNA5		73%		
	ratio Q/module		18%		

Bilan de l'analyse:

Les débits observés encadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 4%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte

Station A4



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A5

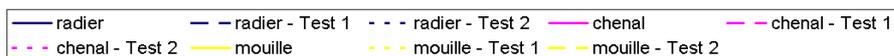
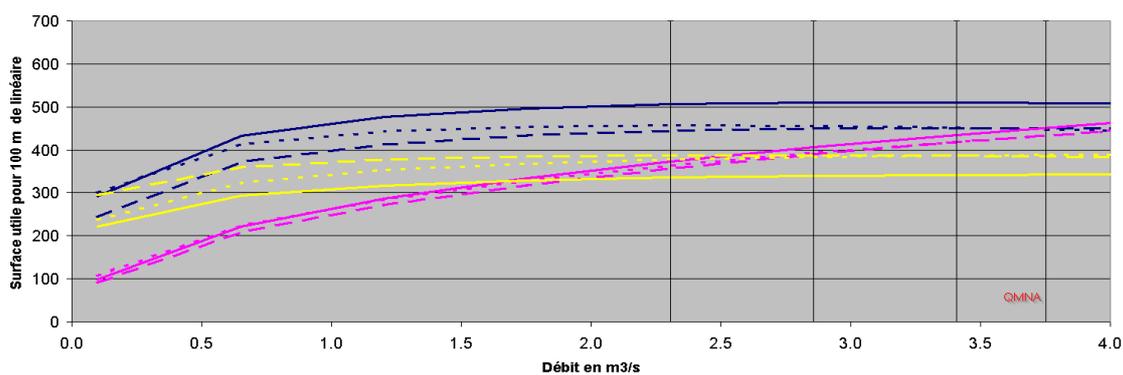
		Espèces et guildes			
		radier	chenal	mouille	
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (3 m3/s et 4.1m3/s)	0.48	2.12	0.39	
	Test 1 - Q1 = 2 m3/s et Q2= 4.1 m3/s	0.55	2.16	0.49	
	Test 2- Q1 = 3 m3/s et Q2= 6 m3/s	0.30	2.01	0.15	

Valeur retenue	Débit en m3/s		2.12		
	ratio Q/QMNA5		80%		
	ratio Q/module		20%		

Bilan de l'analyse:

Les débits observés encadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrent le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 2%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte Station A5



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A6

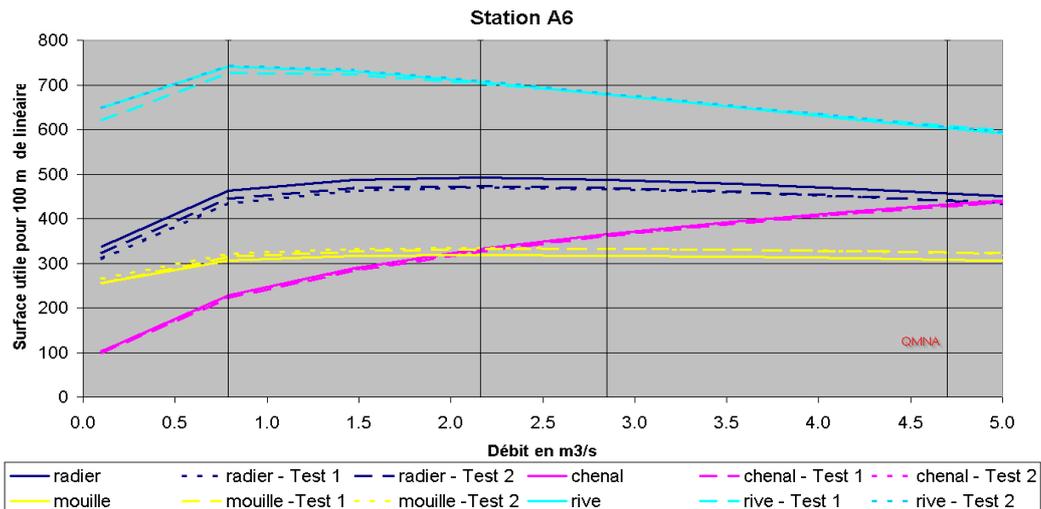
		Espèces et guildes			
		radier	chenal	mouille	rive
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (2.7 m3/s et 3.7m3/s)	0.25	2.43	0.10	0.04
	Test 1 - Q1 = 1.8 m3/s et Q2= 3.7 m3/s	0.29	2.47	0.14	0.06
	Test 2- Q1 = 2.7 m3/s et Q2= 5.4 m3/s	0.25	2.43	0.10	0.04

Valeur retenue	Débit en m3/s		2.43		
	ratio Q/QMNA5		92%		
	ratio Q/module		23%		

Bilan de l'analyse:

Les débits observés sont inférieurs au débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart étant inférieur à 1%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A7

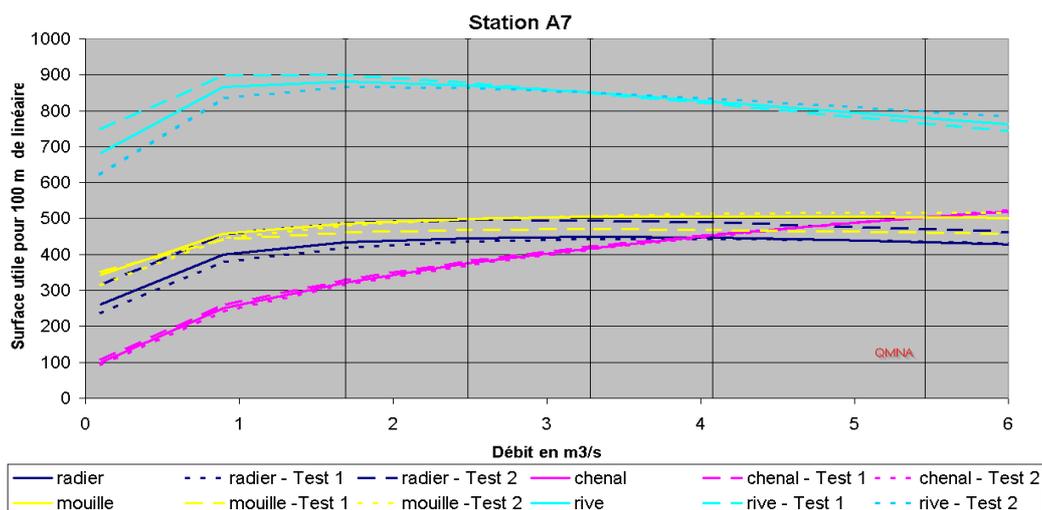
		Espèces et guildes			
		radier	chenal	mouille	rive
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (3.6 m3/s et 4.7m3/s)	0.47	2.99	0.33	0.13
	Test 1 - Q1 = 2.3 m3/s et Q2= 4.7 m3/s	0.24	2.89	0.18	0.07
	Test 2- Q1 = 3.6 m3/s et Q2= 7.2 m3/s	0.60	3.08	0.52	0.20

Valeur retenue	Débit en m3/s		2.99		
	ratio Q/QMNA5		76%		
	ratio Q/module		20%		

Bilan de l'analyse:

Les débits observés sont inférieurs au débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 3%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB A8

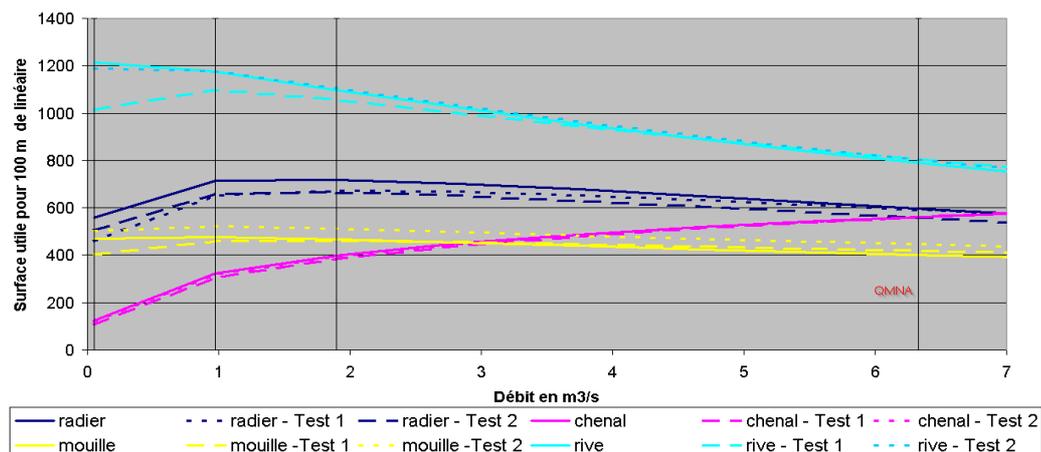
		Espèces et guildes			
		radier	chenal	mouille	rive
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (3.7 m3/s et 4.8m3/s)	0.07	2.80	0.00	0.00
	Test 1 - Q1 = 2.4 m3/s et Q2= 4.8 m3/s	0.16	3.01	0.01	0.00
	Test 2- Q1 = 3.7 m3/s et Q2= 7.35 m3/s	0.08	2.85	0.00	0.00

Valeur retenue	Débit en m3/s		2.80		
	ratio Q/QMNA5		62%		
	ratio Q/module		14%		

Bilan de l'analyse:

Les débits observés sont inférieurs au débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour la guildes retenue (chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux ce débit (Test n°2) produit un DB légèrement plus faible que le débit initial. Toutefois, cet écart étant inférieur à 2%, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte
Station A8



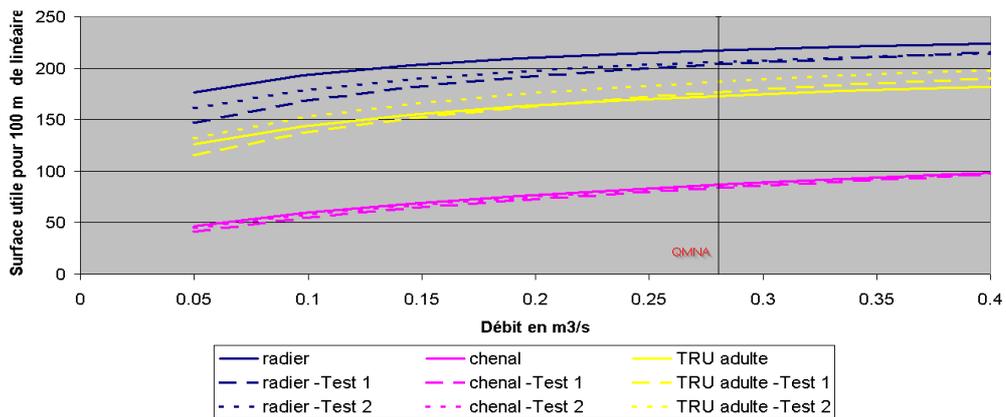
Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB C1

		Espèces et guildes			
		TRU adulte	radier	chenal	
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (0.25 m3/s et 0.42 m3/s)	0.08	0.05	0.15	
	Test 1 - Q1 = 0.21 m3/s et Q2= 0.42 m3/s	0.10	0.12	0.18	
	Test 2- Q1 = 0.25 m3/s et Q2= 0.5 m3/s	0.06	0.08	0.16	
Valeur retenue	Débit en m3/s	0.08		0.15	
	ratio Q/QMNA5	37%		68%	
	ratio Q/module	8%		15%	

Bilan de l'analyse:

Les débits observés en cadrent le débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour les espèces et guildes retenues (TRU et chenal). La prise en compte de test de sensibilité en cadrent le mieux débit (Test n°1) produit des DB légèrement plus faibles que les débits initiaux. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 6% pour la guildes de chenal retenue pour la fixation du DBh, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

**Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte
Station C1**



Test de sensibilité de l'analyse de la station ESTIMHAB C3

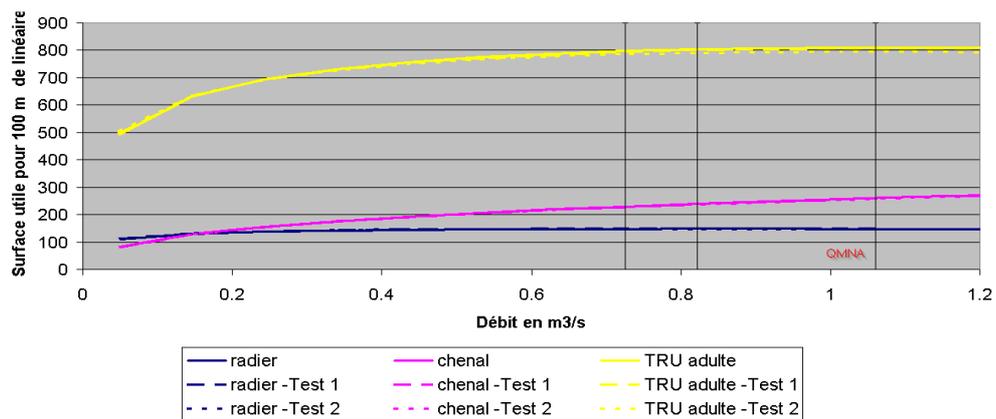
		Espèces et guildes			
		TRU adulte	radier	chenal	
DB en m3/s	Q1 et Q2 observés (0.32 m3/s et 0.52 m3/s)	0.20	0.09	0.55	
	Test 1 - Q1 = 0.26 m3/s et Q2= 0.52 m3/s	0.20	0.08	0.54	
	Test 2- Q1 = 0.32 m3/s et Q2= 0.64 m3/s	0.18	0.07	0.54	
Valeur retenue	Débit en m3/s	0.20		0.55	
	ratio Q/QMNA5	24%		64%	
	ratio Q/module	5%		15%	

Bilan de l'analyse:

Les débits observés sont inférieurs au débit de référence (QMNA) pris en compte dans l'analyse pour les espèces et guildes retenues (TRU et chenal). La prise en compte de tests de sensibilité encadrant le mieux le débit (Test n°2) produit des DB légèrement plus faibles que les débits initiaux. Toutefois, cet écart n'étant que de l'ordre de 2% pour la guildes chenal retenue pour la fixation du DBh, celui-ci ne remet pas en cause le résultat initial.

Evolution de la surface utile pour les différentes espèces et guildes prises en compte

Station C3



ANNEXE 13 :
Résultats des modélisations simplifiées pour le
bassin du Carami avec la retenue de Ste
Suzanne

La modélisation simplifiée du fonctionnement du bassin versant du Carami avec la retenue de Ste Suzanne est réalisée par un bilan au pas de temps mensuel en tenant compte :

- du débit naturel de l'ensemble du bassin versant,
- du cumul de l'ensemble des prélèvements nets sur le bassin versant,
- de l'effet de stockage/déstockage de la retenue de Ste Suzanne avec :
 - du 1 avril au 31 octobre un volume maximum de 7 854 000 m³ et un volume minimum de 2 700 000 m³ ;
 - du 1 novembre au 31 mars un volume maximum de 5 661 000 m³ et un volume minimum de 2 400 000 m³ ;

Les résultats de la modélisation portent sur le volume théorique de la retenue de Ste Suzanne en fin de mois ainsi que sur le débit moyen mensuel sortant du bassin versant.

Dans le cadre de cette modélisation simplifiée, le débit de sortie du bassin versant ne peut pas être inférieur au DBI d'octobre à juin et au DB (0.55m³/s) de juillet à septembre.

Le volume calculé de la retenue de Ste Suzanne est un volume théorique pouvant s'abaisser en dessous des volumes minimum présentés. Les mois pour lesquels le volume est inférieur à ces minimum mais non nuls sont notés en jaune et les mois pour lesquels le volume est nul est noté en rouge. Les années présentant des mois en jaune ou en rouge sont considérées comme défaillantes.

Les tableaux des pages suivantes présentent les résultats sur 20 ans (1992 à 2011) en considérant plusieurs configurations de prélèvement :

- ✓ niveau actuel (niveau de consommation année 2009),
- ✓ prélèvements réduits de 25 % sur l'ensemble de l'année,
- ✓ prélèvements réduits de 25 % sur la période juin à octobre,
- ✓ prélèvements réduits de 33 % sur la période juin à octobre.