

Etude de détermination des volumes prélevables

BASSIN VERSANT DE L'AGLY

Phases 4, 5 et 6

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



SOMMAIRE

PHASE 4	5
DETERMINATION DES DEBITS MINIMUM BIOLOGIQUES	5
I. CARACTERISATION DES MILIEUX	7
<i>I.1. ASPECTS PHYSIQUES</i>	<i>7</i>
<i>I.2. ASPECTS BIOLOGIQUES</i>	<i>10</i>
II. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES MILIEUX AQUATIQUES	14
<i>II.1. METHODOLOGIE</i>	<i>14</i>
II.1.1. Les méthodes existantes	14
II.1.2. Présentation de l'approche retenue.....	15
II.1.3. Investigations et mesures :.....	16
II.1.4. Application des méthodes :	18
<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 minimums biologiques	24
II.2.3. Résultats aux points de référence	33
II.2.4. Analyse et interprétation.....	33
PHASE 5	37
DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES	37
III. ANNUALISATION DES DMB	40
IV. LES VOLUMES PRELEVABLES	45
<i>IV.1. HYPOTHESES</i>	<i>45</i>
<i>IV.2. CALCUL DES VOLUMES PRELEVABLES</i>	<i>45</i>
IV.2.1. Hors période d'étiage.....	46
IV.2.2. Période d'étiage	47
PHASE 6	51
SCENARIOS DE REPARTITION DES VOLUMES PRELEVABLES ET DETERMINATION DES DEBITS OBJECTIFS	51
I. PRINCIPES D'ELABORATION DES SCENARIOS	53
II. SITUATION 1 - ETAT ACTUEL	53
II.1. <i>BASSIN DE LA BOULZANE</i>	<i>54</i>
II.2. <i>BASSIN DE LA DESIX</i>	<i>54</i>
II.3. <i>SOUS-BASSIN A3 : AGLY DE L'AVAL DU BARRAGE A L'AMONT DES PERTES A ESTAGEL</i>	<i>54</i>
II.4. <i>SOUS-BASSIN A5 : AGLY DU MAS DE JAU A ST LAURENT DE LA SALANQUE</i>	<i>54</i>

II.5.	<i>DETERMINATION DES DEBITS OBJECTIFS POUR L'ETAT ACTUEL</i>	54
II.5.1.	Détermination des Débits Objectifs d'Etiage (DOE).....	54
II.5.2.	Détermination des Débit de Crise Renforcée (DCR).....	54
III.	SITUATION 2 : PRELEVEMENTS ACTUELS ET AJUSTEMENT DU DESTOCKAGE DU BARRAGE .	54
III.1.	<i>ESTIMATION DU VOLUME A DESTOCKER</i>	54
III.2.	<i>POTENTIALITES DE REMPLISSAGE DE LA RETENUE</i>	54
IV.	SITUATION 3 : PRELEVEMENTS FUTURS ET OPTIMISATION DU DESTOCKAGE DU BARRAGE .	54
IV.1.	<i>PRELEVEMENTS AEP</i>	54
IV.2.	<i>PROJETS D'EXTENSION DES SURFACES IRRIGUEES</i>	54
IV.3.	<i>SUBSTITUTION DE FORAGES DANS LE PLIOCENE</i>	54
IV.4.	<i>RESULTATS DES HYPOTHESES D'AUGMENTATION DES SURFACES IRRIGUEES</i>	54
IV.4.1.	Sous-bassin A3 : Agly de l'aval du barrage à l'amont des pertes à Estagel 54	
IV.4.2.	Sous-bassin A5 : Agly du Mas de Jau à St Laurent de la Salanque	54
IV.4.3.	Sous-bassin V2 : Verdoble de l'aval de Padern à Tautavel.....	54
	ANNEXES	54

LISTE DES CARTES

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

LISTE DES ANNEXES

12	Typologie des faciès d'écoulement (Malavoi, Cemagref)
13	Fiches descriptives des tronçons homogènes
14	Fiches de présentation des transects réalisés
15	Fiches de présentation des stations ESTIMHAB

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'Agly et de ses principaux 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'Agly 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 et dans la détermination de la plus ou moins bonne abondance des zones refuges.

L'ensemble du fleuve Agly et des linéaires aval de trois de ses affluents a fait l'objet d'une reconnaissance de terrain. Sur la base des observations recueillies, les linéaires étudiés ont été découpés en tronçons homogènes. Ce découpage est repris Planche 14. 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 12).

Les tronçons retenus font l'objet de fiches descriptives annexées au rapport (annexe 13). Ces 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 le tableau page suivante.

Tronçon	Libellé du tronçon	Linéaire (en km)	Chenal lentique (en%)	Mouille (en%)	Plat lentique (en%)	Plat (en %)	Plat rapide (en %)	Radier (en %)	Rapide (en %)	Écoulement sur blocs (en %)	Chute (en %)	Assec (en %)
a1	en amont des gorges de Galamus	3.6	0	0	50	20	0	15	0	15	0	0
a2	Traversée des gorges de Galamus	3.2	15	10	25	0	0	0	0	25	25	0
a3	des gorges de Galamus à la Boulzane	5.1	25	0	15	10	0	25	0	25	0	0
a4	de la Boulzane au point Nodal de Saint Paul de Fenouillet	0.3	50	0	0	0	0	0	0	50	0	0
a5	du point Nodal de Saint Paul de Fenouillet à l'amont de l'Aqueduc Romain	7.5	4	7	19	6	23	22	0	12	8	0
a6	de l'Aqueduc Romain à la Désix	1.4	60	0	0	0	10	30	0	0	0	0
a7	Traversée du lac de Caramany	8.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a8	de la sortie du lac de Caramany à l'amont de Latour de France	6.7	7	13	22	24	13	21	0	0	0	0
a9	de l'amont de Latour de France au point nodal d'Estagel	6.4	7	8	31	25	0	29	0	0	0	0
a11	du point nodal du Mas de Jau à Cases-de-Pène	8.6	8	10	37	19	0	25	0	0	1	0
a12	de Cases-de-Pène à Rivesaltes	8.2	23	21	9	24	0	23	0	0	0	0
a13	de Rivesaltes au Pont de Saint-Laurent de la Salanque	11.6	48	0	0	32	0	20	0	0	0	0
Total Agly		70.7	29	7	17	17	4	19	0	5	2	0
b1	en amont de Villeraze	3.6	20	10	20	0	0	0	0	50	0	0
b2	de Villeraze à l'aval de "Cazal Germa"	9.3	0	10	0	50	0	40	0	0	0	0
b3	de "Cazal Germa" au point nodal "B1"	5.1	0	0	60	0	0	40	0	0	0	0
Total Boulzane		18.0	4	7	21	26	0	32	0	10	0	0
d1	en amont de la confluence avec la Ferrere	4.0	5	5	50	0	0	10	0	30	0	0
d2	entre la confluence avec la Ferrere et le lieu dit "Roc de Selbios"	7.1	30	0	30	0	0	20	0	20	0	0
d3	entre le lieu dit "Roc de Selbios" et le point Nodal "D1"	7.0	25	0	25	0	0	50	0	0	0	0
Total Desix		18.1	23	1	32	0	0	29	0	14	0	0
v1	en amont du point nodal "V1"	3.5	0	6	42	0	0	22	0	0	0	30
v2	traversé des gorges au droit du "Crau de Padern"	0.9	0	50	0	0	0	0	0	0	50	0
v3	secteur compris entre les deux passages en "gorges" au droit de la côte des Blanquatères	6.4	0	0	70	0	0	30	0	0	0	0
v4	traversé des gorges au droit de la "côte des Blanquatères"	3.5	0	60	20	0	0	20	0	0	0	0
v5	entre le "front de côte" et le point nodal "V2"	3.9	0	10	70	0	0	20	0	0	0	0
v6	entre le point nodal "V2" et la confluence avec l'Agly	7.5	23	0	10	0	0	14	0	0	0	53
Total Verdoble		25.7	7	12	39	0	0	20	0	0	2	20

Sur l'Agly, les résultats mettent en évidence une répartition spatiale des faciès lotiques (écoulement sur bloc, radier, plat-rapide, plat) et lenticques (plat lenticque, chenal lenticque et mouille) similaire sur la quasi-totalité du linéaire. Les variations de répartition sont en liaison avec la plus ou moins bonne conformité des écoulements avec la structuration morphologique du bassin et de son influence sur la pente du fond de vallée.

Seuls les tronçons a6 et a7, sous l'influence du barrage de Caramany, présentent une nette domination des faciès lenticques. A l'inverse, le tronçon a10, correspondant à la zone des pertes est, du fait des faibles lames d'eau, le seul à présenter une domination des faciès lotiques (80%).

Exception faite des tronçons correspondant à des singularités (secteurs de gorges, zone influencée par le barrage de Caramany) et des deux derniers tronçons correspondant à la zone de plaine (a12 et a13), les faciès lenticques sont majoritairement à des plats lenticques peu propices au développement de zones refuges.

Globalement la distribution des faciès épouse la structuration morphologique du bassin versant. Ainsi :

- l'amont de la zone de moyenne montagne, en amont d'Ansignan, en accord avec l'importance des variations de pentes conditionnées par la structuration morphologique, présente les faciès les plus diversifiés. Les écoulements sur blocs représentent 12% à 50% de la surface de lit et les chutes 8% à 25% dans les passages en gorges et les zones de verrou.
- l'aval de la zone montagneuse, en amont de Cases-de-Pène, du fait de l'amortissement de la pente, voit les faciès de plats rapides se substituer aux écoulements sur blocs.
- en aval, les zones de piémont et de plaine présentent une augmentation progressive de la représentativité des faciès de mouilles et de Chenaux lenticques. Cette augmentation résulte à la fois de l'amortissement de la pente et de la succession des seuils d'alimentation des canaux.

Les trois affluents étudiés présentent quant à eux d'importants contrastes.

La Boulzane présente, dans sa partie amont (tronçon b1), du fait de l'encaissement du lit, une distribution des faciès d'écoulements similaire à celle rencontrée sur l'Agly amont au droit des secteurs de verrou (50% de faciès lotiques de type montagneux et 50% de faciès lenticques). En aval, le cours d'eau empruntant le tracé d'une ondulation synclinale, le fond de vallée s'élargit et la pente s'amortit. Dans un premier temps (tronçon b2), le maintien d'une pente supérieure à 1% combiné aux faibles lames d'eau d'étiage et à la présence de la roche mère sub-affleurante fait que les faciès lotiques (plats et radiers) dominent. Dans la partie terminale du cours de la Boulzane (tronçon b3), en raison d'un nouvel amortissement de la pente (0,7%), la part des faciès lotiques baisse à la faveur des faciès lenticques. Néanmoins, en raison de la faiblesse des écoulements à l'étiage, ces derniers correspondent à des plats lenticques peu propices au développement de zones refuges. Il en résulte une forte sensibilité de cette partie aval du linéaire (tronçons b2 et b3) aux diminutions de débit.

La Désix, au caractère montagneux plus affirmé, présente des faciès d'écoulement plus contrastés. Aussi, malgré la faiblesse des débits d'étiage traduit par la présence de zones d'assecs et d'écoulements inféroflux, la bonne alternance de seuils et des mouilles / chenaux lenticques, fait que la partie aval du linéaire (tronçons d2 et d3) présente des potentialités de zones refuges supérieures à la partie aval de la Boulzane.

Sur le Verdoble, d'une manière générale en accord avec la faiblesse des écoulements et de la pente (0,7% en moyenne), les faciès lenticques dominent (50% à 70%). Comme sur

l'Agly, les variations résultent de l'alternance de secteurs où le tracé du cours d'eau est conforme à la structure et de secteurs où celui-ci recoupe les directions structurales (tronçons v2 et v4).

Le descriptif morphologique du réseau hydrographique principal du bassin de l'Agly 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. Les contrastes des débits d'étiage vont en effet conditionner les potentialités en termes d'habitats.

I.2. ASPECTS BIOLOGIQUES

L'écosystème en lien avec les écoulements de l'Agly et de ses affluents 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 linéaire de l'Agly traverse des milieux contrastés : zones de moyenne 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'Agly (dans les Pyrénées orientales) de Mai 2006 identifie quatre contextes piscicoles sur l'Agly, un sur la Boulzane et un sur la Désix. Il est à noter que le PDPG relatif à la partie Audoise du bassin versant est en cours de réalisation.

Caractéristiques générales des contextes piscicoles (d'après PDPG, Mai 2006)

Nom	Domaine	N° du contexte	Espèces repères	Limite amont	Limite aval
La Boulzane aval	Salmonicole	S6629P	Truite	limite départementale	confluence avec l'Agly
L'Agly dans le secteur de Saint-Arnac	Intermédiaire	I6619P	Barbeau méridional	confluence avec la Boulzane	confluence avec la Désix
La Désix et la Matassa	Salmonicole	S6628A	Truite	sources	Confluence avec la Matassa
L'Agly et le Maury	Cyprinicole	C6647P	Brochet	confluence avec la Désix	Confluence avec le Verdoube
L'Agly en aval d'Estagel	Cyprinicole	C6601P	Brochet, Alose feinte et Barbeau méridional	Confluence avec le Verdoube	Confluence avec le Roboul
L'Agly en aval de Rivesaltes	Cyprinicole	C6602A	Brochet, Alose feinte	Confluence avec le Roboul	estuaire

D'une façon générale, la population piscicole suit une gradation amont-aval classique avec une prédominance des espèces salmonicoles dans les parties montagneuses situées à l'amont du bassin versant ; la truite constituant l'espèce repère (têtes des bassins versants de l'Agly, de la Boulzane et de la Désix). Plus à l'aval, les espèces de cyprinidés rhéophiles (barbeau méridional, goujon, vandoise...) qui constituaient jusque là le cortège d'accompagnement, sont retrouvées de façon prépondérante. L'anguille est également bien présente sur le linéaire de l'Agly, même si la construction du barrage de Caramany fait que celle-ci est en voie de disparition dans la partie amont du bassin. L'Alose est également présente sur la partie aval du bassin. Celle-ci remonte potentiellement jusqu'au seuil rocheux situé à Case-de-Pène. Néanmoins la présence d'obstacles à la migration et notamment le seuil de Rivesaltes en limite actuellement la remontée.

L'absence du barbeau fluviatile en raison du caractère méditerranéen du fonctionnement de la partie aval du cours d'eau est également notable. Le barbeau méridional, bien adapté au milieu, est quant à lui bien représenté dans la partie aval du linéaire.

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'Agly de sa source à la station hydrométrique de Saint-Paul-de-Fenouillet (tronçons homogènes a1 à a4)

Pour cette partie du bassin, peu d'informations sont disponibles (PDPG en cours d'élaboration, pas de pêches électriques). Néanmoins, du fait des similitudes entre la partie amont de l'Agly et les têtes de bassin de la Boulzane et de la Désix, le peuplement piscicole de l'Agly en amont des gorges de Galamus est vraisemblablement salmonicole. En aval des Gorges, malgré les potentialités en termes d'habitats et de disponibilité en eau, le concrétionnement carbonaté des alluvions constitutives du lit fait que les truites sont dans l'incapacité de s'y reproduire (Fédération des Pyrénées-Orientales pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, communication orale, mai 2010). Aussi, y retrouve-t-on préférentiellement les espèces de cyprinidés rhéophiles (barbeau méridional, goujon...).

L'Agly de la station hydrométrique de Saint-Paul-de-Fenouillet au barrage de Caramany (tronçons homogènes a5 à a7)

Sur les neuf premiers kilomètres, l'Agly est encaissé dans une vallée étroite. La pente s'amortit pour atteindre 0,9%. Le peuplement piscicole est, pour les mêmes raisons de concrétionnement carbonaté des alluvions, similaire à celui rencontré en amont ; l'espèce repère est le barbeau méridional. Sur cette portion de linéaire, le cycle de vie du peuplement piscicole est perturbé par la présence de prises d'eau et d'ouvrages conduisant à cloisonner le milieu (seuils à vocation agricole et d'agrément).

Les huit derniers kilomètres correspondent à la zone influencée par le barrage de Caramany. L'artificialisation du milieu, combinée à l'introduction de nouvelles espèces, dont le Brochet, a conduit au développement d'une population piscicole. Sur ce linéaire, le cycle de vie de ce peuplement est perturbé par la gestion du barrage (marnage important du plan d'eau). Par ailleurs, le barrage constitue un obstacle à la migration vers l'amont des anguilles (en voie de disparition sur la partie amont du bassin).

L'Agly du barrage de Caramany à Estagel (tronçons homogènes a8 et a9).

Ce secteur est sous l'influence de l'artificialisation du régime hydrologique résultant de la gestion du barrage de Caramany (soutien des débits d'étiages et écrêtement des crues). L'artificialisation du régime hydrologie et l'introduction de nouvelles espèces (brochet) ont conduit au développement d'un peuplement piscicole relativement diversifié mais peu représentatif de l'état naturel (Gardon, Goujon, Chevesne, Ablette, Barbeau méridional, Vairon, Loche franche, Anguille...¹). Le cycle de vie de ce peuplement piscicole est perturbé par les prises et restitutions d'eau et la présence d'obstacles favorisant le cloisonnement du milieu.

L'Agly d'Estagel à Mas de Jau (tronçon homogène a10)

Cette zone correspond à la zone initialement soumise à des assecs estivaux en liens avec les pertes karstiques (Cf. phases deux et trois du rapport). L'artificialisation du régime hydrologique (soutien des débits d'étiages) a conduit à réduire et à décaler les périodes d'assecs estivaux (juillet à septembre) vers la période automnale (octobre - novembre). Cette modification a favorisé le développement d'un peuplement piscicole sensiblement similaire à celui présent en amont des pertes.

L'Agly de Mas de Jau au pont de Saint-Laurent-de-la-Salanque (tronçons homogènes a11 à a13)

Ce tronçon correspond à la zone de piedmont et de plaine. Comme en amont, le contexte piscicole est majoritairement cyprinicole (espèces repères : Barbeau méridional, Alose feinte et Brochet)). Le contexte est altéré par l'importance des prélèvements agricoles en période d'étiage et du recalibrage du lit dans la partie aval du linéaire. Concernant l'Alose, le fonctionnement actuel, influencé par le barrage, lui est sensiblement plus favorable en lien avec le soutien d'étiage estival favorisant le développement et la dévalaison des alosons. On notera cependant une tendance à la réduction du débit en période de remplissage (20% par rapport au débit naturel pendant la période de mi-avril à mi-mai) diminuant sensiblement l'attrait du bassin de l'Agly lors de la migration des Aloses. La présence de l'Alose sur le bassin de la l'Agly reste néanmoins à relativiser du fait du fonctionnement naturel atypique de sa partie aval avec de faibles écoulements et des assecs estivaux.

La Boulzane

Si d'une manière générale le bassin de la Boulzane est salmonicole avec pour espèce repère la truite fario, le peuplement piscicole de la partie terminale du linéaire (tronçon b3), en accord avec les la diminution des faciès lotiques, est dominé par les cyprinidés d'eau vive (Goujon, Vairon, et Barbeau méridional²). Le contexte piscicole aval est perturbé par les prélèvements agricoles et la présence d'obstacles à la migration.

La Désix

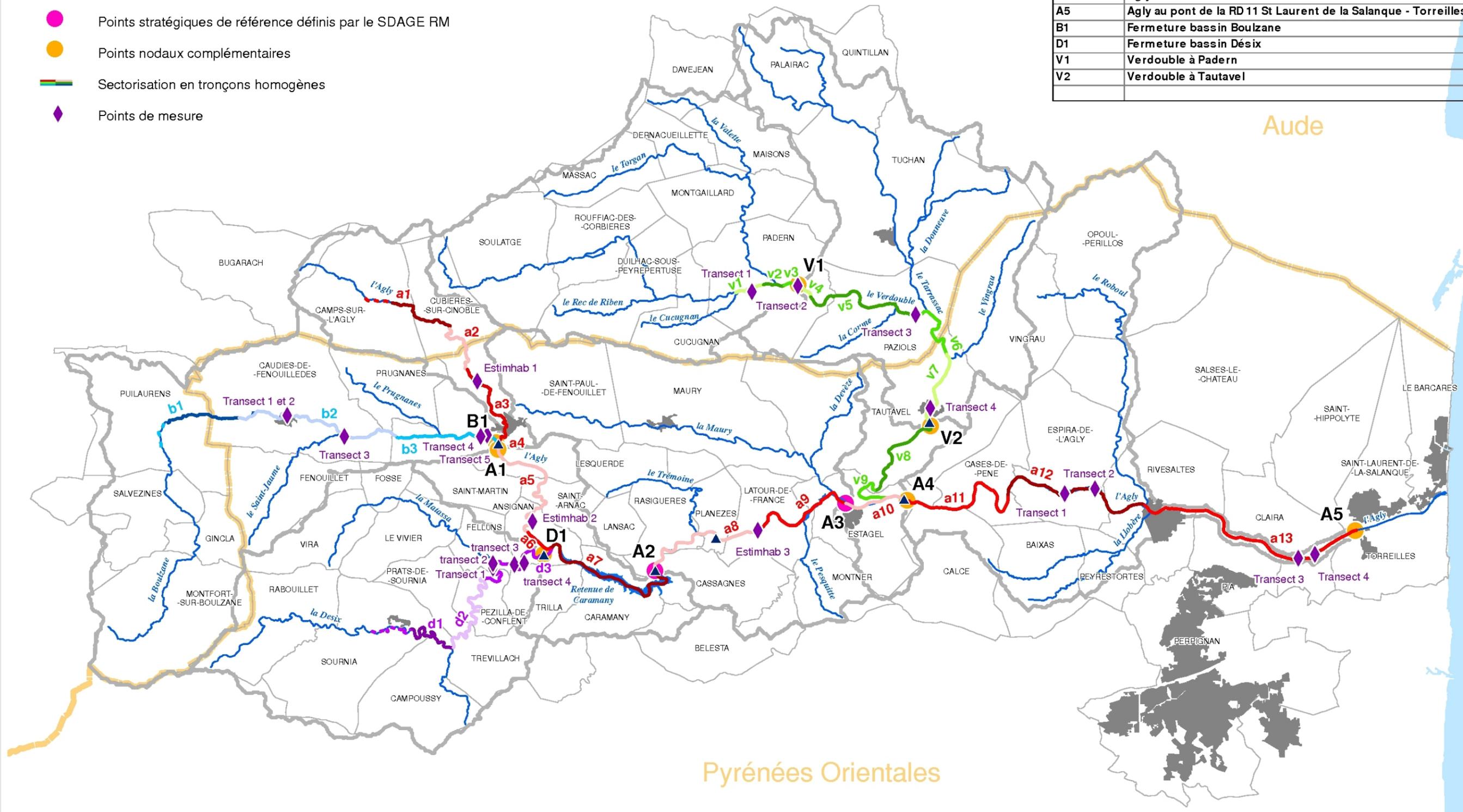
Du fait de son caractère montagneux, le contexte piscicole est salmonicole avec pour espèce repère la truite fario. Le contexte piscicole est altéré par les perturbations humaines (prélèvements et obstacles à la libre circulation). Par ailleurs, les conditions

¹ d'après la synthèse des opérations de pêches électriques réalisées entre 1993 et 2004 a droit de la station de Latour de France (données IMAGE).

² d'après la synthèse des opérations de pêches électriques réalisées en 1990 a droit de la station de Saint-Paul-de-Fenouillet (données IMAGE).

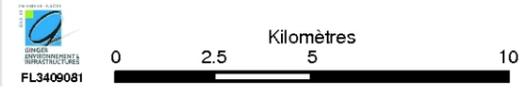
- Sous-bassins correspondant aux points nodaux
- Stations hydrométriques
- Points stratégiques de référence définis par le SDAGE RM
- Points nodaux complémentaires
- Sectorisation en tronçons homogènes
- Points de mesure

NUMPOINT	Nom_pt
A1	Agly aval confluence Boulzane
A2	Agly aval barrage
A3	Agly en amont des pertes d'Estagel
A4	Agly au Mas de Jau
A5	Agly au pont de la RD 11 St Laurent de la Salanque - Torreilles
B1	Fermeture bassin Boulzane
D1	Fermeture bassin Désix
V1	Verdouble à Padern
V2	Verdouble à Tautavel



Pyrénées Orientales

Aude



d'écoulement sont plus contraignantes que sur la Boulzane et l'Agly amont (sévérité des étiages, formation d'assecs). Il est à noter que le poids des conditions d'écoulements est partiellement « contrebalancé » par la relative abondance, à l'étiage, de faciès lenticques d'une certaine profondeur favorable au développement de zones refuges. L'encaissement de la vallée ainsi que le couvert végétal important permet de limiter les effets d'augmentation de la température des eaux.

Le Verdoble

Du fait des plus faibles pentes de sa tête de bassin (écoulement empruntant une ondulation synclinale) et de l'important concrétionnement carbonaté des alluvions du lit, le peuplement piscicole du Verdoble est principalement constitué de cyprinidés d'eau vive (Barbeau méridional, vairon et Goujon³).

Il ressort de l'analyse que si d'une manière générale, l'organisation du peuplement piscicole sur le bassin de l'Agly répond au concept de continuum du milieu fluvial⁴, celle-ci est fortement conditionnée par les spécificités géologiques locales (concrétionnement carbonaté, pertes karstiques) et par l'artificialisation du milieu et du régime hydrologique résultant de la présence et de la gestion du barrage de Caramany. Dans la partie amont du bassin de l'Agly et sur les affluents, la perturbation des peuplements est faible à modérée. En aval du barrage de Caramany, celle-ci est plus importante.

³ d'après la synthèse des opérations de pêches électriques réalisées en 1987 à droit de la station de Padern (données IMAGE).

⁴ Vannote R. L. *et Coll.* (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 37 100-137.

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) ou encore l'évolution 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'Agly, 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 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.

Etant donné l'important linéaire concerné par la zone d'étude et la variabilité du milieu aquatique tout au long du réseau hydrographique de l'Agly, il n'est pas possible de mettre en place une approche détaillée et unique.

Une approche simplifiée a donc été mise en place, qui combine une méthode hydraulique se basant sur l'étude de l'évolution du périmètre mouillé en fonction du débit et une approche habitat réalisée au droit de trois stations caractéristiques.

Méthode hydraulique :

A l'image de la méthode de Cochnauer et White, le paramètre suivi est le périmètre mouillé (fond en contact avec la section d'écoulement).

Le choix du périmètre mouillé comme variable hydraulique est basé sur le fait qu'il constitue un bon ordre de grandeur du fond utilisable par le milieu aquatique. Le but est donc d'analyser la sensibilité de cette variable, considérée comme représentative de l'habitat de la faune aquatique, en fonction de l'évolution du débit du cours d'eau. Cette analyse devra permettre de caractériser les besoins du milieu aquatique en termes de débit et de définir des seuils de fonctionnement du milieu.

L'objectif final est de définir les besoins aux points nodaux, futurs points de contrôle des débits, chaque point étant représentatif du tronçon situé en amont.

Les points de mesure ont donc été répartis sur les tronçons contrôlés par les points nodaux. Au total, 17 transects (ou profils en travers) ont été levés sur l'Agly et trois de ses affluents (Planche 14). Les caractéristiques des transects réalisés sont reprises en annexe 14.

Les transects constituent une prise d'information du fonctionnement du cours d'eau en fonction du débit. Ils sont positionnés sur des faciès lotiques (plats rapides et radiers) qui offrent une meilleure sensibilité à l'évolution du débit et qui constituent des habitats intéressants pour la faune aquatique. Ils sont placés, à dire d'expert, de manière à être représentatifs du tronçon étudié, l'ensemble de ces transects devant traduire au mieux les conditions morphodynamiques (types de faciès) représentées sur la zone d'étude.

Méthode habitats :

La méthode hydraulique a été complétée en trois points du bassin versant (Planche 14) par une méthode habitat basée sur la démarche ESTIMHAB développée par le CEMAGREF de Lyon. Il s'agit d'une méthode dérivée des microhabitats, permettant 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 100m à 200m 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 15.

Remarque : la survenance d'une crue morphogène entre les deux campagnes de mesures s'est traduite par d'importantes évolutions des morphologies du lit (reculs de berges, modifications de radiers...). Aussi, les évolutions de hauteurs d'eau et de largeurs au droit des transects résultant de l'augmentation du débit, ont été estimées à partir d'une modélisation hydraulique de la station.

II.1.3. INVESTIGATIONS ET MESURES :

Méthode hydraulique :

Différentes mesures sont effectuées ponctuellement le long d'un transect. L'espacement entre 2 points de mesure est de l'ordre de 50 cm à 1 m selon la largeur du lit, soit 12 à 15 mesures en moyenne par transect. En chaque point :

- la hauteur d'eau est relevée et la vitesse du courant mesurée à l'aide d'un courantomètre ;
- le substrat du fond est décrit suivant l'échelle granulométrique du CEMAGREF ;
- Le lit hors d'eau et la pente moyenne au niveau du transect sont mesurés à l'aide d'un niveau topographique.



Méthode habitat (ESTIMHAB) :

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.

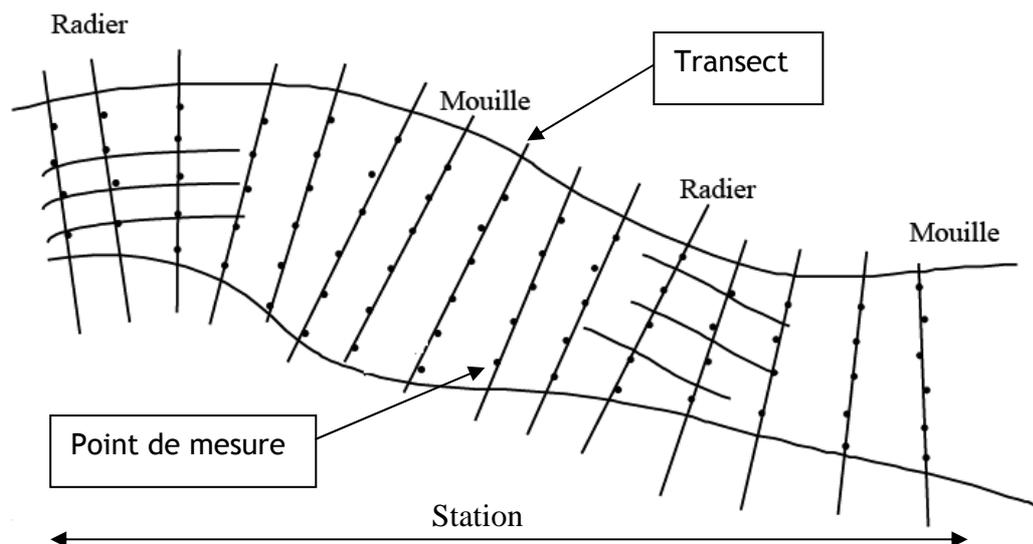
Ces mesures ont été réalisées au cours de deux campagnes à des débits différents tels que, au minimum, $Q_1 > 2 \cdot Q_2$.

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.



Figure 1 : Schéma de présentation de l'application de la méthode ESTIMHAB



II.1.4. APPLICATION DES METHODES :

II.1.4.i. Détermination de la sensibilité du milieu via les méthodes hydraulique et habitat

Méthode hydraulique :

L'estimation de l'évolution du périmètre mouillé est réalisée pour chacun des transects au moyen d'une modélisation simplifiée (de type Manning-Strickler). La première phase de cette modélisation consiste à caler la rugosité générale du transect en fonction des valeurs de débit et de pente mesurées sur le terrain.

Des courbes d'évolution du périmètre mouillé P_w en fonction du débit sont calculées sur chacun des transects, avec :

$$P_w = S \times ((K \times S \times I^{1/2}) / Q)^{3/2}$$

où :

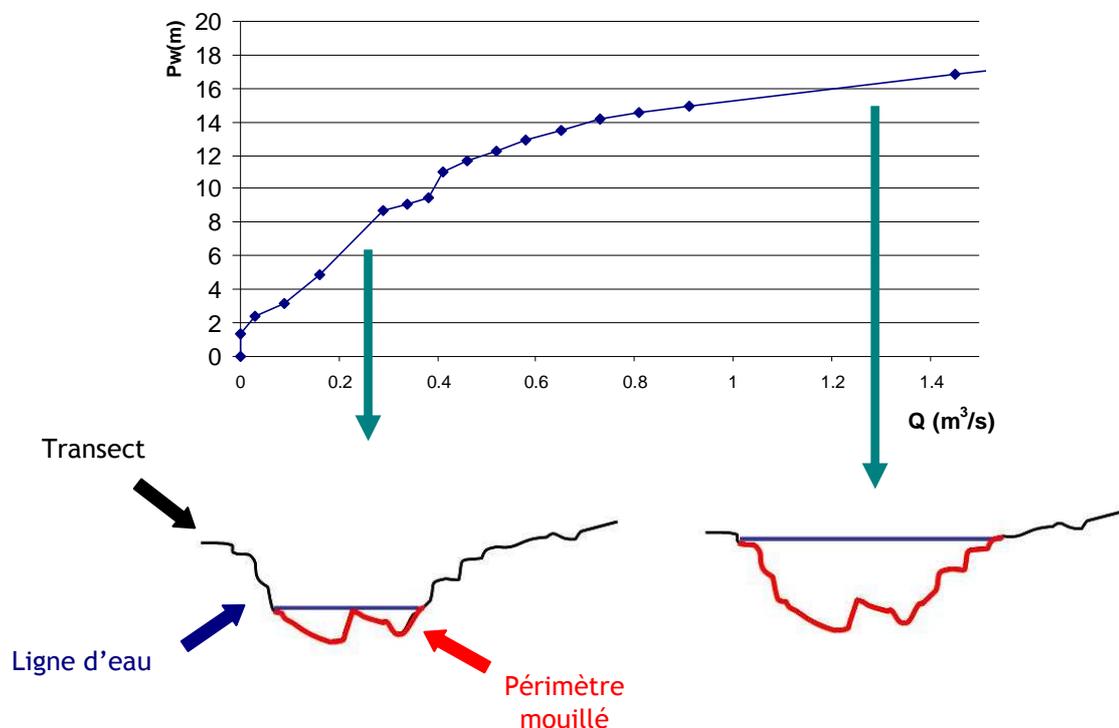
S : surface mouillée

K : coefficient de rugosité (calé à partir des mesures de S, I, et Q)

I : pente estimée sur le tronçon

Q : débit

Figure 2 : Courbe type de l'évolution du périmètre mouillé en fonction du débit



L'allure générale de ces graphiques (figure 2) s'apparente à une courbe semi-parabolique avec une première partie assez pentue traduisant une forte augmentation du périmètre mouillé avec le débit. Cette partie de la courbe correspond généralement au « remplissage » du lit d'étiage. La pente de la courbe diminue ensuite progressivement

avec l'augmentation de débit, pour tendre vers un plateau correspondant au « remplissage » du lit mineur. L'asymptote vers laquelle la courbe tend correspond au périmètre mouillé maximal du lit mineur du cours d'eau.

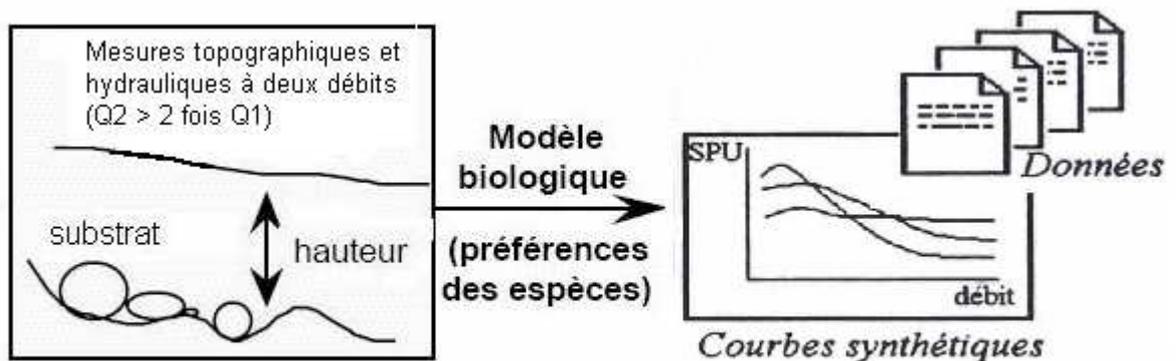
La variabilité des courbes observées témoigne de la sensibilité hétérogène des différents transects à l'évolution du débit.

L'analyse de ces courbes va permettre d'évaluer la sensibilité du cours d'eau aux variations d'écoulement en termes de potentiel d'habitat pour la faune aquatique et d'en déduire les besoins en eau des milieux aquatiques.

Méthode habitat :

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).

Figure3 : Schéma de présentation de la méthode ESTIMHAB

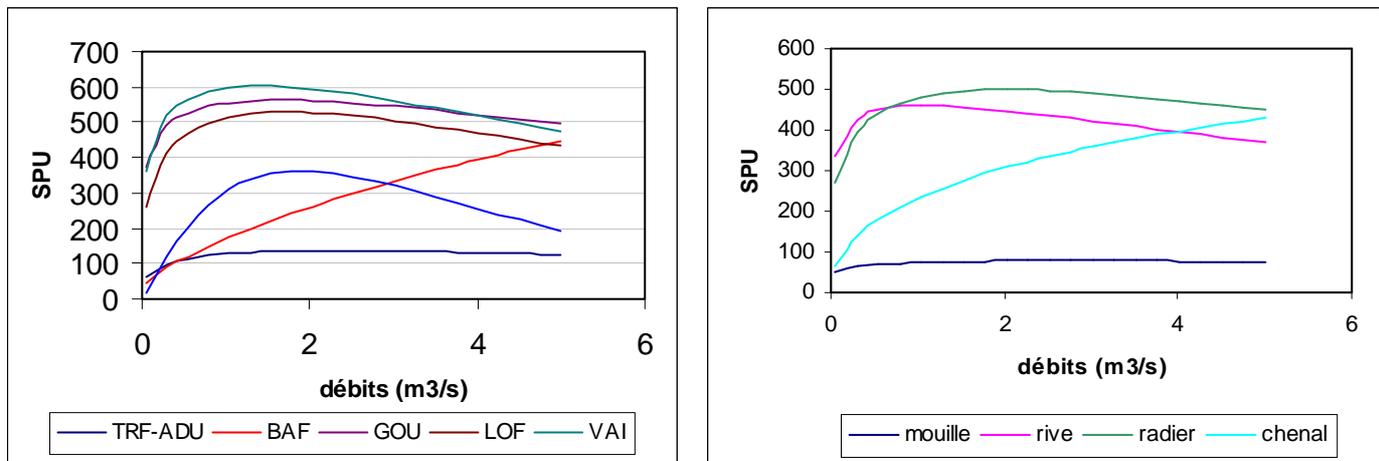


Le calcul se fait sur la base de la valeur moyenne de la largeur mouillée, de la hauteur d'eau, et de la granulométrie ainsi que du débit médian annuel de la rivière au droit de la station, et ce pour chacune des deux conditions de débits observées.

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)

Figure 4 : Exemples de courbes d'évolution de la surface pondérée utile en fonction du débit par espèce ou par guilde



Les courbes d'évolution de la surface pondérée utile en fonction du débit par espèce ou par guilde (figure 4) 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.

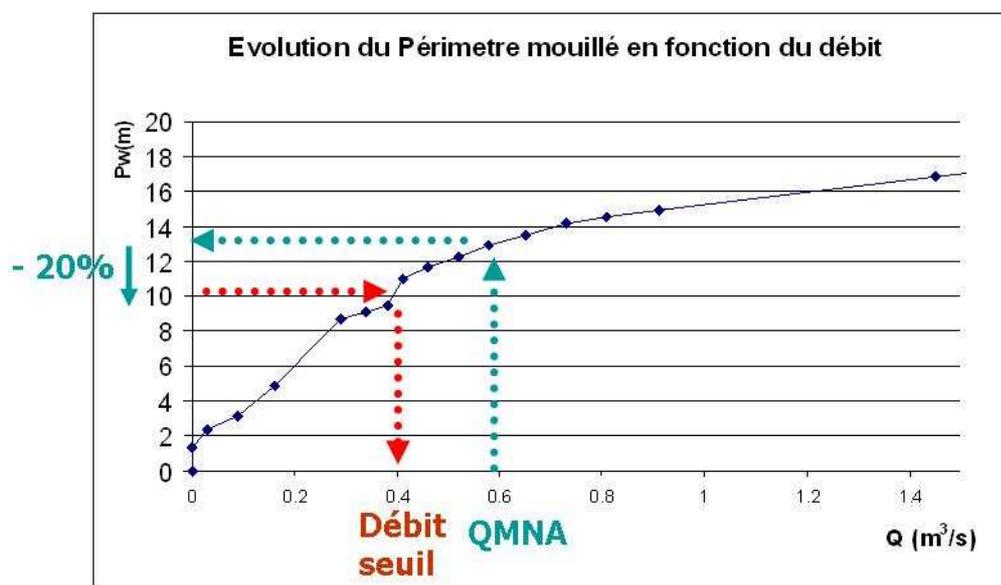
II.1.4.ii. Détermination des valeurs guide

Les valeurs guide sont les débits estimés au droit de chacun des transects ou des stations ESTIMHAB décrivant la sensibilité du milieu aux conditions d'étiage.

Méthode hydraulique :

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

Figure 5 : Détermination du débit seuil sur la base de la courbe 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 % du périmètre mouillé observé pour le QMNA naturel (figure 5) a été retenue. Ce choix s'explique comme suit :

- concernant la base du QMNA naturel pour le débit, les travaux de SOUCHON ET GUINOT⁵ 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 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.

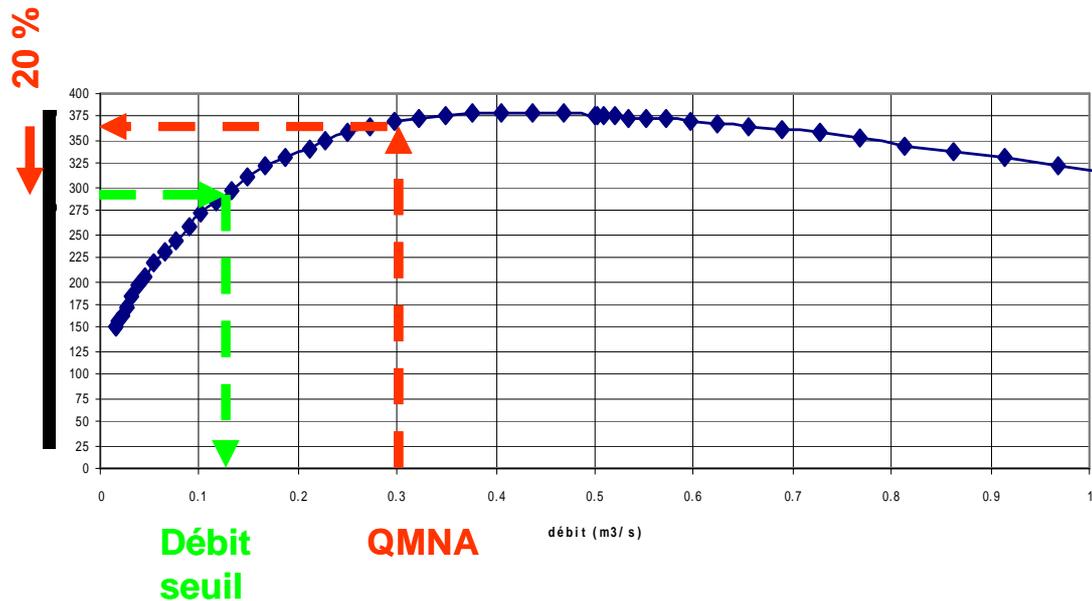
Cette analyse a été réalisée sur l'ensemble des transects.

Méthode habitat :

Une analyse similaire à la précédente est menée sur les courbes d'évolution de Surface Pondérée Utile en considérant le QMNA naturel comme débit de base et en admettant une tolérance de 20 %.

⁵ Guide méthodologique de la méthode EVHA – CEMAGREF - 1995

Figure 6 : Analyse quantitative des courbes de surface pondérée utile



L'analyse quantitative des courbes de surface pondérée utile est menée pour chaque station ESTIMHAB sur les courbes des espèces cibles du secteur de cours d'eau considéré ainsi que sur la guilde associée. Les espèces et les guildes retenues pour les différentes stations sont les suivantes :

Espèces et guildes retenues pour les différentes stations

Station	Espèce repère	Guilde
Sortie des gorges de Galamus	Truite fario adulte	Radier / Chenal
Saint Arnac	Truite fario adulte	Radier / Chenal
Latour de France	-	Radier / Chenal

Remarque : Bien que les deux premières stations ne soient pas situées dans un domaine piscicole à proprement parlé salmonicole mais cyprinicole, le fait que, abstraction faite de la problématique liée au concrétionnement des alluvions, les habitats de ces stations soient compatibles avec le développement d'une population de truites et que parallèlement le modèle ESTIMHAB ne dispose pas de courbes de préférence pour le barbeau méridional qui constitue l'espèce repère du milieu analysé, la valeur guide produite par la courbe de préférence de la truite adulte a été prise en compte dans notre analyse.

Parallèlement, les valeurs guide produites par les guildes radier et chenal ont été retenues en raison de la prépondérance de ces faciès dans le domaine étudié mais également parce qu'elles correspondent aux espèces présentes (notamment la Vandoise et la Loche franche).

II.2. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

II.2.1. PRESENTATION DES RESULTATS

Les valeurs guide estimées sur l'Agly et ses affluents suivant les méthodes hydraulique et habitat sont présentées par le tableau suivant. Pour les approches hydrauliques une seule valeur de débit a été obtenue par point d'analyse; tandis que pour l'approche ESTIMHAB les valeurs guide sont décrites par un panel de valeurs produites par la prise en compte des espèces cibles et des guildes précédemment évoquées.

Valeurs guide et pourcentages associés par rapport au module et au QMNA naturel de fréquence quinquennale sèche

Cours d'eau	Transect / Station ESTIMHAB	BV (en km ²)	Valeurs guides (en m ³ /s)	%/module	%/QMNA5
Agly	ESTIMHAB 1	42	0.038/0.072/0.137	3/6/11	21/40/76
	ESTIMHAB 2	238	0.127/0.168/0.253	5/7/11	41/54/82
	ESTIMHAB 3	446	0.121/0.295	3/8	36/87
	Transect 1	943	0.005*	nc	nc
	Transect 2	951	0.007*	nc	nc
	Transect 3	1063	0.004*	nc	nc
	Transect 4	1063	0.007*	nc	nc
Boulzane	Transect 1	103	0.082	11	91
	Transect 2	134	0.150	16	115
	Transect 3	164	0.082	7	63
	Transect 4	165	0.088	8	68
Désix	Transect 1	93	0.033	6	127
	Transect 2	93	0.042	7	162
	Transect 3	135	0.034	4	131
	Transect 4	138	0.008	1	31
Verdouble	Transect 1	87	0.029	5	109
	Transect 2	154	0.079	7	93
	Transect 3	176	0.017	1	20
	Transect 4	305	0.109	6	91

* la faiblesse des valeurs résulte du fait que le milieu est trop peu sensible pour permettre aux méthodes appliquées de produire des valeurs cohérentes. Les valeurs produites sont données à titre indicatif et ne seront donc pas directement prises en compte dans la suite de l'étude.

Nc : valeur non calculée car non significative.

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 MINIMUMS BIOLOGIQUES

La définition des besoins du milieu aquatique ne peut pas être reflétée par des valeurs ponctuelles de débit. En effet, lors d'une période de tarissement, la réponse du milieu naturel se fait de façon graduelle. Aussi, l'analyse qui suit repose sur des gammes de débits traduisant l'évolution du fonctionnement du milieu.

Ces gammes de débits permettront d'établir, au delà de la fixation de « Débits Minimums 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 Minimums Biologiques » sur l'Agly et les trois affluents prospectés.

La détermination des DMB repose sur une analyse globale tenant compte de l'ensemble des valeurs guide 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.

Dans un souci de compréhension de la démarche mise en œuvre et compte tenu de la discontinuité fonctionnelle majeure que constituent les pertes situées entre Estagel et Mas de Jau, la présentation des résultats se décompose en plusieurs étapes :

- une première étape qui reprend l'analyse du linéaire de l'Agly situé en amont des pertes et, indépendamment, l'analyse de chacun des trois affluents (§ II.2.2.i à II.2.2.iv) ;
- une seconde qui reprend les résultats de l'analyse à l'échelle de l'ensemble du linéaire de l'Agly en y intégrant le fonctionnement des affluents et les continuités amont-aval (§ II.2.2.v).

II.2.2.i. Détermination des débits minimums biologiques (DMB) sur la partie du linéaire de l'Agly situé en amont des pertes:

La détermination des DMB repose sur la définition, à partir du nuage de points produit par les valeurs guide en fonction des surfaces de bassin versant, de gammes fonctionnelles de débits. La partie supérieure du nuage de point constitue le seuil objectif pour lequel toutes les valeurs guide sont satisfaites. Ce seuil est tracé à partir d'une droite de régression, sur les valeurs guide supérieures. Il va constituer un objectif à atteindre afin de satisfaire l'atteinte du bon état écologique défini par la Directive Cadre Européenne.

On distingue alors deux gammes de fonctionnement :

- la gamme de fonctionnement « confortable » située au dessus du seuil objectif. Dans le cas de l'Agly, cette gamme est délimitée par les valeurs produites par la guilde « chenal » au droit des trois stations ESTIMHAB.
- la gamme de fonctionnement « satisfaisant ». Celle-ci correspond à une plage de débits où certaines valeurs guide ne sont plus atteintes mais pour laquelle le

fonctionnement du cours d'eau reste satisfaisant. La délimitation de cette plage de débit repose sur l'application des étapes suivantes :

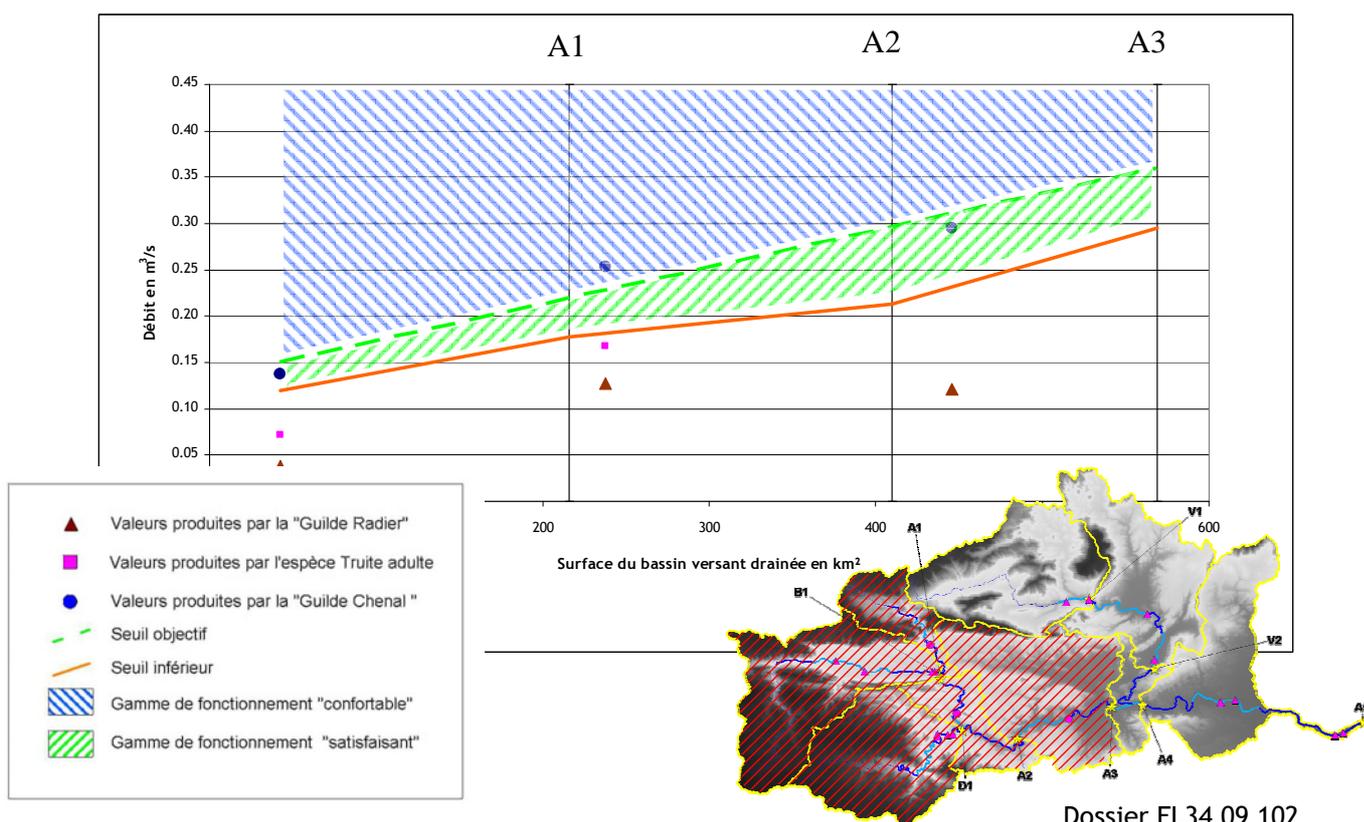
- la première étape consiste en la définition d'un seuil inférieur compris entre le seuil objectif et la limite basse du nuage de points où aucune des valeurs guide n'est satisfaite. Dans le cas de l'Agly, ce seuil inférieur est délimité par les valeurs guide produites par la guilde « radier » pour les trois stations ESTIMHAB.
- La deuxième étape consiste à pondérer cette première estimation du seuil inférieur par une analyse multicritère basée notamment sur la disponibilité en zones refuges des différents tronçons. Le détail de l'application de la méthode de pondération appliquée au seuil inférieur est repris dans l'encart méthodologique « analyse multicritère » ci-dessous.

Les deux gammes fonctionnelles obtenues (figure 7) servent de référence à la fixation des débits minimums biologiques en fonction du niveau de sensibilité du milieu et des enjeux relatifs au fonctionnement de celui-ci identifiés au travers de l'ensemble de l'expertise (investigations de terrain, fonctionnement hydrologique naturel...).

Aussi, sur l'Agly, en raison l'importance de préserver la ressource en eau de la tête de bassin qui constitue le principal « réservoir » à l'échelle de l'ensemble du bassin versant de l'Agly (Cf. analyse hydrologique de la troisième phase de l'étude), les DMB retenus au droit des trois premiers points nodaux, correspondent à l'issue de cette première étape de l'analyse, aux valeurs produites par le seuil objectif.

Afin de prendre en considération la continuité amont-aval des écoulements, il est nécessaire de fixer les DMB des affluents pris en compte dans l'analyse. Il est d'ores et déjà à noter que cette analyse va conduire à moduler les valeurs de DMB produite à ce stade de la démarche.

Figure 7 : Synthèse de la méthode de détermination des DMB sur le cours amont de l'Agly



Analyse multicritère - exemple d'application sur l'Agly en amont des pertes d'Estagel :

Durant la période estivale et en particulier lors d'épisodes d'étiages sévères, la forte augmentation de la température de l'eau peut devenir un facteur limitant pour le fonctionnement du milieu. Certains faciès caractérisés par une profondeur importante (mouilles, chenaux lenticules) constituent alors des zones refuges pour la faune aquatique et notamment la population piscicole.

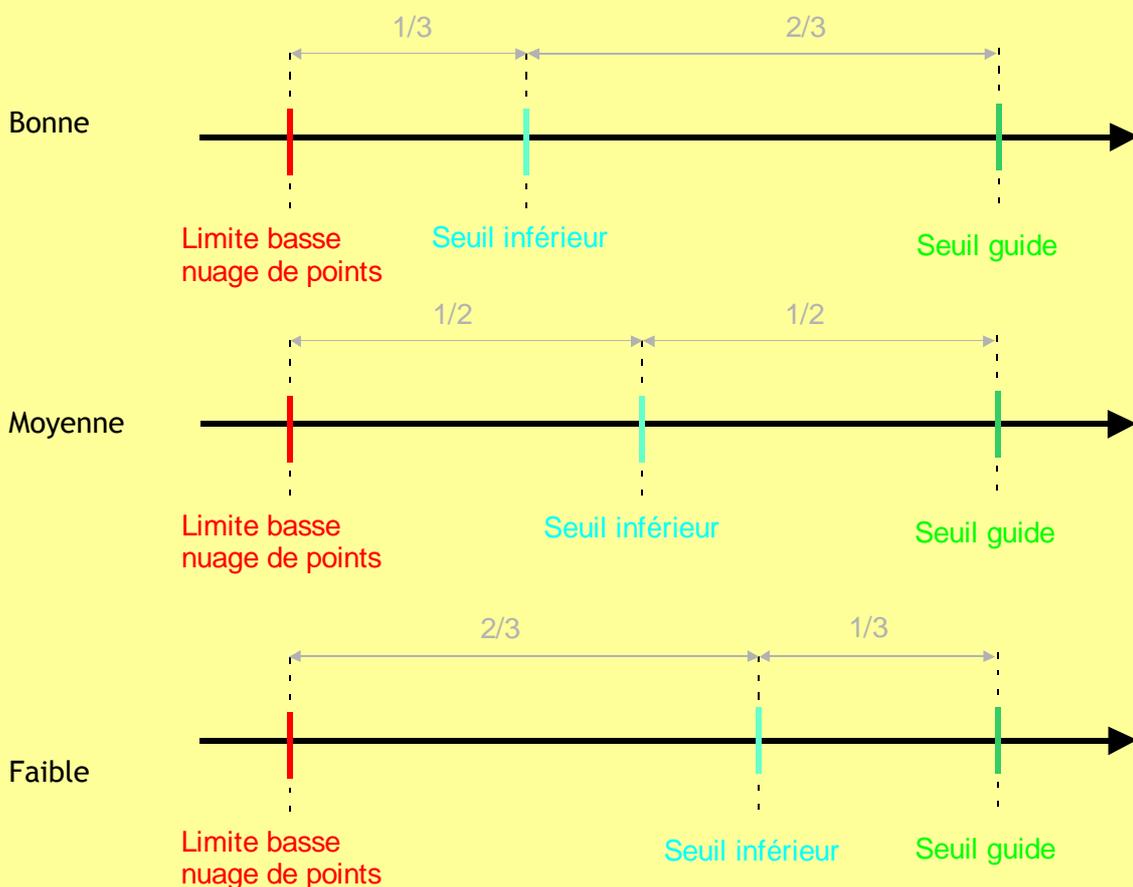
La définition du seuil inférieur se base sur la notion de disponibilité de ces zones de refuge. La disponibilité des zones refuges résulte d'une analyse portant sur différents critères comme l'abondance, la répartition et l'accessibilité de ces secteurs en tenant compte des éventuels obstacles (seuils).

En complément de l'analyse des zones refuges, le plus ou moins bon ombrage, reflété par le degré de développement du couvert végétal, a été pris en compte. Toutefois, compte tenue du bon développement de celui-ci dans le reste du bassin, exception faite dans la zone de plaine, cet indicateur n'impacte pas les potentiels de zones refuges conditionnés par la structuration des faciès d'écoulement.

La méthode de pondération appliquée au seuil inférieur initial - avant prise en compte des potentialités de refuge - est reprise dans les schémas suivants.

Pondération du seuil inférieur selon la disponibilité des zones refuges

Disponibilité de zones « refuge » :



Aussi, plus les zones refuges seront disponibles et plus le seuil inférieur sera proche de la limite basse du nuage de points des valeurs guide. L'analyse de la disponibilité en zones refuges présentée dans le tableau ci-dessous est basée sur la sectorisation en tronçons homogènes réalisée dans le cadre de l'étude (Planche 14).

Il en ressort que sur l'Agly en amont d'Estagel, la majorité des tronçons présente une faible disponibilité en zones refuges.

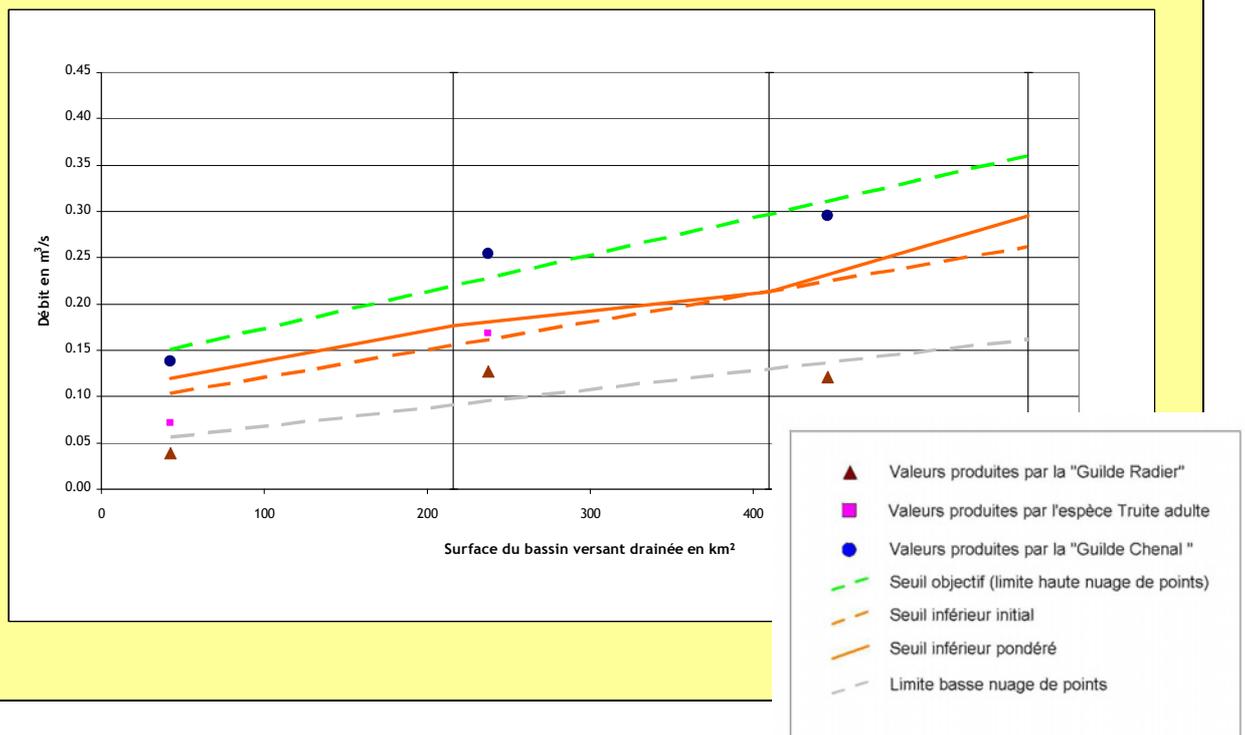
Disponibilité en zones refuges basée sur la sectorisation en tronçons homogènes

Tronçon	Libellé du tronçon	Mesures réalisées au sein du tronçon	Abondance des zones refuges (en% du linéaire)	Répartition des zones refuges	Nombre d'obstacles potentiels à la libre circulation (seuil, chute...)	Couverture végétale propice à l'ombrage	Disponibilité en zones refuges
a1	en amont des gorges de Galamus		0	Equilibrée	0	Bonne	Faible
a2	Traversée des gorges de Galamus		25	Equilibrée	nd**	Bonne	
a3	des gorges de Galamus à la Boulzane	Station ESTIMHAB en aval des gorges	25	Equilibrée	2	Bonne	
a4	de la Boulzane au point Nodal de Saint Paul de Fenouillet		50	Equilibrée	1	Moyenne	
a5	du point Nodal de Saint Paul de Fenouillet à l'amont de l'Acqueduc Romain	Station ESTIMHAB au droit de Saint Arnac	11	Equilibrée	3	Bonne	Moyenne
a6	de l'Acqueduc Romain à la Désix		60	Equilibrée	0	Moyenne	
a7	Traversée du lac de Caramany		100	Equilibrée	1	Faible	Faible
a8	de la sortie du lac de Caramany à l'amont de Latour de France	Station ESTIMHAB en amont de Latour de France	20	Equilibrée	2	Bonne	
a9	de l'amont de Latour de France au point nodal d'Estagel		15	Equilibrée	1	Bonne	

* non défini compte tenu des importantes successions d'écoulements sur blocs/chutes et de chenaux lenticules/mouilles

Le seuil inférieur est donc déduit graphiquement en tenant compte des possibilités de refuge précédentes. La figure ci-dessous illustre l'application de cette méthode dans le bassin versant de l'Agly.

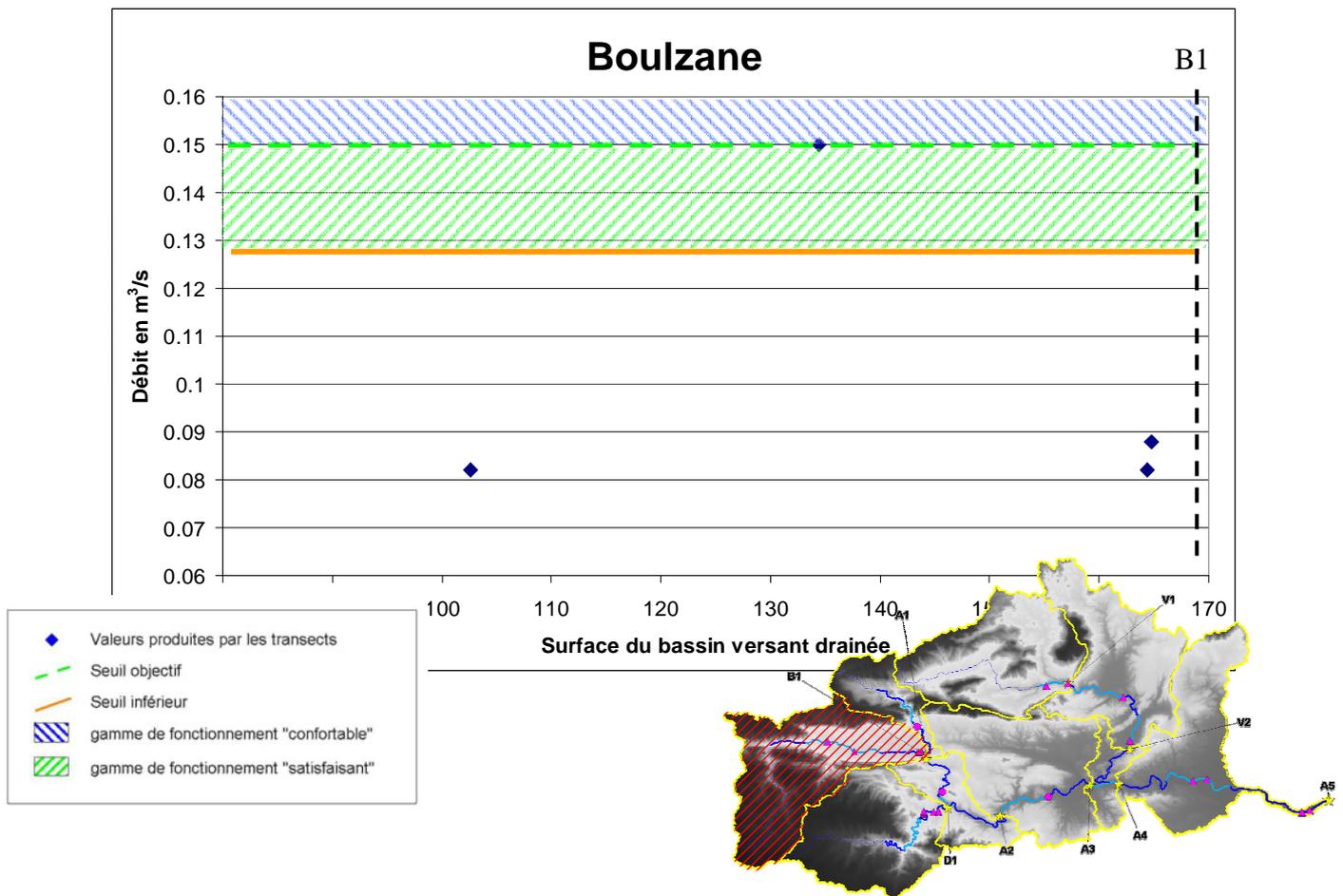
Détermination du seuil inférieur sur le linéaire amont de l'Agly



II.2.2.ii. Détermination du Débit Minimum Biologique sur la Boulzane

La même méthodologie que celle mise en œuvre sur l'Agly a été appliquée aux valeurs guide déduites des quatre transects réalisés sur la Boulzane. Il est à noter que du fait de l'importance de la pente dans la partie amont de la Boulzane rendant délicate l'application des méthodes d'évaluation des besoins du milieu, seule la partie aval du bassin, dont la pente est la plus faible (autour de 1%) a fait l'objet de mesures - tronçons homogènes b2 et b3 (Planche 14). L'application d'un raisonnement similaire à celui préalablement présenté sur l'Agly amont conduit à produire un Débit Minimum Biologique correspondant au seuil objectif soit 150l/s.

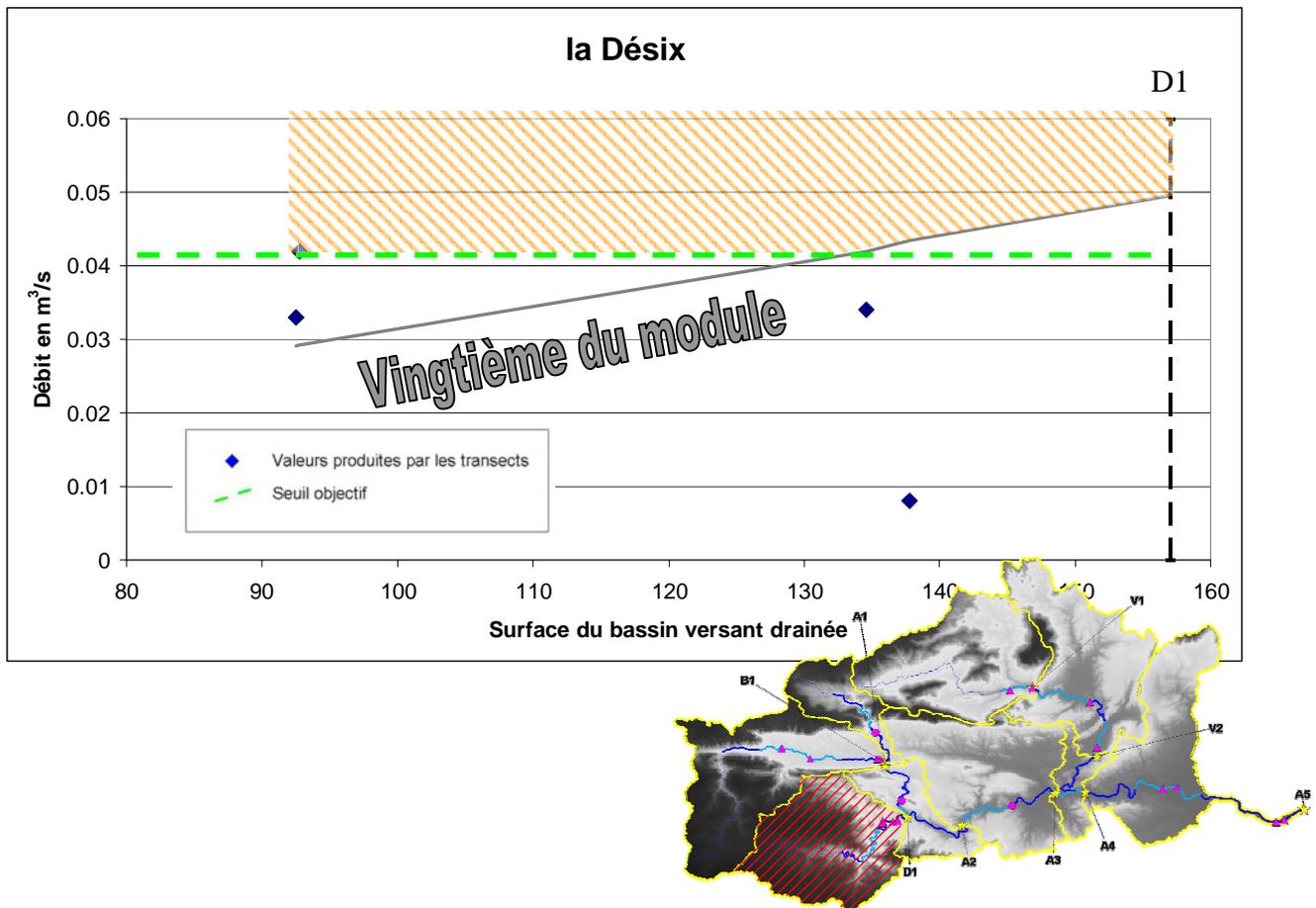
Figure 8 : Débit Minimum Biologique du bassin de la Boulzane



II.2.2.iii. Détermination du Débit Minimum Biologique sur la Désix

Sur la Désix, l'application de la même méthode sur les valeurs guide, issues de la réalisation des quatre transects, produit des gammes fonctionnelles de débits proches du vingtième du module (figure 9). L'application de la méthode conduisant initialement à retenir une valeur de DMB au droit du point nodal « D1 » légèrement inférieure à ce débit et celui-ci correspondant au débit minimum réglementaire en dessous duquel seuls les cours d'eau ou sections de cours d'eau présentant un fonctionnement atypique peuvent déroger, la valeur de DMB initial a été rabattue sur la valeur correspondant au vingtième du module ; à savoir 50 l/s.

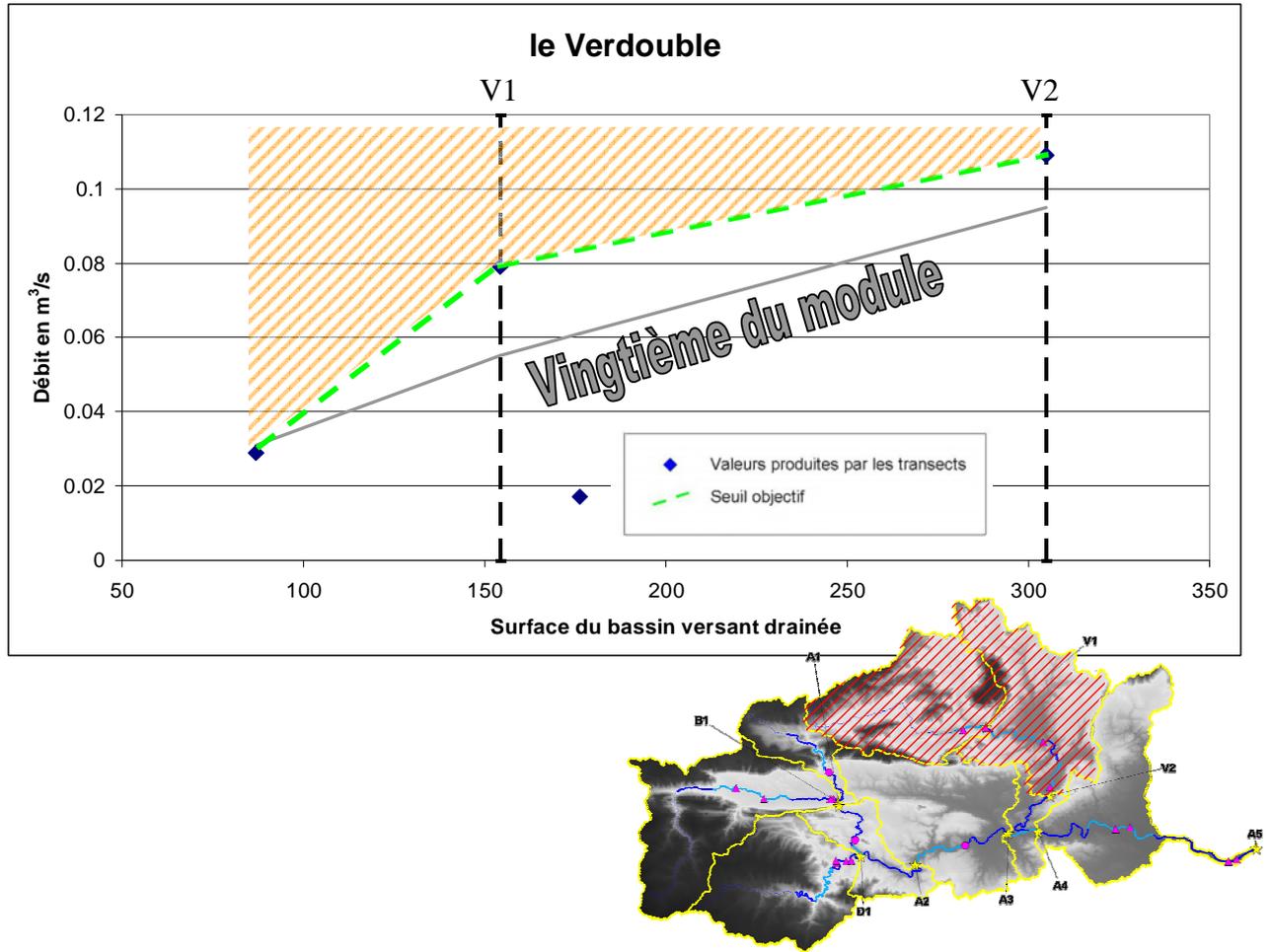
Figure 9 : Débit Minimum Biologique du bassin de la Désix



II.2.2.iv. Détermination du Débit Minimum Biologique du Verdouble

Sur le Verdouble, l'application de la méthode produit également des gammes fonctionnelles de débits proches du vingtième du module (figure 10) ; soit des DMB respectivement de 80l/s au droit du point nodal « V1 » et de 110 l/s au droit du point nodal « V2 ».

Figure 10 : Débit Minimum Biologique du bassin du Verdouble

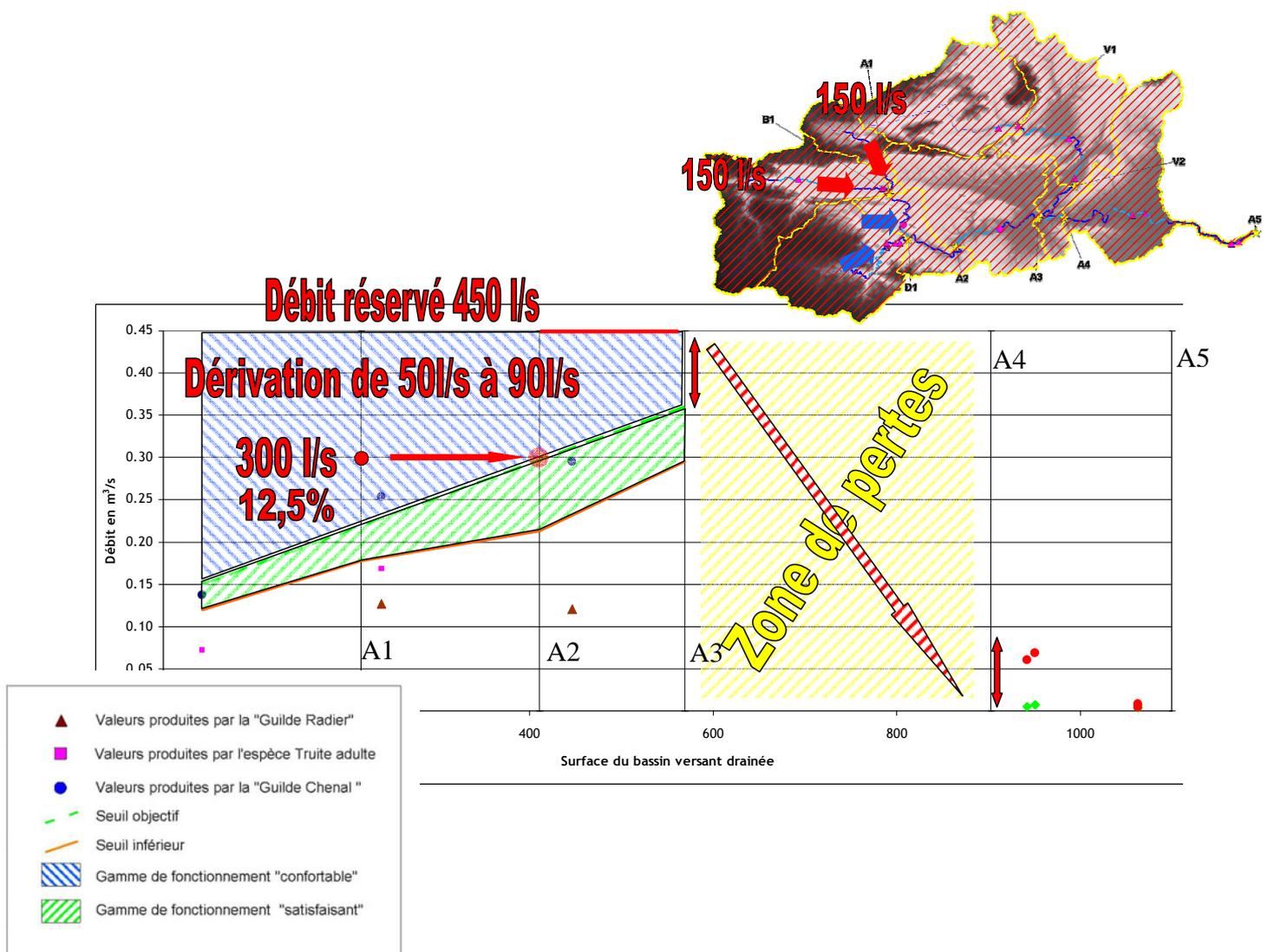


II.2.2.v. Détermination du Débit Minimum Biologique de l'Agly avec prise en compte de la continuité amont-aval des écoulements

L'analyse initiale - basée uniquement sur les besoins du milieu au droit des stations ESTIMHAB et sans prise en compte des affluents (Cf. § II.2.2.i) - conduit à préconiser comme DMB les valeurs correspondant au seuil objectif. L'analyse des affluents et les connaissances relatives à l'hydrologie du bassin versant acquise dans le cadre de la troisième phase de l'étude, conduisent à réajuster la valeur de DMB au droit du point nodal « A1 ». En effet, bien que le seuil objectif produise une valeur de 220l/s au droit de ce dernier, la prise en compte des besoins des milieux de l'Agly amont et de la Boulzane nécessite de retenir une valeur de DMB de 300 l/s - valeur correspondant à la somme des besoins du milieu sur l'Agly amont et sur la Boulzane.

Parallèlement, la fixation de cette valeur de 300 l/s, permet, compte tenu de la faiblesse des apports de la Désix et du bassin intermédiaire, de conforter l'atteinte du « débit objectif » au droit du point nodal « A2 » (Figure 11).

Figure 11 : Débit Minimum Biologique du bassin de l'Agly



Concernant la portion de linéaire de l'Agly située en aval des pertes d'Estagel, celle-ci est naturellement affectée par des assecs estivaux plus ou moins sévères en fonction de l'hydraulicité annuelle (Cf. Analyse hydrologique réalisée dans la troisième phase de l'étude). La mise en place du soutien des débits d'étiage par le barrage de Caramany a conduit, en raison de la réduction des périodes d'assecs et de leur décalage vers la période automnale, à maintenir le milieu en eau sur une plus longue période au cours de l'année; voire certaines années de maintenir une continuité des écoulements sur l'ensemble de l'année. La logique initiale dans le cadre de la démarche mise en œuvre conduirait à se rapprocher d'un fonctionnement naturel de l'hydrosystème. Toutefois, au regard du contexte particulier en lien avec la présence du barrage, cette position est difficilement envisageable. Il conviendrait plutôt de s'adapter au mieux à ce nouveau fonctionnement en évitant les phénomènes d'à-coups lors des périodes de tarissement et en veillant à maintenir la continuité des écoulements sur la partie aval dans le but d'améliorer la survie des peuplements piscicoles.

Concernant le maintien de cette continuité, le DMB défini à partir du seuil objectif au droit du barrage (Point nodal « A2 ») est de 360 l/s alors que le débit réservé est de 450 l/s. Dès lors, il apparaît qu'une « marge de manœuvre » de l'ordre de 50 l/s à 90 l/s pourrait être mobilisable afin de maintenir, les années en proie à des assecs automnaux marqués, une certaine continuité des écoulements dans la partie aval du cours d'eau à partir de la mise en place d'un contournement des pertes d'Estagel via le canal de la Plaine. L'application de ce protocole a, a priori, déjà été testée par les irrigants.

La fixation d'une valeur de DMB sur la partie aval n'a que peu de sens, l'objectif est de permettre la conservation d'une certaine mise en eau des biefs. Pour cette raison, le terme utilisé par cette partie aval du bassin versant de l'Agly sera le Débit Minimum d'Écoulement (DME).

Il est à noter que la mise en œuvre du protocole de contournement des pertes nécessiterait une phase d'expérimentation pour en fixer les modalités (détermination du débit à dériver, modalité de gestion du canal de la Plaine, définition de consignes à partir de cotes de référence à la station de Mas de Jau...). Par ailleurs, ce protocole sous-tend un arrêt des dérivations à usage agricole lors de l'arrêt du soutien d'étiage par le barrage.

II.2.3. RESULTATS AUX POINTS DE REFERENCE

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

Valeurs seuils de débits proposées et comparaison avec les débits caractéristiques

Cours d'eau	Point nodal	DMB en m ³ /s	%/module	%/QMNA5
Agly	A1	0.30	12.5%	97%
	A2	0.30	8.5%	88%
	A3	0.36	8.6%	98%
	A4	"maintien en eau"	nc	nc
	A5	"maintien en eau"	nc	nc
Boulzane	B1	0.15	12.5%	115%
Désix	B1	0.05	5.0%	190%
Verdouble	V1	0.08	7.2%	93%
	V2	0.11	5.7%	91%

Nc : valeur non calculée car non significative

La confrontation de DMB 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'Agly et ses affluents, **les résultats présentent des valeurs de débits relativement faibles. Cette faiblesse résulte du peu de sensibilité du milieu (faible pente, caractère lentique des écoulements...).**

En comparant les valeurs de DMB avec le débit d'étiage naturel de référence (QMNA₅), les ratios obtenus s'étendent sur une gamme comprise entre 90% et 100% sur l'Agly en amont des pertes et atteignent 190% sur la Désix. 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.

La bonne productivité Sur l'Agly :

Les ratios par rapport aux modules sont cohérents. Seule la tête de bassin correspondant au bassin amont de l'Agly et au bassin de la Boulzane (point nodal « A1 ») présente des ratios supérieurs à 10%. Dans le reste du bassin versant, en raison de la faible sensibilité du milieu (faible pente, caractère lentique des écoulements...) les ratios sont compris entre 5% et 9%. En aval des pertes d'Estagel, où l'Agly est naturellement en proie à la formation d'assecs, l'application des méthodes habitats ne permettent pas de produire des valeurs de DMB exploitables.

Sur les affluents :

La Boulzane présente des ratios DMB / QMNA⁵ et module similaires à ceux de la tête du bassin de l'Agly (point nodal « A1 »). Cette similitude souligne le caractère homogène de cette partie amont du bassin avec un soutien d'étiage légèrement plus en faveur de l'Agly.

Sur la Désix, les ratios font apparaître une situation plus sensible. En effet, le DMB retenue correspond au vingtième du module et le ratio entre ce débit et le QMNA⁵ est de 190% ce qui reflète la sévérité des étiages dans le bassin. Néanmoins, il faut rappeler que ceux-ci ne sont que le reflet de la partie aval du bassin versant.

Sur le Verdoble, la situation est légèrement moins sensible car même si les DMB retenues s'échelonnent entre 6% et 7% du module, les ratios entre DMB et QMNA⁵ sont de l'ordre de 90% ce qui reflète un meilleur soutien des débits d'étiage que dans le cas précédent.

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 DMB préalablement définies et ce, pour les différents débits d'étiage caractéristiques influencés.

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 DMB.

Il en ressort que la bonne productivité naturelle de la tête de bassin combinée à la relative faiblesse des prélèvements font, qu'au regard des DMB proposés, le fonctionnement de l'Agly en amont du barrage de Caramany (point nodal « A2 »), apparaît actuellement satisfaisant jusqu'aux différents débits caractéristiques d'étiage d'occurrence quinquennale (QMNA⁵, VCN10⁵ et VCN3⁵).

En aval, au droit d'Estagel, la situation apparaît perturbée dès l'atteinte du QMNA quinquennale et du VCN10 médian. Il est à noter, qu'en raison du soutien d'étiage par le barrage durant l'été, ces situations sont susceptibles de survenir à la période automnale.

Concernant les affluents, la situation est contrastée. Sur la Boulzane, la sollicitation de la ressource à travers les prélèvements fait que, dans la partie aval du bassin, la situation est perturbée dès l'atteinte du QMNA. Toutefois, comme évoqué

antérieurement, il est nécessaire de conserver ce niveau d'ambition pour ne pas dégrader le fonctionnement des secteurs aval. Cela sous-tend la nécessité d'optimiser les prélèvements dans la partie aval du bassin.

Sur la Désix, la situation est dégradée dès l'atteinte du QMNA médian. A la différence de la Boulzane, cette situation découle directement de la faiblesse des écoulements en période d'étiage.

Sur le Verdoube, la faiblesse des prélèvements et le relatif bon soutien des écoulements en période d'étiage, font qu'au regard des DMB proposés et dans le contexte actuel, la situation demeure satisfaisante jusqu'à l'atteinte du VCN10 d'occurrence quinquennale.

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

Point Nodal	Débits influencés d'étiage (m3/s)								
	Mois			10 jours			3 jours		
	QMNA	QMNA médian	QMNA5	VCN10	VCN10 médian	VCN10 (5)	VCN3	VCN3 médian	VCN3 (5)
A1	0.39	0.37	0.26	0.33	0.31	0.22	0.33	0.32	0.23
A2	0.66	0.61	0.43	0.51	0.49	0.41	0.48	0.47	0.39
A3	0.45	0.38	0.19	0.36	0.32	0.22	0.33	0.29	0.20
A4	0.098	0	0	0.004	0	0	0.001	0	0
A5	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0.13	0.12	0.08	0.08	0.06	0.04	0.06	0.05	0.01
D1	0.064	0.044	0.017	0.042	0.029	0.009	0.031	0.018	0.003
V1	0.15	0.13	0.083	0.13	0.11	0.067	0.12	0.1	0.059
V2	0.2	0.19	0.11	0.17	0.15	0.09	0.15	0.13	0.067

	DMB satisfait
	DMB non satisfait
	secteur DME