

Syndicat Mixte
du Bassin
Versant du
Gapeau

MD00418

JUIN
2011



Détermination des volumes maximum prélevables

Phases 1 à 4 (hors volet agricole)


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

SIÈGE SOCIAL
PARC DE L'ÎLE - 15/27 RUE DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX
Agence de Aix en Provence Bt D 30 av. Malacrida 13100 Aix en Provence

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1 Caractérisation des sous bassins et aquifères et recueil de données complémentaires	1
1 Caractéristiques du bassin versant	2
2 Contexte géologique.....	4
2.1 Le secteur nord - nord ouest du bassin versant du Gapeau	4
2.1.1 Le massif de la Sainte-Baume	4
2.1.2 Le massif de Montrieux.....	4
2.1.3 Le massif du Pilon Saint-Clément et collines de Rocabaron.....	5
2.2 Le secteur sud est du bassin versant du Gapeau.....	5
2.3 Le secteur central du bassin versant du Gapeau.....	5
3 Contexte hydrogéologique.....	7
3.1 Les aquifères karstiques	7
3.2 Les aquifères cristallophylliens	7
3.3 Les aquifères alluviaux.....	8
3.4 Synthèse sur les relations potentielles nappe-rivière en période d'été.....	9
4 Milieux aquatiques.....	11
4.1 Contexte morphologique	11
4.2 Qualité des eaux	14
4.3 Continuité écologique.....	16
4.4 Zones humides.....	17
4.5 Peuplements piscicoles.....	18
4.5.1 Sources de données.....	18
4.5.2 Contexte piscicole	18
4.5.3 Pêche.....	22
4.5.4 Conclusion sur la qualité des milieux et des peuplements piscicoles....	22
5 Caractérisation des déséquilibres.....	24

5.1	Explication des niveaux d’alerte et des mesures de restriction	24
5.2	Historique sur le bassin versant du Gapeau.....	25
5.2.1	Source de données	25
5.2.2	Arrêté cadre et Plan sécheresse	25
5.2.3	Mesures pour les canaux.....	26
5.2.4	Historique	27
PARTIE 2 Bilan des prélèvements existants, analyse de l’évolution		29
1 Bilan des prélèvements		30
1.1	Prélèvements AEP.....	30
1.1.1	Source des données.....	30
1.1.2	Résultats	30
1.2	Irrigation	33
1.2.1	Inventaire des prises d’eau	33
1.2.2	Campagne de jaugeage réalisée en 2007	34
1.3	Prélèvements domestiques individuels.....	47
1.3.1	Prélèvements en rivière	47
1.3.2	Forages individuels.....	48
2 Bilan des apports.....		49
2.1	Apports de la Société du Canal de Provence.....	49
2.2	Restitution des stations d’épuration	50
2.2.1	Source de données	50
2.2.2	Résultats	50
3 Analyse de l’évolution des besoins.....		51
3.1	Besoins pour l’AEP	51
3.2	Besoins pour l’irrigation.....	51
PARTIE 3 Impacts des prélèvements et quantification des ressources existantes		53
1 Caractérisation de l’étiage au niveau des cours d’eau		54
1.1	Stations de suivi.....	54
1.1.1	Débits moyens mensuels enregistrés aux stations	55
1.1.2	Débits de référence aux différentes stations	57
1.1.3	Évolution récente des débits d’étiage	57
2 Reconstitution de l’hydrologie non influencée		62

2.1	Choix des points de calcul.....	63
2.2	Méthode de calcul des débits naturels reconstitués.....	65
2.2.1	Restitutions agricoles par les canaux.....	65
2.2.2	Reconstitution des débits naturels d'aout et septembre 2007 aux points de jaugeage des campagnes.....	67
2.2.3	Reconstitution des QMNA5 naturels à chaque extrémité de tronçon homogène.....	70
2.3	Résultats.....	74
2.4	Discussion des résultats au regard de l'hydrogéologie.....	78
2.4.1	Sectorisation du bassin versant.....	78
2.4.2	Données à acquérir.....	79
PARTIE 4 Détermination des debits minimum biologiques.....		82
1 Introduction.....		83
2 ESTIMHAB.....		84
2.1	Principe.....	84
2.2	Méthodologie.....	84
2.3	Domaine de validité.....	85
2.4	Limites.....	86
3 Choix des stations de mesure.....		87
3.1	Méthode pour le choix des stations.....	87
3.2	Points de suivi et point particulier.....	88
3.3	Tronçons homogènes piscicoles.....	89
3.4	Stations retenues.....	91
3.5	Méthode d'intervention.....	99
3.5.1	Prospections sur site.....	99
4 Méthode pour la définition des débits minimum biologiques.....		100
4.1	Choix des espèces.....	100
4.2	Définition du DMB à partir de la courbe Estimhab.....	102
5 Présentation des résultats.....		104
5.1	Récapitulatif des entrées utilisées dans les modélisations.....	104
5.2	Suivi des températures.....	105
5.2.1	Méthodologie.....	105
5.2.2	Résultats.....	106

5.3	Résultats EstimHab par Station.....	115
5.3.1	Le Réal Martin à Pignans (R1).....	115
5.3.2	Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Vidaux (R2).....	117
5.3.3	Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit Mollo Trocado (R3).....	119
5.3.4	Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Décapris (R4).....	121
5.3.5	Le Gapeau à Signes (G1).....	122
5.4	Le Gapeau à Méounes (G2).....	124
5.4.1	Le Gapeau à Méounes : lieu-dit Pachoquin (G3).....	126
5.4.2	Le Gapeau à Belgentier (G4).....	128
5.4.3	Le Gapeau à Solliès-Toucas (G5).....	131
5.4.4	Le Gapeau à Solliès-Pont (G6).....	132
5.4.5	Le Gapeau à La Crau (G7).....	132
5.4.6	Le Gapeau à Hyères (G8).....	135
5.5	Synthèse des propositions de débit minimum biologique.....	136
5.5.1	Le Réal Martin.....	137
5.5.2	Le Gapeau.....	137
PARTIE 5 Premières réflexions sur les volumes maximum prélevables.....		139

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Présentation des contextes morphologiques.....	13
Figure 2 : État des eaux - Gapeau à Belgentier.....	14
Figure 3 : État des eaux - Gapeau à Hyères	15
Figure 4 : État des eaux – Réal Martin à Pierrefeu du Var	16
Figure 5 : Présentation des contextes piscicoles	21
Figure 6 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle moyenne (obtenue sur 30 ans) et de la pluviométrie mensuelle de l'année hydrologique (Oct 06 – Sept 07) à Toulon et à Hyères.	36
Figure 7 : Débits mensuels mesurés sur le Réal Martin à la Crau	37
Figure 8 : Débits mensuels mesurés sur le Gapeau à Solliès Pont	38
Figure 9 : Débits mensuels mesurés sur le Gapeau à Hyères	38
Figure 10 : Débits journaliers enregistrés aux stations DIREN pendant les campagnes de mesure	41
Figure 11 : Débit moyen mensuel des 3 stations Diren, enregistré depuis plus de 40 ans.	55
Figure 12 : Débit moyen mensuel d'étiage des 3 stations Diren, enregistré depuis plus de 40 ans.	56
Figure 13 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d'étiage sur le Réal Martin à la Crau	58
Figure 14 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d'étiage sur le Gapeau à Solliès Pont	58
Figure 15 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d'étiage sur le Gapeau à Hyères	59
Figure 16: Évolution récente des débits d'étiage sur le Réal Martin à la Crau	60

Figure 17 : Évolution récente des débits d'étiage sur le Gapeau à Solliès Pont.....	60
Figure 18: Évolution récente des débits d'étiage sur le Gapeau à Hyères.....	61
Figure 19 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Gapeau– résultats des campagnes d'aout et septembre 2007	68
Figure 20 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Réal– résultats des campagnes d'aout et septembre 2007	69
Figure 21 : QMNA5 spécifiques à chaque extrémité de tronçon homogène.....	72
Figure 22 : QMNA5 spécifiques en fonction de la superficie du bassin versant.....	73
Figure 23 : QMNA5 naturel reconstitué sur le Réal.....	75
Figure 24 : QMNA5 naturel reconstitué sur le Gapeau	75
Figure 25 : Proposition de points de contrôle complémentaires des niveaux de nappe	81
Figure 26 : Présentation des tronçons homogènes piscicoles	90
Figure 27 : Localisation des jaugeages, des contextes piscicoles et morphologiques et proposition des stations Estimhab.....	98
Figure 28 : Distribution spatiale de la composition des peuplements piscicoles.....	101
Figure 29 : Principe de définition du débit minimum biologique à partir des courbes EstimHab	103
Figure 30 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R1).....	107
Figure 31 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R2).....	107
Figure 32 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R3).....	108
Figure 33 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R4).....	108
Figure 34 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G1).....	109
Figure 35 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G2).....	110
Figure 36 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G3).....	110

Figure 37 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G4).....	111
Figure 38 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G5).....	112
Figure 39 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G6).....	112
Figure 40 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G7).....	113
Figure 41 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G8).....	114
Figure 42 : Simulations par espèce (station R1).....	116
Figure 43 : Simulations par guildes (station R1).....	117
Figure 44 : Simulations espèce (station R2).....	118
Figure 45 : Simulations par guildes (station R2).....	119
Figure 46 : Simulations par espèce (station R3).....	120
Figure 47 : Simulations par guildes (station R3).....	121
Figure 48 : Simulations par espèce (station G1).....	123
Figure 49 : Simulations par guildes (station G1).....	124
Figure 50 : Simulations par espèce (station G2).....	125
Figure 51 : Simulations par guildes (station G2).....	126
Figure 52 : Simulations par espèce (station G3).....	127
Figure 53 : Simulations par guildes (station G3).....	128
Figure 54 : Simulations par espèce (station G4).....	130
Figure 55 : Simulations par guildes (station G4).....	131
Figure 56 : Simulations par espèces (station G7).....	134
Figure 57 : Simulations par guildes (station G7).....	135

CARTES

Carte 1 : Localisation du bassin versant et des sous-bassins versants du Gapeau.....	3
Carte 2 : Carte géologique	6
Carte 3 : Synthèse des relations nappe-rivière.....	10
Carte 4 : Recensement des prélèvements – débits estimées ou mesurés	46
Carte 5 : Localisation des points de calcul des DNR et des stations ESTIMHAB au sein du bassin versant du Gapeau	3-64
Carte 6 : Présentation des débits naturels reconstitués	76

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des sous-bassins versants	2
Tableau 2 : Contextes morphologiques	11
Tableau 3 : Impacts des prélèvements sur le contexte piscicole.....	22
Tableau 4 : Critères d’analyses de l’évolution de la situation – Source : Plan d’action sécheresse du Var.....	25
Tableau 5 : Débits de références pour le département du Var –Source : Plan d’action sécheresse du Car 2008.....	26
Tableau 6 : Mesures de limitation pour les canaux	26
Tableau 7 : Liste des arrêtés sécheresse par année entre 2002 et 2009 sur le bassin versant du Gapeau.....	27
Tableau 8 : Périodes couvertes par les arrêtés sécheresse entre 2002 et 2009 sur le bassin versant du Gapeau.....	28
Tableau 9 : Recensement des prélèvements AEP au sein du bassin versant	31
Tableau 10 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle moyenne (obtenue sur 30 ans) et de la pluviométrie mensuelle de l’année hydrologique 01/10/06-30/09/07 à Toulon et à Hyères.....	35
Tableau 11 : Bilan des campagnes de mesures des prélèvements	44
Tableau 12 : Apports du canal de Provence en 2006.....	49

Tableau 13 : Recensement des rejets des stations d'épuration	50
Tableau 14 : Recensements des besoins / problèmes identifiés auprès des irrigants	52
Tableau 15: Caractéristiques des stations hydrométriques DIREN.....	54
Tableau 16 : Débit de référence (en l/s) des stations hydrométriques situées sur le BV du Gapeau, d'après les données fournies par la Banque Hydro.	57
Tableau 17 : Superficies des sous-bassins-versants considérés pour le calcul des DNR	63
Tableau 18 : Synthèse des restitutions d'eau en surface et en profondeur par l'irrigation gravitaire.....	66
Tableau 19 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Gapeau et du Réal– résultats des campagnes d'aout et septembre 2007	68
Tableau 20 : QMNA5 naturels reconstitués aux stations	70
Tableau 21 : Calcul des QMNA5 spécifiques à chaque point de jaugeage	71
Tableau 22 : Calcul des QMNA5 spécifiques à chaque extrémité de tronçon homogène	72
Tableau 23 : QMNA5 naturels reconstitués à chaque extrémité de tronçon homogène	74
Tableau 24 : Gamme de simulation générale.....	86
Tableau 25 : Gamme de simulation par guildes et pour les espèces Saumon Atlantique et Ombre.....	86
Tableau 26 : Récapitulatif des entrées utilisées dans les modélisations	104
Tableau 27 : Longueurs des stations réalisées	105
Tableau 28 : Synthèse des propositions pour chaque tronçon	136
Tableau 29 : Premières définitions des débits prélevables par tronçon	140

INTRODUCTION

Mission initiale de SAFEGE

SAFEGE a débuté en juin 2007 une étude de définition du fonctionnement du Gapeau à l'étiage.

Cette étude menée pour le compte du Syndicat Mixte du Bassin Versant du Gapeau s'inscrit dans une démarche de mise en place d'un SAGE.

Elle vient à la suite de plusieurs études visant à caractériser le bassin versant découlant de « l'étude de définition » réalisée en 2002-2003 :

- étude de la ripisylve (1997),
- étude de la qualité du milieu (2004-2005)
- étude sur la gestion hydraulique (en cours).

Cette étude avait pour but d'alimenter la réflexion de la CLE sur le volet quantitatif du SDAGE. Elle était prévue en deux phases :

- phase 1 : amélioration des connaissances à l'étiage : bilan hydrique et cartographie
- phase 2 : propositions pour une gestion intégrée visant à obtenir un bon état écologique

Le rapport de phase 1 a été remis et présenté au comité de pilotage le 13/11/2007.

Ce rapport de phase 1 est basé sur une approche bibliographique, des campagnes de terrain et des entretiens avec les irrigants.

Il a permis in fine de reconstituer en plusieurs points du bassin versant le débit naturel d'étiage pour une année hydrologique 2007 particulièrement sèche.

Suite à cette présentation, une suspension de marché a été mise en œuvre en raison des élections municipales et de la modification des membres du Syndicat.

Modification de la mission en lien avec les études Volumes Maximum Prélevables.

Depuis le démarrage de cette étude le contexte réglementaire de la gestion quantitative des déficits en eau a profondément évolué dans le cadre du nouveau SDAGE qui traduit les objectifs de la directive Cadre sur l'Eau.

La circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation fixe pour les bassins en déficit quantitatif défini par le SDAGE dont le bassin versant du Gapeau un objectif de mise en cohérence des autorisations de prélèvement et des volumes prélevables au plus tard fin 2014.

De plus, le bassin versant du Gapeau étant considéré comme une zone de répartition des eaux (ZRE), il nécessite la constitution d'un organisme unique regroupant les irrigants sur un périmètre adapté et répartissant les volumes d'eau d'irrigation.

La première étape de cette démarche est la détermination des volumes maximum prélevables.

Le syndicat du Gapeau en accord avec l'Agence de l'eau a donc demandé à SAFEGE :

- De remettre en forme et de compléter le rapport de phase 1 afin qu'il réponde au mieux aux exigences du cahier des charges « Volumes Maximum Prélevables » pour les phases 1 à 3.
- De mettre en œuvre la phase 4 concernant la définition des débits minimum biologiques.

Le présent rapport présente donc les résultats des phases 1 à 4 du cahier des charges volumes prélevables de l'agence de l'Eau.

A noter que ce rapport est une première version, dont les conclusions sont à présenter et valider avec l'ONEMA, la DDTM et l'Agence de l'Eau, avant diffusion.

PARTIE 1

CARACTÉRISATION DES SOUS BASSINS ET AQUIFÈRES ET RECUEIL DE DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

1

Caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant du Gapeau couvre une superficie totale de l'ordre de 550 km², entièrement inscrite dans le département du Var.

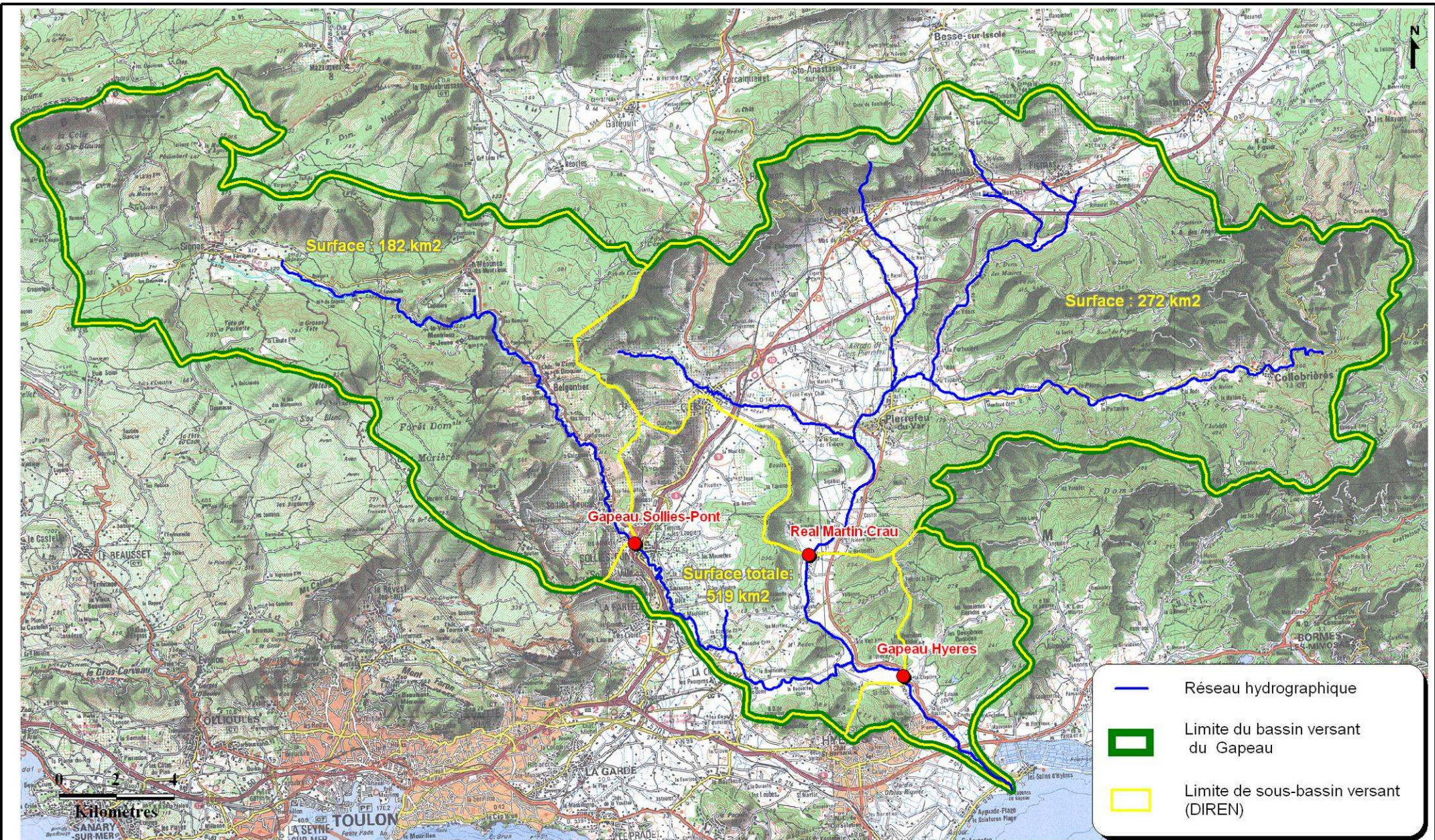
Ce bassin versant est drainé par deux cours d'eau principaux :

- Dans la partie Ouest, le **Gapeau** s'écoule vers le Sud-Est, depuis l'extrémité orientale du massif de la Sainte-Baume jusqu'à son exutoire situé aux Salins d'Hyères ;
- La partie Est du bassin versant est drainée par le **Réal** (Réal Collobrières puis Réal Martin), qui s'écoule vers le Sud-Ouest, depuis la bordure occidentale du massif des Maures, jusqu'à la confluence avec le Gapeau, à l'aval de la Crau.

Les caractéristiques physiques de ces cours d'eau et de leurs bassins versants sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques des sous-bassins versants

Cours d'eau	Réal (Collobrières puis Martin)	Gapeau confluence Réal	Gapeau avant avec le Réal	Gapeau (à l'exutoire aux salins d'Hyères)
Superficie du bassin versant drainé	292 km ²	231 km ²		547 km ²
Longueur du cours d'eau	30 km	34 km		42 km
Altitude du point haut	190 m NGF	320 m NGF		320 m NGF
Altitude du point bas	20 m NGF	20 m NGF		0 m NGF
Pente moyenne du cours d'eau	6 ‰	9 ‰		8 ‰



_bilanS32S38_carte1_sous_BV.WOR - AS - Octobre 2007

**Bilan du fonctionnement du Gapeau à l'étiage
- Rapport de synthèse de la phase 1 -**

Localisation du bassin versant et des sous-bassins versants du Gapeau

Echelle :
1/175 000 ème

Source :
Scan100 IGN, DIREN



**Carte
1**

2

Contexte géologique

Le bassin Gapeau et ses affluents appartiennent à des unités géologiques différentes.

Au nord et au nord ouest, le Gapeau s'écoule sur les massifs de la Sainte-Baume, de Montrieux, du Pilon Saint-Clément, constitué par l'ensemble du Crétacé et du Jurassique.

Au sud-est, le bassin versant du Gapeau est constitué par les formations cristallophylliennes appartenant au massif des Maures.

Au centre du bassin versant, s'étend une vaste zone de remplissage de dépôts alluvionnaires. Les alluvions se prolongent vers le sud dans la vallée étroite du Gapeau, ainsi que vers le sud-ouest, hors du bassin versant du Gapeau, en direction d'Hyères.

2.1 Le secteur nord - nord ouest du bassin versant du Gapeau

2.1.1 Le massif de la Sainte-Baume

La Saint-Baume est composée de formations du Crétacé et du Jurassique qui ont subi plusieurs phases de plissement, au Maestrichtien et à l'Eocène. On retrouve également des chevauchements associés à des nappes de charriage liés à un décollement sur les formations du Trias. Le Trias apparaît dans la vallée du Gapeau, au droit de Signe.

Ce complexe est principalement composé de formations marneuses et calcaires. Ces formations fissurées et karstifiées constituent un aquifère important, alimenté par les pluies s'abattant sur les reliefs.

2.1.2 Le massif de Montrieux

Situé à l'ouest de la vallée du Gapeau, ce massif est constitué des formations du Jurassique à dominance calcaire.

Ces formations, fissurées et karstifiées constituent un aquifère important.

2.1.3 Le massif du Pilon Saint-Clément et collines de Rocabaron

Ce massif est situé entre Belgentier et Néoules et se poursuit vers l'Est par des collines. Ces unités sont ceinturées en périphérie par des formations du permien et du Trias et surmontées de formation du Jurassique supérieur.

Ces formations, composées majoritairement de calcaires, sont aquifères.

2.2 Le secteur sud est du bassin versant du Gapeau

Ce secteur constitue l'extrémité ouest du massif des Maures. Composé de roches cristallophylliennes et principalement métamorphiques. Ce massif est fracturé et recoupé par quelques vallées.

Ces formations sont des gneiss et des phyllades en majorité. Sur l'extrémité est du bassin versant, on retrouve des amphibolites et des migmatites.

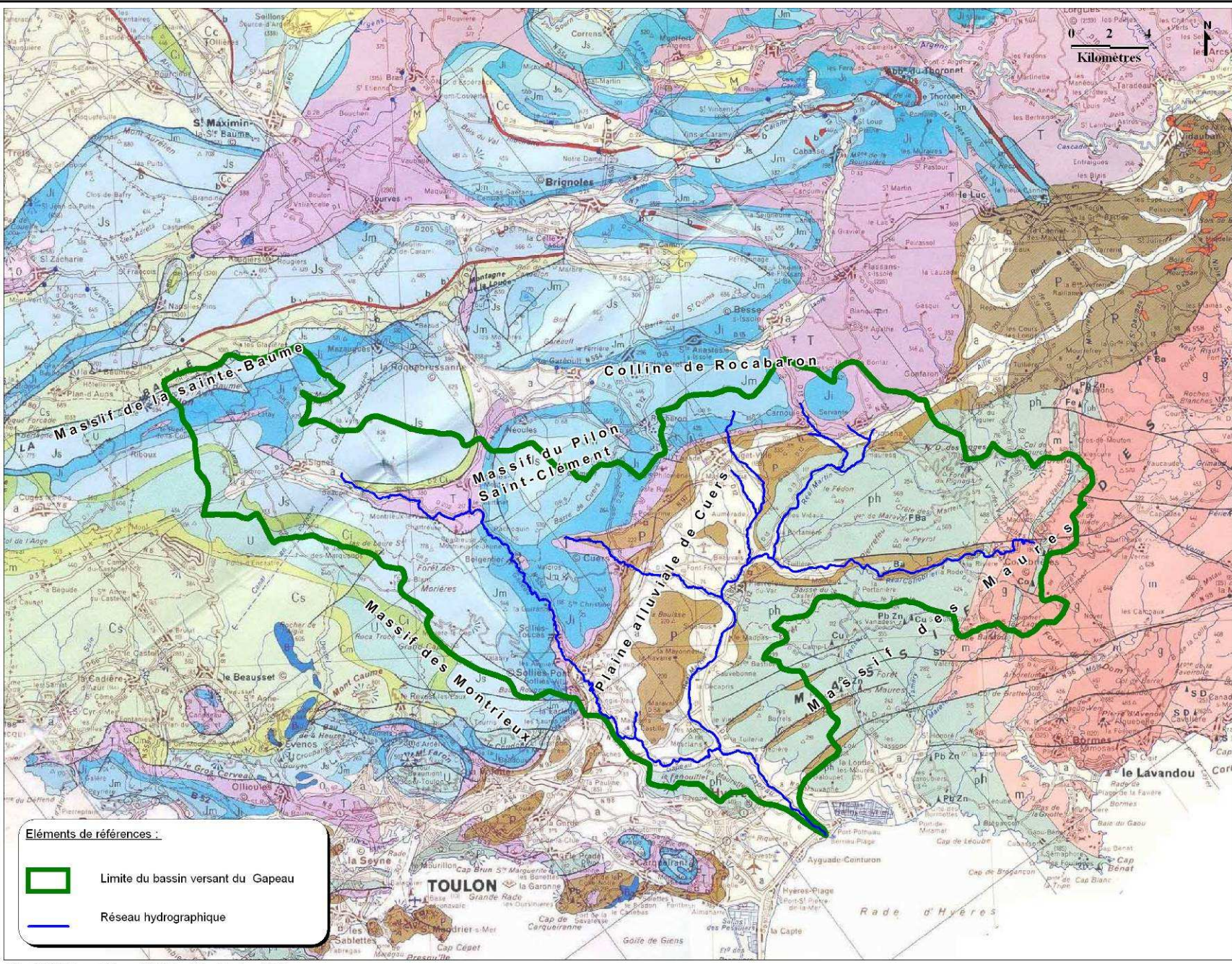
Ces formations ne présentent qu'une perméabilité de fracturation et peuvent être aquifères dans le niveau superficiel d'altération ; elles ne présentent qu'une capacité aquifère faible.

On notera la présence de quelques alluvions en fond de vallée et la présence de grès du permien. Ces formations présentent une perméabilité plus importante et sont potentiellement plus aquifères. Toutefois, ces niveaux sont peu développés.

2.3 Le secteur central du bassin versant du Gapeau

La partie centrale du bassin versant du Gapeau est constituée d'un ensemble de dépôts alluviaux, parcouru par le Réal et ses affluents, avant la confluence avec le Gapeau. Ces alluvions, en général peu épaisses, sont bordées par les grès du permien.

Les dépôts alluviaux de ce secteur sont aquifères et sont drainés par les cours d'eau.



ROCHES SEDIMENTAIRES	
a	Alluvions marines ou de rivières récentes
t	Dépôts calcaires d'eau douce (travertins, tufs)
- 2 M.A.	
M - PI	Argiles bleues, poudingues
M	Calcaires, grès calcaires, sables et marnes
- 26 M.A.	
O	Conglomérats, grès, calcaires, marnes, argiles rouges et gypse
- 38 M.A.	
Ec	Argiles rutilantes et calcaires lacustres
Em	Calcaires et marnes
- 65 M.A.	
Cc	Conglomérats, argiles rouges, grès, calcaires, marnes et lignite
Cs	Calcaires, grès et marnes
- 90 M.A.	
b	Bauxite
Cm	Marnes et calcaires
- 110 M.A.	
U	Calcaires blancs massifs
Ci	Calcaires, calcaires argileux, marnes
- 140 M.A.	
Js	Calcaires et marnes
- 160 M.A.	
Jm	Calcaires et calcaires argileux
- 175 M.A.	
Ji	Calcaires, dolomies et marnes
- 195 M.A.	
T	Argiles rouges, gypse, dolomies, calcaires conglomérats et grès
- 225 M.A.	
p	Conglomérats, grès et schistes rouges
- 280 M.A.	
H	Schistes noirs, conglomérats, grès charbon
- 340 M.A.	
ROCHES MÉTAMORPHIQUES (plus de 340 M.A.)	
ph	Phyllades
m	Micaschistes
g	Gneiss
ROCHES ÉRUPTIVES	
B	Basaltes
R	Rhyolites amarantes de l'Estérel
V	Autres roches volcaniques
G	Granités
D	Diorites

M.A. - Age en millions d'années
 N.B. - Les termes géologiques sont définis dans le texte

bilanS32S38_carte2_geol.WOR - AS - Octobre 2007

Bilan du fonctionnement du Gapeau à l'étiage - Rapport de synthèse de la phase 1

Carte géologique

Echelle : 1/200 000 ème

Source : BRGM 83, Safege



Carte 2

3

Contexte hydrogéologique

Le bassin versant du Gapeau peut-être décomposé en trois ensembles aquifères :

- ✓ L'ensemble du nord-nord-ouest constitué par les formations calcaires fissurées et karstifiées ;
- ✓ L'ensemble cristallophyllien situé dans la partie sud-est du bassin ;
- ✓ Les formations alluviales.

Il est à noter la présence des grès du permien qui forment un aquifère peu connu,

3.1 Les aquifères karstiques

Constituant une surface de plus de 240 km², l'ensemble des formations calcaires représentent un peu moins de la surface du bassin versant du Gapeau. Ces aquifères sont plus ou moins karstifiés suivant la nature de la formation.

Les formations calcaires constituent un aquifère important, alimenté par les pluies reçues sur les massifs bordant le bassin versant du Gapeau. Les aires d'alimentation de ces nappes sont difficilement identifiables. Leurs limites peuvent se situer au delà de la bordure du bassin versant topographique du Gapeau. Cependant en première approche les données de relations prouvées laissent penser que l'écart est dans l'ensemble faible.

Ces nappes sont drainées par le Gapeau ou ses affluents. Elles trouvent leurs exutoires au droit de sources ou directement dans le lit du cours d'eau.

3.2 Les aquifères cristallophylliens

Ces formations sont constituées de roches ne disposant de perméabilité intrinsèque. Les capacités aquifères sont formées uniquement par la fracturation et les niveaux altérés superficiels.

Les nappes contenues dans ces formations sont de petite dimension et constituent un faible réservoir. Les pluies tombant sur ces massifs sont principalement restituées sous la forme de ruissellement. Le stockage dans le réservoir aquifère est faible.

Les aquifères cristallophylliens alimentent peu les cours d'eau superficiels. Ces réservoirs se tarissent rapidement en période sèche. Ce secteur du bassin versant est principalement parcouru par des vallons non pérennes (exemple : Le Réal Collobrier). Le réseau hydrographique est moins dense et les sources moins nombreuses.

3.3 Les aquifères alluviaux

Les aquifères alluviaux sont ici essentiellement constitués de deux types de formations :

- ✓ Les alluvions d'accompagnement des cours d'eau :

En général peu développées, ces alluvions sont pour l'essentiel alimentées par le cours d'eau et pour une plus faible partie par les apports de versant.

Dans la partie nord-nord-ouest, les alluvions sont très peu développées et sont probablement bien alimentées par les formations calcaires karstifiées.

Dans le secteur sud-est, les alluvions sont peu développées également. L'alimentation par les formations encaissantes est faible. Les cours d'eau, non pérennes, ne permettent pas un maintien de ces nappes.

A l'aval du bassin versant du Gapeau, le cours d'eau s'écoule dans une vallée avant de déboucher sur la plaine côtière. Dans cette vallée encaissée dans des formations cristallines, le Gapeau s'écoule dans des formations alluviales présentant une puissance supérieure à dix mètres. La nappe alluviale est ici alimentée par le Gapeau et la continuité de la nappe à l'amont, les roches encaissantes peu perméables n'apportant pas de débit significatif à l'étiage.

- ✓ La plaine alluviale située au centre du bassin versant

Cette plaine alluviale est composée de dépôts alluvionnaires d'une épaisseur très variable et dans l'ensemble relativement réduite. L'alimentation de la nappe alluviale est assurée par son propre impluvium, les alimentations latérales par les versants et les échanges avec les cours d'eau.

Les formations gréseuses du Permien sont aquifères et peuvent alimenter la nappe alluviale.

Cette nappe s'écoule en direction du sud-ouest. Une partie de l'écoulement se poursuit vers le sud dans la nappe alluviale du Gapeau, et une autre partie s'écoule en dehors du bassin versant, vers le sud-ouest en passant par la Crau.

En étiage, l'alimentation de cette nappe est assurée par la rivière et les apports latéraux nord (formation calcaires).

3.4 Synthèse sur les relations potentielles nappe-rivière en période d'étiage

En période d'étiage, les écoulements du Gapeau et de ses affluents sont assurés par l'alimentation provenant des nappes du bassin versant.

La recharge de ces nappes est assurée par les pluies tombant sur le bassin versant et les massifs avoisinants.

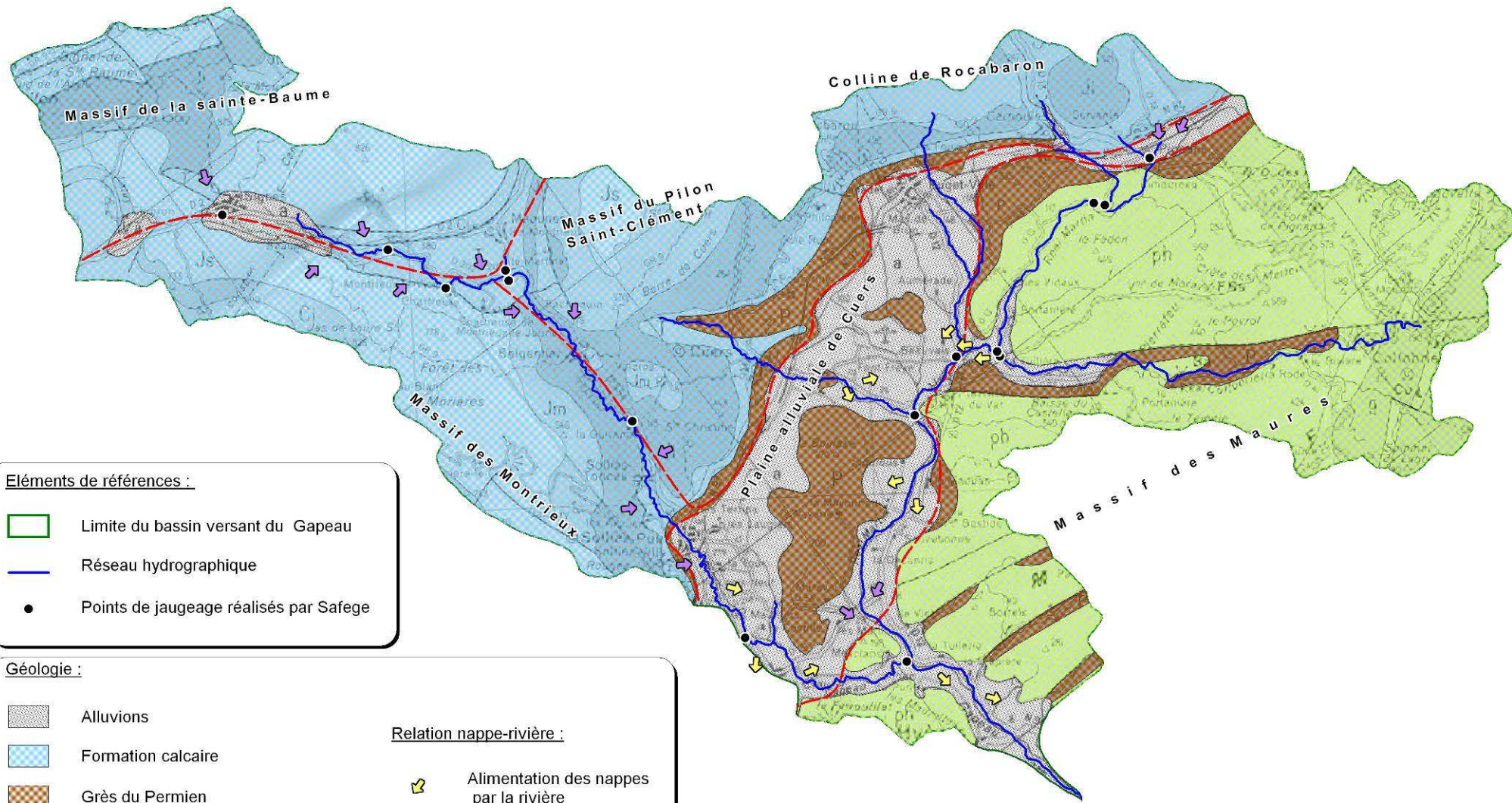
La quasi totalité de l'alimentation du Gapeau est assurée par les aquifères calcaires situés au nord et au nord ouest du bassin versant. Cette alimentation se fait au travers des sources situées sur le versant ou en fond de vallée et par les apports directs dans le lit du cours d'eau.

Les roches cristallophylliennes du massif des Maures ne présentent pas d'aquifère productif en période d'étiage.

Les formations gréseuses du permien peuvent constituer une alimentation en période d'étiage, non quantifiable mais attendu faible.

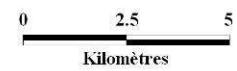
Les formations alluviales sont alimentées en grande partie par les cours d'eau en période d'étiage. Elles ne participent donc pas, de manière globale, au soutien de l'étiage du Gapeau.

La carte suivante représente une estimation des apports d'eaux souterraines au Gapeau et ses affluents. Cette carte a été établie sur la base des connaissances géologiques et sur les résultats des investigations de terrain.



- Éléments de références :**
- Limite du bassin versant du Gapeau
 - Réseau hydrographique
 - Points de jaugeage réalisés par Safège

- Géologie :**
- Alluvions
 - Formation calcaire
 - Grès du Permien
 - Roches cristallophyllennes
 - Limites structurales
- Relation nappe-rivière :**
- Alimentation des nappes par la rivière
 - Alimentation de la rivière par les nappes



bilanS32S38_carte3_relation_nappe_riviere.WOR - AS - Octobre 2007

Bilan du fonctionnement du Gapeau à l'étiage - Rapport de synthèse de la phase 1

Synthèse des relations nappe-rivière

Echelle :
1/125 000 ème

Source : BRGM 83,
Safège



Carte
3

4

Milieux aquatiques

Ces éléments constituent la base pour le choix de l'implantation des stations d'étude du débit minimum biologique présenté en partie 4.

4.1 Contexte morphologique

Le découpage en tronçons homogènes a été principalement établi sur la base de la pente moyenne des tronçons.

On distingue donc : 4 tronçons sur le Gapeau, 2 tronçons sur le Réal Martin, 1 seul tronçon sur le Réal Collobrier.

Tableau 2 : Contextes morphologiques

Cours d'eau	Localisation	Description	Pente moyenne en %
Gapeau Plaine de Signe	Des Sources au moulin du Gapeau.	Zone peu encaissée	0.5
Gapeau Gorges amont	Du moulin du Gapeau aux « Trois ponts » (nord de Belgentier).	Gorges encaissées. Nombreux radiers.	1.6
Gapeau Gorges aval	Des « Trois ponts » (nord de Belgentier) au Sud de Solliès-Toucas.	Gorges assez encaissées. Nombreux radiers	0.7
Gapeau Plaine alluviale	Du Sud de Solliès-Toucas au barrage antisel.	Plaine alluviale.	0.06
Real	Entre les sources de Pignans/Carnoules et la	Gorges assez	1.65

Martin Gorges	confluence avec le Réal Collobrier	encaissées	
Real Martin Plaine	De la confluence avec le Réal Collobrier et la confluence avec le Gapeau	Plaine alluviale	0.35
Réal Collobrier	De la source jusqu'à la confluence avec le Réal Martin	Gorges peu à assez encaissées	0.74

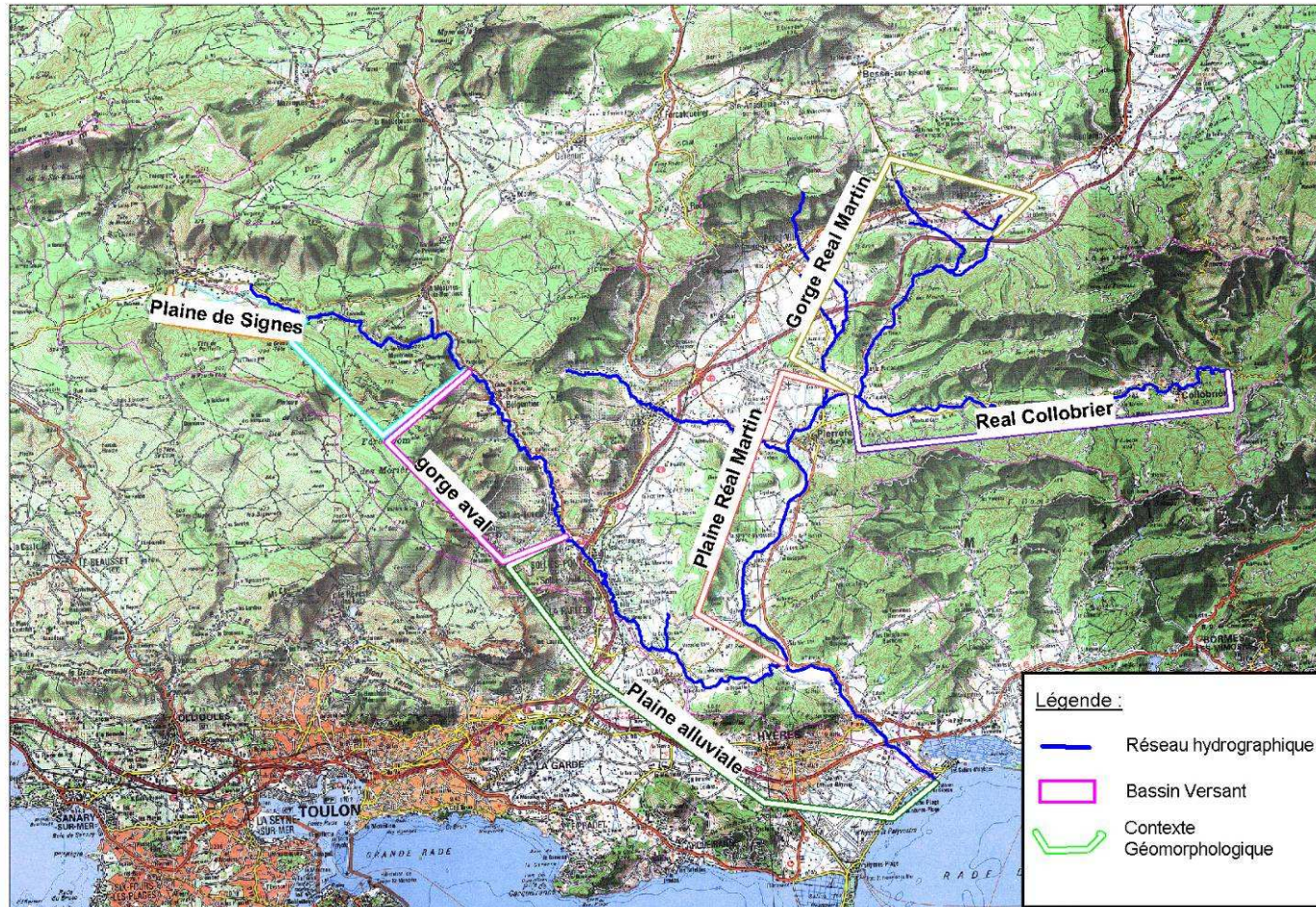


Figure 1 : Présentation des contextes morphologiques

4.2 Qualité des eaux

Le Gapeau est suivi à Belgentier (06300092) et à Hyères (06202000) dans le cadre du réseau du Programme de surveillance de la DCE.

Les fiches de synthèse sont présentées ci-dessous :

On note une évolution très importante de la qualité des eaux de l'amont à l'aval. A Belgentier, dans les gorges, le Bon État écologique et Chimique est atteint chaque année depuis 2005.

A Hyères, les impacts des traversées des agglomérations qui se succèdent depuis la sortie des gorges jusqu'à la mer se font sentir. La nature des polluants traduit une pollution à dominante assainissement.

Années	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Salinité	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Poissons	Hydromorphologie	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
2009	TB	n.p.	B	B	?	a.d.	TB	B	exc.	a.d.	B		a.d.
2008	B	n.p.	B	B	?	B	B	B	a.d.	a.d.	B		B
2007	B	n.p.	B	B	?	B	B	B	exc.	a.d.	B		B
2006	B	n.p.	B	B	?	B	TB	TB	exc.	a.d.	B		B
2005	B	n.p.	TB	TB	?	a.d.	TB	B	exc.	a.d.	B		a.d.

Figure 2 : État des eaux - Gapeau à Belgentier

État des eaux de la station

Années	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Salinité	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Poissons	Hydromorphologie	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
2009	B	n.p.	MÉD	B	?	B	a.d.	MOY	a.d.	a.d.	MOY		MAUV
2008	MOY	n.p.	MAUV	TB	?	B	B	MÉD	B	a.d.	MÉD		B
2007	MÉD	n.p.	MAUV	B	?	B	MOY	MOY	a.d.	a.d.	MOY		B
2006	MAUV	n.p.	MAUV	TB	?	B	B	MAUV	a.d.	a.d.	MAUV		B
2005	MÉD	n.p.	MAUV	TB	?	B	a.d.	MAUV	a.d.	a.d.	MAUV		B

Légende

État écologique

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

État chimique

B	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
?	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

Impression de la page : Pour une impression correcte des cases de couleur sous Internet Explorer, vous devez cocher l'option "Imprimer les couleurs et les images d'arrière plan" (Menu : "Outils" > "Options Internet..." > onglet : "Avancé" > ca à cocher "Impression en cours").

Figure 3 : État des eaux - Gapeau à Hyères

Le réal Martin était suivi jusqu'en 2005 à Pierrefeu du Var (06201000) dans le cadre de l'ancien réseau complémentaire de Bassin.

La dernière donnée disponible date de 2005.

Elle indique un état écologique moyen dû à la présence de nutriment. Cette présence en excès de nutriment était due aux rejets d'assainissement et notamment à celui de la STEP de Carnoule présentant à cette époque de forts dysfonctionnements.

Années	Bilan de l'oxygène	Température	Ilutriments	Acidification	Salinité	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Poissons	Hydromorphologie	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
2005	B	n.p.	MED	B	?	a.d.	a.d.	MOY	a.d.	a.d.	MOY		a.d.

Figure 4 : État des eaux – Réal Martin à Pierrefeu du Var

4.3 Continuité écologique

De l'amont vers l'aval, on recense plus de 26 ouvrages infranchissables sur le Gapeau :

- écluse de Beaupré (0,7m)
- seuil du Rayol (1,5m)
- gué de Montrieux le Vieux
- seuil du Grand Bosquet
- seuil de Lantier (3m)
- seuil de l'Escalier (2,5m)
- seuil du Tobbogan (9m)
- seuil Belgentier (2,5m)
- seuil de la Rouvière (3m)
- seuil Gery (5m)
- seuil Viallon (1,5m)
- seuil Guiranne (4m)
- seuil Mastre (5m)
- écluse du pont (2m)
- seuil des Messieurs (5m)
- seuil Capellan (1,5m)

- seuil St Victor (1,5m)
- seuil des Sauvans (2m)
- seuil Bassinet (2m)
- seuil des Daix (5m)
- seuil de Flayosque (4m)
- seuil Jean Natte (5m)
- seuil Notre Dame (4m)
- seuil la Roquette (1m)
- la Clapière (3m)
- barrage antisel (1,7m)

Sur le Réal on recense également 13 ouvrages infranchissables.

Les ruptures de la continuité piscicole constituent une limite majeure à la qualité écologique des milieux.

4.4 Zones humides

La consultation de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) n'a pas signalé la présence de zones humides répertoriées sur les bords du Gapeau ou du Réal.

On peut noter que la morphologie du Gapeau et Réal Martin sont assez peu favorables à l'existence de zones humides : pentes assez importantes sur les cours médian et amont et contexte très urbanisé à l'aval.

4.5 Peuplements piscicoles

4.5.1 Sources de données

Les organismes suivants ont été consultés :

- L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, qui nous a transmis les extraits du Plan Départemental de Protection du Milieu Aquatique et de Gestion des Ressources Piscicoles, concernant le Gapeau et le Réal Martin (voir annexe) ;
- La Fédération du Var pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique et les Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques.

4.5.2 Contexte piscicole

Les deux cours d'eau présentent des différences notables :

- Du fait de contraintes naturelles liées à la géologie, le **Réal Martin** ne semble pas offrir de conditions originelles favorables pour la truite.

En rive gauche, la nature imperméable du substrat cristallophyllien du Réal et des affluents limite les échanges avec la nappe d'accompagnement, et engendre des débits d'étiage très sévères.

En rive droite, dans la partie amont, le substrat sédimentaire calcaire et les alluvions récentes sont responsables d'infiltrations importantes, également à l'origine de débits d'étiage très sévères, limitant le potentiel halieutique « naturel ».

- Concernant le **Gapeau**, la nature géologique du bassin versant (calcaires aquifères) génère des débits d'étiage plus soutenus, ce qui augmente le potentiel halieutique « naturel » du contexte.

Ainsi, le Réal Martin et le Réal Collobrier forment un seul contexte alors que le Gapeau est découpé en trois contextes :

- **Le Gapeau (II01SP),**

- Des sources au seuil des Capellans et des sources du Latay et du Naï à la confluence avec le Gapeau.
- *Domaine* : Salmonicole
- *Espèce repère* : Truite
- *Peuplement piscicole théorique* : TRF, VAI, LOF, BAM
- *Abondance du Peuplement piscicole en place*:

<i>Peuplement</i>	<i>Forte</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>
Salmonidés		TRF	
Cyprinidés d'eau vive		BAM	VAI, BLN
Cyprinidés d'eau calme			
Carnassier			
Autres			ANG

- **Gapeau médian (II02iP),**

- Du seuil des Capellans au barrage de Jean Natte.
- *Domaine* : Intermédiaire
- *Espèce repère* : Cyprinidés d'eaux vives
- *Peuplement piscicole théorique* : (TRF), BAM, BLN, LOF, (OBR), EPI, CHE, (LPP), GOU
- *Peuplement piscicole en place* :

<i>Peuplement</i>	<i>Peuplement piscicole en place</i>
Salmonidés	(TRF)
Cyprinidés d'eau vive	CHE, BAM, BLN, VAI
Cyprinidés d'eau calme	GAR, CCO, CMI, CCU
Carnassier	PER, BRO
Autres	ANG

- **Le Bas Gapeau (II03CD),**

- Du seuil Jean Natte au barrage antisel.
- *Domaine* : Cyprinicole
- *Espèce repère* : Brochet
- *Peuplement piscicole théorique* : LOF, EPI, BLN, CHE, GOU, BLE, GAR, CCO, BRO, PER
- *Peuplement piscicole en place* :

Salmonidés	(TRF)
Cyprinidés d'eau vive	BAM, BLN, CHE, GOU, VAI
Cyprinidés d'eau calme	BRE, BRB, CCO, GAR
Carnassier	BBG, SAN, PER
Autres	BLE, MGL, MUC, MUD

- **Le Réal Martin et le Réal Collobrier (II04iP),**

- Des sources à la confluence avec le Réal Martin et de la source du Réal Martin à la confluence avec le Gapeau.
- *Domaine* : Intermédiaire
- *Espèce repère* : Cyprinidés d'eaux vives
- *Peuplement piscicole théorique* : TRF, VAI, BAM, BLN, (CHE), GOU
- *Les peuplements piscicoles en place* :

<i>Peuplement</i>	<i>Forte</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Faible</i>
Salmonidés			TRF
Cyprinidés d'eau vive		BAM, BLN	VAI, CHE
Cyprinidés d'eau calme			GAR
Carnassier			
Autres		ANG, APP	

Ces contextes sont cartographiés sur la figure suivante.

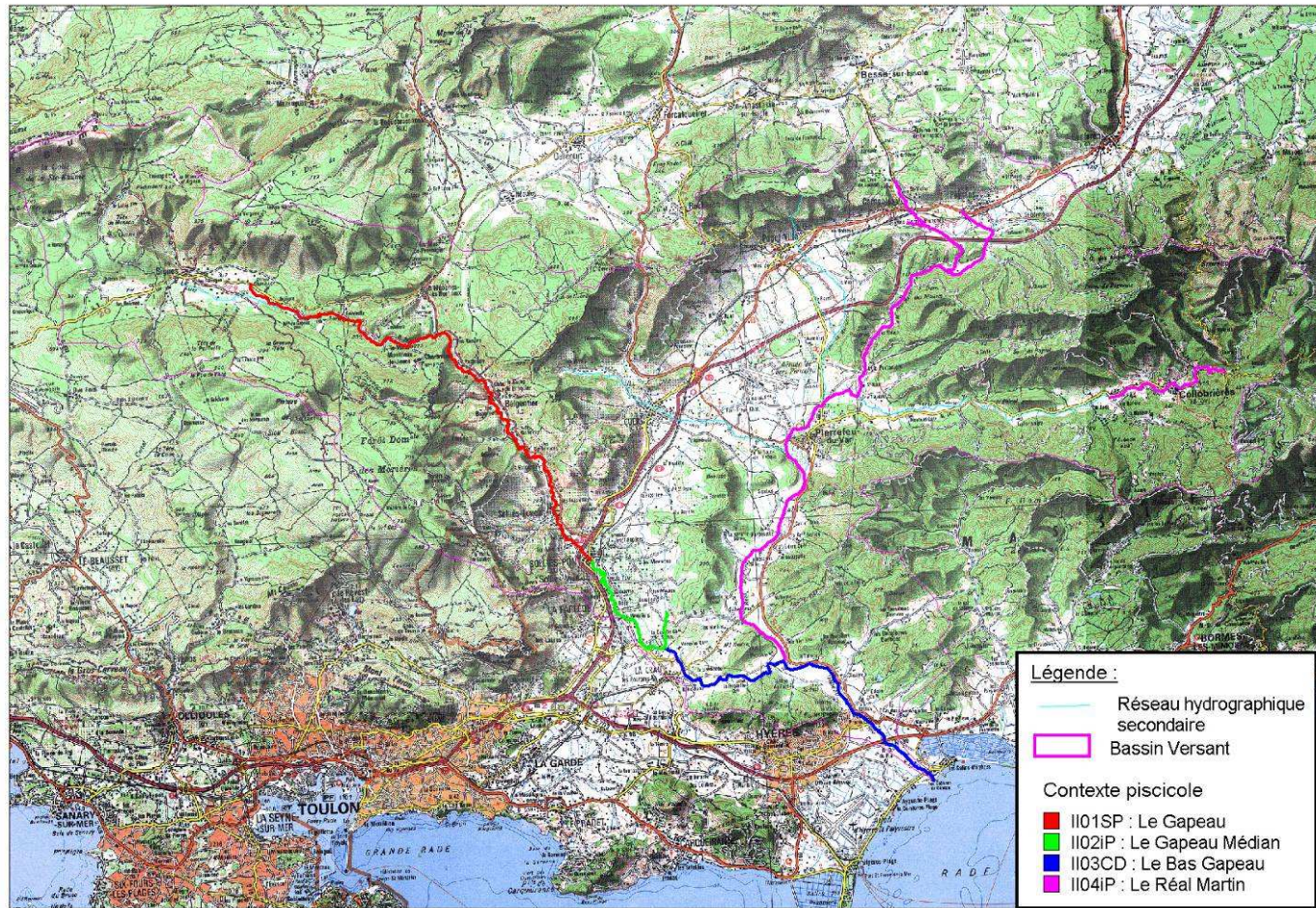


Figure 5 : Présentation des contextes piscicoles

4.5.3 Pêche

Deux associations agréées gèrent la pratique de la pêche sur le secteur. Au total, elles rassemblent environ **700 adhérents**.

4.5.4 Conclusion sur la qualité des milieux et des peuplements piscicoles

Le PDPG indique que si le Gapeau et Réal présentent un intérêt halieutique évident, ils sont tout deux perturbés par des facteurs anthropiques.

Le niveau de dégradation des milieux croit vers l'aval, la partie après la confluence étant considérée comme dégradée.

Tableau 3 : Impacts des prélèvements sur le contexte piscicole

Contexte	Réal Martin	Gapeau amont	Gapeau médian	Gapeau aval
État du contexte	Perturbé	Perturbé	Perturbé	Dégradé

Plusieurs facteurs sont à l'œuvre dans cette dégradation qu'il est difficile de hiérarchiser :

- La diminution des débits d'étiage liée aux prélèvements qui induit une réduction de la capacité d'accueil et exondation des surfaces de frayères par baisse de la hauteur d'eau et une limitation de la capacité d'auto-épuration.

La Fédération de Pêche souligne que sur le Gapeau, « *les captages dès la source et la multiplication des prélèvements en série qui dérivent l'eau du Gapeau sur l'ensemble du linéaire amont* » sont responsables d'une perte évaluée à « 600 truites fario capturables ». Sur le Gapeau aval, « *les prélèvements restent le principal facteur limitant, exposant les populations piscicoles à l'impact du rejet de la station de la Crau* »

L'ONEMA indique cependant l'absence d'assec sur les rivières du Gapeau et du Réal Martin.

D'autre part, lors des enquêtes auprès des AAPPMA, les usagers n'ont pas exprimé d'insatisfaction ou d'attente particulière quant à la gestion des étiages dans les cours d'eau.

- La présence de nombreux seuils infranchissables :
 - limitation de la circulation du poisson et de l'accès aux frayères amont, perturbation dans la dévalaison des populations piscicoles en période d'étiage
 - dépôt de MES et colmatage du fond à l'amont des seuils réchauffement des eaux à l'amont
- La qualité des eaux qui se dégradent fortement sur le Gapeau à son arrivée dans la plaine. Et qui pour le Réal est dégradée dès le cours amont par les rejets de l'assainissement.

5

Caractérisation des déséquilibres

5.1 Explication des niveaux d’alerte et des mesures de restriction

Arrêté cadre

Un arrêté cadre relatif à la gestion de crise en situation de sécheresse a pour objectif d’assurer une planification des mesures de limitations des prélèvements d’eau des différents usagers basée sur le franchissement de seuil de déclenchement fixé préalablement et suivi à partir de mesures sur le milieu aux points de référence prédéfinis (débit de cours d’eau, niveau piézométrique).

Trois seuils sont définis :

- un seuil de vigilance (niveau 0),
- un seuil d’alerte (niveau 1),
- un premier niveau de crise (niveau 2),
- un niveau de crise renforcé (niveau 3).

Ces arrêtés relèvent de la compétence du préfet ou de plusieurs préfets si la cohérence hydraulique par bassin versant ou par aquifère le justifie. Cet arrêté est pluriannuel - il ne s'applique qu'à travers les arrêtés annuels de limitation des usages d'eau (voir ci-dessous), lesquels y font référence.

Arrêté sécheresse

Un arrêté de limitation d’usage de l’eau, dit "arrêté sécheresse" pris annuellement, en une fois ou plusieurs fois de suite si nécessaire au cours de l’été, par le préfet en fonction du niveau de gravité de la sécheresse, déclenche des mesures de limitation des usages de l’eau dans une période de pénurie. Il fait référence à l’arrêté cadre et impose une gestion accrue des prélèvements en eau ainsi que la préservation des usages prioritaires que sont l’alimentation en l’eau potable des populations et les besoins nécessaires à assurer la sécurité des populations.

5.2 Historique sur le bassin versant du Gapeau

5.2.1 Source de données

Les informations sur l'historique des arrêtés sécheresse du bassin

<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/situation-hydrologique/infos-secheresse.php#docs>

5.2.2 Arrêté cadre et Plan sécheresse

Un premier arrêté cadre a été pris pour le Var le 3/06/2005.

Il est complété par le plan d'action sécheresse du 3 mars 2008 qui fixe pour le bassin versant du Gapeau (Zone C) les seuils réglementaires :

Le plan d'action définit les conditions dans lesquelles, la MISE sur la base du suivi des débits par les stations DIREN et du Réseau ROCCA (L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques a mis en place en 2004 un Réseau d'Observation de Crise des Assecs (ROCA)) définit les seuils de gestion de la sécheresse.

Tableau 4 : Critères d'analyses de l'évolution de la situation – Source : Plan d'action sécheresse du Var

Critères d'analyses de l'évolution de la situation	
Seuil de vigilance	<ul style="list-style-type: none"> - pluviométrie déficitaire sur une période de 6 mois (déficit supérieur à 30 % sur plusieurs secteurs) sur une partie du département, ou déficit de plus de 20% sur une période de plusieurs années consécutives - précocité d'apparition des assecs (indice ROCA).
Seuil d'alerte	<ul style="list-style-type: none"> - débit du cours d'eau inférieur pendant 7 jours au débit d'alerte sur une zone, - décroissance rapide du niveau des cours d'eau et précocité d'apparition des assecs supérieure à 2 mois (indice ROCA).
Seuil de crise	<ul style="list-style-type: none"> - débit du cours d'eau inférieur pendant 7 jours au débit de crise sur une zone, - décroissance de l'indice ROCA
Seuil de crise renforcée	<ul style="list-style-type: none"> - dégradation importante des débits d'étiage, - dégradation importante des niveaux des nappes,, - assecs exceptionnels des cours d'eau, - pénurie d'eau potable ...

Les débits de références pour le Gapeau (Zone C) sont définis par le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Débits de références pour le département du Var –Source : Plan d'action sécheresse du Car 2008.

Zone et secteur de référence	REFERENCE D'OBSERVATION	QMNA5 L/S	1/10 MODULE L/S	DEBIT D'ALERTE L/S	DEBIT DE CRISE L/S
Zone A	Argens à Chateaufort	820	364	860	750
	Argens à Roquebrune	3600	1850	4260	3400
	Caramy à Vins-sur-Caramy	430	234	530	440
Zone B	Artuby à La Bastide	200	104	235	200
	Jabron à Comps	12	62	40	20
Zone C	Réal-Martin à La Crau	110	220	135	100
	Gapeau à Solliès-Pont	53	127	65	48

5.2.3 Mesures pour les canaux

L'ensemble des mesures de limitation des prélèvements est défini par le Plan Sécheresse. On reprendra ici quelques mesures importantes pour les ASA du Gapeau :

Pour les prélèvements par les canaux le plan sécheresse prévoit les mesures suivantes :

Tableau 6 : Mesures de limitation pour les canaux

	Alerte	Crise
Mesures de limitation des prélèvements en cours d'eau par canaux	Diminution de 20% du débit capable autorisé du canal ET maintien d'un débit dans le cours d'eau au moins égal à 20% du débit en amont du canal ou du débit réservé s'il est supérieur ; ou fermeture du canal pendant 6h par jour.	Diminution de 50% du débit capable autorisé du canal ET maintien dans le cours d'eau d'un débit au moins égal à 50% du débit en amont du canal ou du débit réservé s'il est supérieur; ou fermeture du canal pendant 12h par jour.

5.2.4 Historique

A partir de 2005, date de l'arrêté cadre, des arrêtés sécheresse ont été promulgués chaque année jusqu'en 2008.

Le niveau de crise a été atteint 2 fois en 2005 et en 2007 (année de la campagne de mesure). Le niveau de crise renforcée n'a jamais été atteint.

Tableau 7 : Liste des arrêtés sécheresse par année entre 2002 et 2009 sur le bassin versant du Gapeau

Année	Date des AP	Niveau
année 2002	aucun arrêté	
année 2003	aucun arrêté	
année 2004	aucun arrêté	
année 2005	28-juin-05	Niveau 2
	15-sept-05	Niveau 0
	30-sept-05	Retour à la normale
année 2006	29-juin-06	Niveau 0
	23-août-06	Niveau 1
	22-sept-06	Niveau 1
	30-sept-06	retour à la normale
année 2007	12-avr-07	Niveau 0
	26 juillet 2007	Niveau 1
	09-août-07	Niveau 2
	28-sept-07	Prorogation du dispositif établi
	31-oct-07	Prorogation du dispositif établi
	31 novembre 2007	Niveau 1
	28-déc-07	Prorogation du dispositif établi
année 2008	31-janv-08	retour à la normale
	28-déc-07	Niveau 1
	01-févr-08	Niveau 0
	3 mars 2008	retour à la normale
	1 avril 2008	Niveau 0
	30 avril 2008	Prorogation du dispositif établi
	22 juillet 2008	Prorogation du dispositif établi
	08-août-08	Prorogation du dispositif établi
	27-août-08	Prorogation du dispositif établi
	06-oct-08	Prorogation du dispositif établi
30-nov-08	retour à la normale	
année 2009	aucun arrêté	

Tableau 8 : Périodes couvertes par les arrêtés sécheresse entre 2002 et 2009 sur le bassin versant du Gapeau

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
année 2002	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
année 2003	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
année 2004	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
année 2005	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 0	Normale	Normale	Normale
année 2006	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 1	Normale	Normale	Normale
année 2007	Normale	Normale	Normale	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Normale	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 2	Niveau 1
année 2008	Niveau 1	Niveau 0	Normale	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Normale
année 2009	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale

Normale	Normale
Niveau 0	Niveau 0
Niveau 1	Niveau 1
Niveau 2	Niveau 2
Niveau 3	Niveau 3

PARTIE 2

BILAN DES PRÉLÈVEMENTS EXISTANTS, ANALYSE DE L'ÉVOLUTION

1

Bilan des prélèvements

La plus grande partie des éléments présentés ci-dessous sont issus de l'étude réalisée par Safège en 2007.

1.1 Prélèvements AEP

1.1.1 Source des données

Les données sont principalement issues des fichiers de l'Agence de l'Eau en lien avec le calcul de la redevance. Les données correspondent aux volumes déclarés en 2005.

Il faut ajouter les données transmises par l'exploitant de la source Beaupré.

1.1.2 Résultats

L'alimentation en eau potable des communes du bassin versant du Gapeau est assurée à la fois par des captages AEP et par le traitement des eaux fournies par la Société du Canal de Provence.

Sur le bassin versant du Gapeau, il a été recensé 19 captages AEP en activité et une usine d'embouteillage. La liste des prélèvements AEP est présentée dans le tableau en page suivante.

Tableau 9 : Recensement des prélèvements AEP au sein du bassin versant

Code Carto SAFEGE	Nom	Maitre_ouvrage	Type de prélèvement	Bassin versant	débit en l/s prélevé à l'étiage	volume annuel m3
n1	Captage source - Forage Chateaufieux- Les Launes	Commune de Signes	forage/source	Gapeau	8	265 400
n25	Forage La Loubière, lieu-dit Vallon de la Foux	Commune de Cuers	forage	Réal Martin	16	528 600
n26	Forage de vignegroussière	Commune de Meoules les Montrieux	forage	Gapeau	5	142
n27	Source mère des fontaines	Commune de Meoules les Montrieux	source	Gapeau	2	50
n28	Source Gavaudan	Commune de Belgentier	source	Gapeau	4	35 700
n29	Puits Font d'Ouvin	Commune de Belgentier	forage	Gapeau	4	122 200
n30	Forage de la Font du thon	Commune de Sollies Toucas	forage	Gapeau	11	350 300
n31	Puits les Senes	Commune de Sollies Pont	forage	Gapeau	21	662 900
n32	Puits Golf Hotel	Commune de Hyères	forage	Gapeau	110	3 480 800
n35	Source de la Graponnière	Commune de Cuers	forage/source	Réal Martin	0	Non défini
n36	Source de la Foux, lieu-dit Piestan	Commune de Puget Ville	forage/source	Le Grand Vallat	8	260 300
n37	Forage Terre Blanche	Commune de Puget Ville	forage	Réal Martin	2	61 100
n38	Source Fontaines des Laine	Commune de Pignans	source	Réal Martin	6	190 000
n39	Pompage de la mère des fontaines	Commune de Carnoules	forage	Carnoules	6	174 300

n40	Source de Collobrières, Ensemble des Maures	Commune de Collobrières	forage/source	Gapeau	2	53 000
n42	Galerie drainante des sources de Carnoules	Ste du Canal de Provence et Aménagement Région Provençale	forage	Réal Martin	0	187 607
n43	Forage de l'écluse	Commune de Carnoules	forage	Réal Martin	Non défini	Non défini
n50	Source de Beaupré	Usine d'embouteillage de Beaupré	source	Gapeau	entre 2 et 3	Non défini
	Forage de la Haute Ruol	Commune de Puget Ville	forage	Réal Martin	0	4 800
	Captage de la nappe de Redouron	Commune de Pierrefeu du Var	forage	Réal Martin	0	Non défini

Au total, **plus de 210 l/s** sont prélevés au sein du bassin versant pour l'alimentation en eau potable.

Ces prélèvements sont en partie restitués au niveau des rejets des stations d'épuration.

Le principal prélèvement est réalisé à l'exutoire, au niveau d'Hyères (110 l/s), à l'aval de la station de mesure DIREN. Les autres prélèvements représentent de plus faibles débits et sont moins significatifs.

1.2 Irrigation

Une étude spécifique concernant le volet agricole de cette étude sera lancée prochainement par le syndicat. Cette étude viendra compléter les éléments collectés lors de l'étude SAFEGE de 2007 qui sont repris ici.

1.2.1 Inventaire des prises d'eau

Les données sont issues d'une campagne de jaugeage des prélèvements dans les eaux superficielles de l'irrigation menée pendant l'été 2007. Les rapports de campagne sont présentés à l'annexe 1.

Cette campagne de terrain a permis la reconnaissance des ouvrages de **captage des eaux superficielles** : captage en rivière et captage de source.

La méthode mise en œuvre ne repose pas sur un parcours exhaustif du cours d'eau mais sur l'identification préalable et la localisation cartographique de l'ensemble des prises d'eau connues.

Plusieurs sources de données ont été utilisées :

- L'étude ARDEPI 1995 sur les ASA (chambre d'Agriculture) ;
- L'atlas des réseaux d'irrigation en cours de réalisation (chambre d'agriculture) ;
- Les études « ripisylves » de 1997 et 2005 (syndicat mixte du bassin versant du Gapeau) ;
- Le PDPG (document technique cadre élaboré par la Fédération du Var pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique sous maîtrise d'ouvrage CG VAR, CR PACA, AE R&M et ONEMA, validé par la MISE du Var).
- Les entretiens avec les ASA déjà menés lors de la campagne :
 - Asa des Carnoules,
 - Asa du canal de Redouron,
 - Asa du Cuers.

Après compilation, nous avons identifié et cartographié 50 prises d'eau sur le bassin versant. Parmi ces prises d'eau :

- 4 prises d'eau se sont avérées être des stations de pompage connues (les débits prélevés nous ont été directement transmis) ;
- 5 n'ont pas été trouvées,
- 13 étaient abandonnées et hors service,
- **25 étaient en état de fonctionnement, ont été visitées et ont fait l'objet de mesures de débit.**

Lors des campagnes de terrain, nous avons défini pour chacune des 25 prises visitées, sur la base d'une fiche « prélèvement » :

- Le débit prélevable en fonction du débit amont à partir de la géométrie de la prise d'eau (lorsque la ligne d'eau dans la prise est contrôlée par un seuil).
- Le débit prélevé lors de notre passage :
 - par jaugeage dans le canal lorsque c'est possible (canal accessible),
 - par estimation (géométrie, déduction, jaugeage amont aval,)
- les possibilités de gestion du débit prélevé et de maintien d'un débit réservé.

1.2.2 Campagne de jaugeage réalisée en 2007

1.2.2.1 Introduction

Deux campagnes de reconnaissance et de mesure de débits ont été menées par SAFEGE sur l'ensemble du bassin versant du Gapeau, en période d'étiage :

1 ^{ère} campagne de mesure	Du 6 au 10 août 2007
2 ^{ème} campagne de mesure	Du 20 au 26 septembre 2007

Ces campagnes avaient pour objectifs principaux :

- La reconnaissance de l'ensemble des prises d'eau superficielles sur le bassin versant et la mesure des débits prélevés ;

- La définition du fonctionnement hydrologique sur le bassin versant à travers la reconnaissance des zones d'écoulement et des zones d'assec et la réalisation de plusieurs jaugeages des cours d'eau.

Les résultats ont été présentés dans les rapports « Présentation des résultats de la 1^{ère} campagne de mesure » et « Présentation des résultats de la 2^{ème} campagne de mesure », remis au Syndicat lors des étapes précédentes de la phase 1.

Le chapitre suivant présente la synthèse des résultats des 2 campagnes.

1.2.2.2 Contexte pluviométrique et hydrologique lors des campagnes

A- Pluviométrie

Les périodes de campagne sont toutes deux marquées par l'absence de précipitations significatives sur l'ensemble des stations pluviométriques au sein et à proximité du bassin versant du Gapeau

A l'échelle du département du Var, la comparaison des cumuls pluviométriques de 2007 avec les moyennes mensuelles calculées sur de longues périodes, aux stations de Toulon et Hyères, montre que l'année en cours se distingue par un déficit pluviométrique important.

Tableau 10 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle moyenne (obtenue sur 30 ans) et de la pluviométrie mensuelle de l'année hydrologique 01/10/06-30/09/07 à Toulon et à Hyères.

	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	mai	juin	Juil	Aou	Sep	Cumul
Toulon moy	108.2	72.7	70.6	82.9	70	49.1	66.3	43.2	29.1	7.1	29.9	54	629.1
Toulon 06-07	63,4	15,2	63	13,2	52,4	12,2	12,8	99,8	10,4	0,2	6,4	2,6	349,0
Hyères moy	116.9	77.5	77.3	98.8	69.4	53.6	61.9	44.5	29.9	9.4	29.4	53.6	668.6
Hyères 06-07	58	14,2	67,4	23,8	63	20,2	16	89	12	0,2	6,2	0,8	370,0

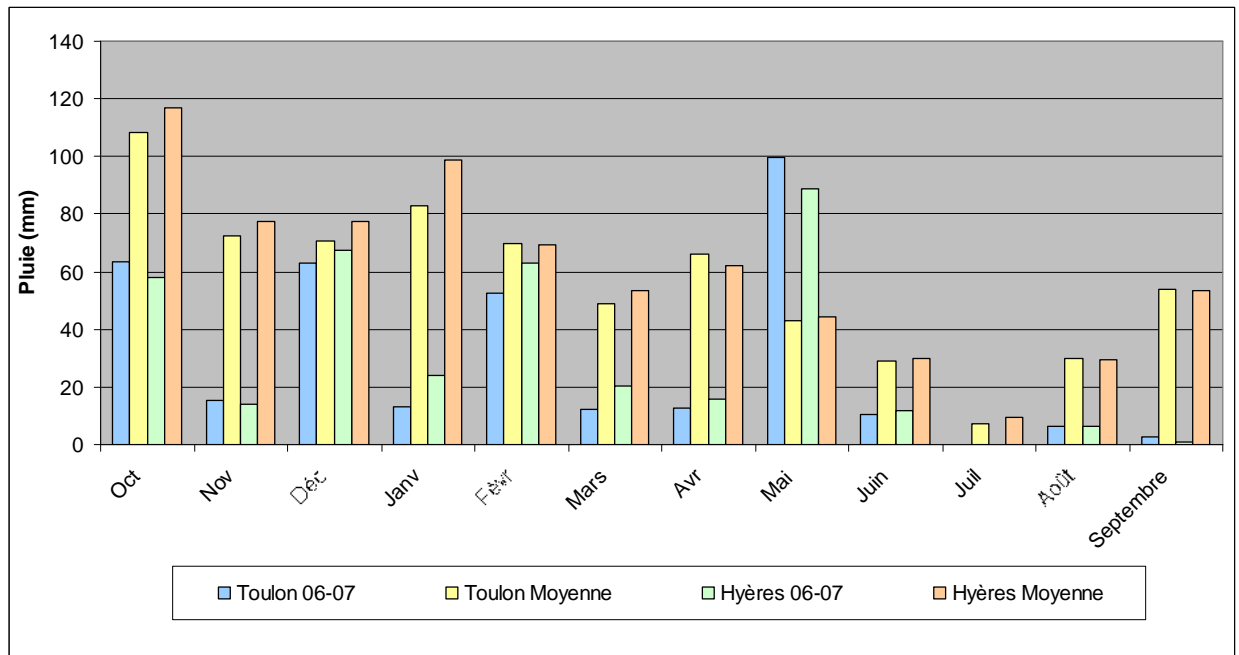


Figure 6 : Comparaison de la pluviométrie mensuelle moyenne (obtenue sur 30 ans) et de la pluviométrie mensuelle de l'année hydrologique (Oct 06 – Sept 07) à Toulon et à Hyères.

Sur l'année hydrologique 2006-2007, le déficit pluviométrique s'élève à environ **300 mm**. Ce déficit est égal à **70 mm** pour les seuls mois d'août et septembre 2007.

B- Hydrologie aux stations

a- Débits mensuels

Le contexte hydrologique peut être appréhendé par la comparaison des débits enregistrés au cours de l'année 2006-2007 aux stations DIREN, avec les valeurs moyennes mesurées depuis la mise en service des stations jusqu'en 2009.

L'année 2006-2007 se distingue par des débits extrêmement faibles. Sur l'ensemble des stations, les valeurs sont largement inférieures aux quinquennales sèches.

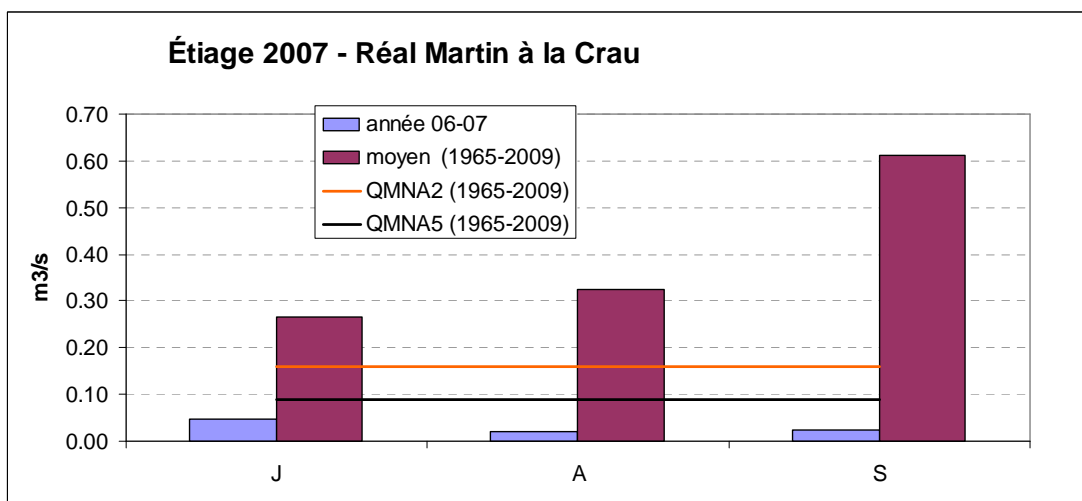


Figure 7 : Débits mensuels mesurés sur le Réal Martin à la Crau

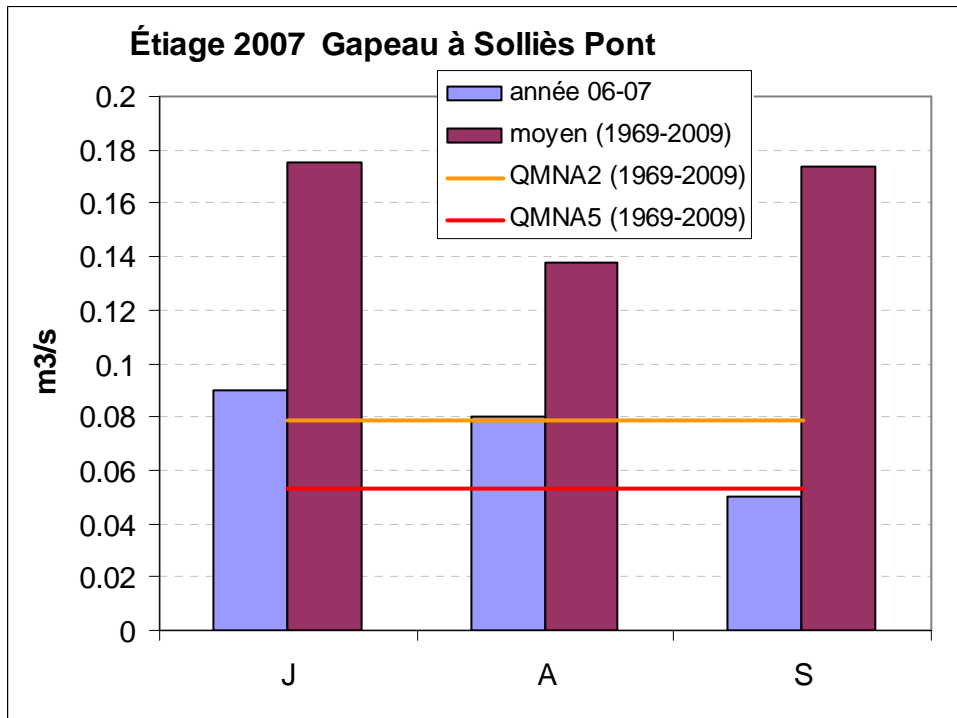


Figure 8 : Débits mensuels mesurés sur le Gapeau à Solliès Pont

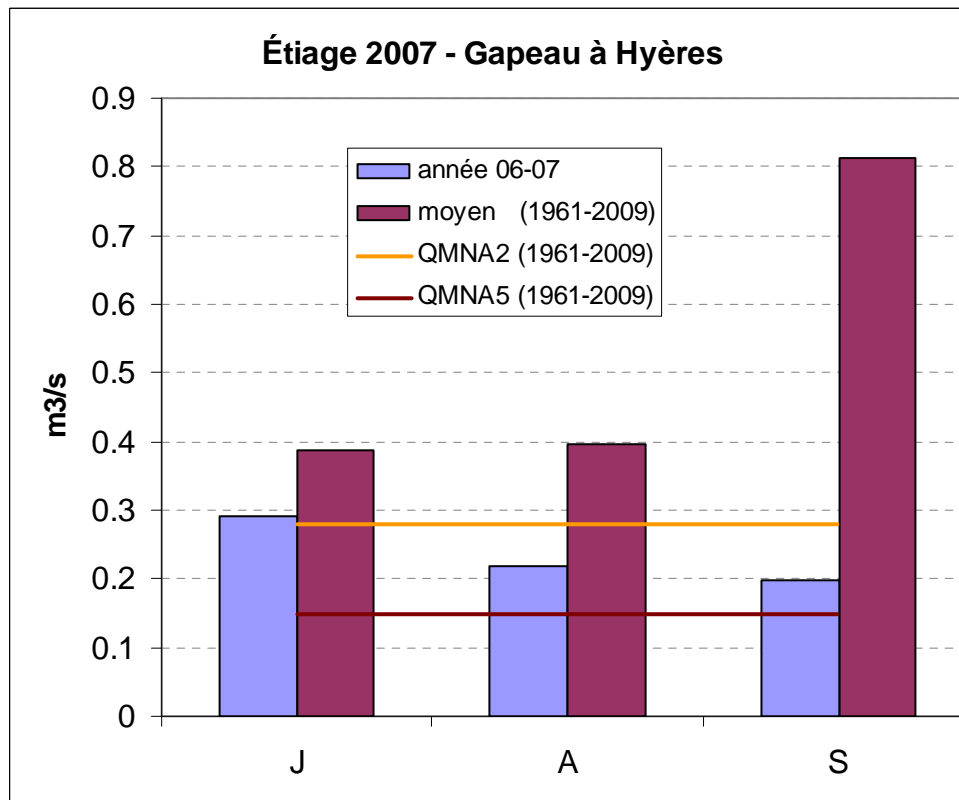


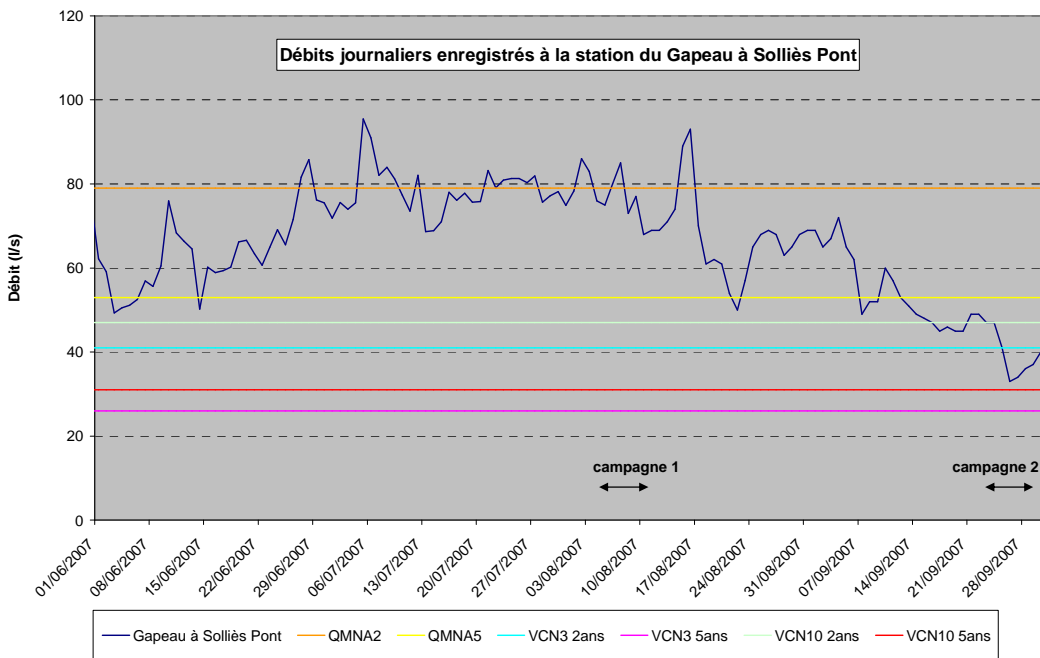
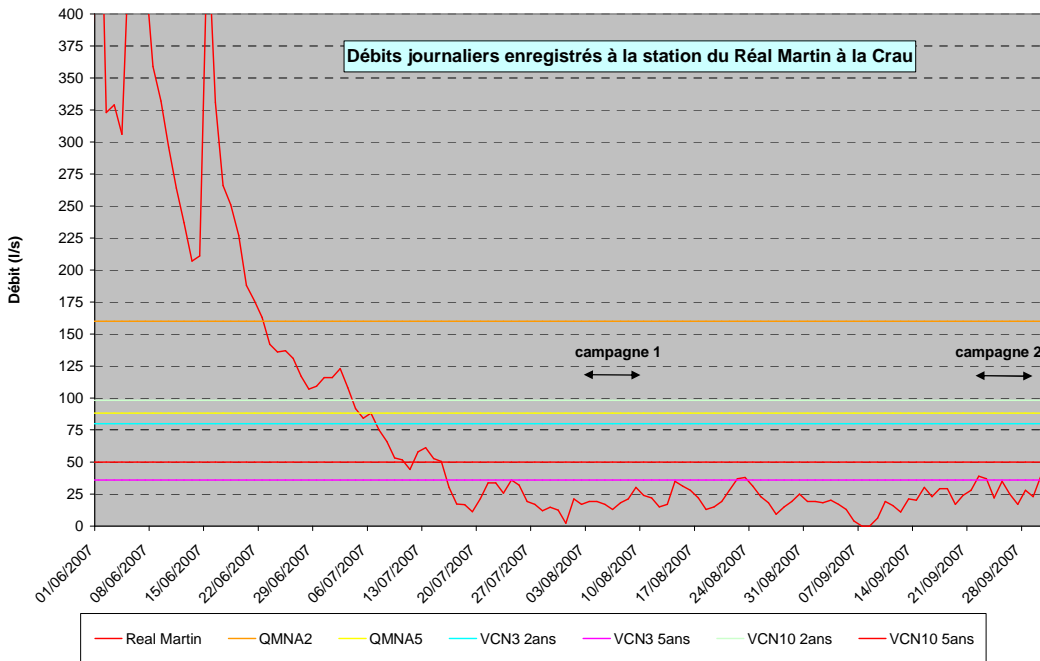
Figure 9 : Débits mensuels mesurés sur le Gapeau à Hyères

Sur l'ensemble des stations, la distribution des débits mensuels de l'année hydrologique 2006-2007 s'écarte fortement de la moyenne :

- La période de hautes eaux est décalée de janvier à mai, en raison de la faiblesse de la pluviométrie lors de l'hiver 2006-2007 et de la présence d'un pic de pluie en mai 2007 ;
- L'absence de pluie en septembre se traduit par un décalage des plus basses eaux des mois de juillet - août vers le mois de septembre. La sévérité de l'étiage 2007 est nettement plus prononcée sur le Réal Martin, ce qui est corrélé avec l'hydrogéologie du sous-bassin versant du Réal (absence de ressource aquifère importante, à l'inverse du sous- bassin du Gapeau).

b- Débits journaliers

Nous disposons également, pour caractériser le contexte hydrologique, des deux campagnes de mesures des débits journaliers enregistrés aux stations DIREN.



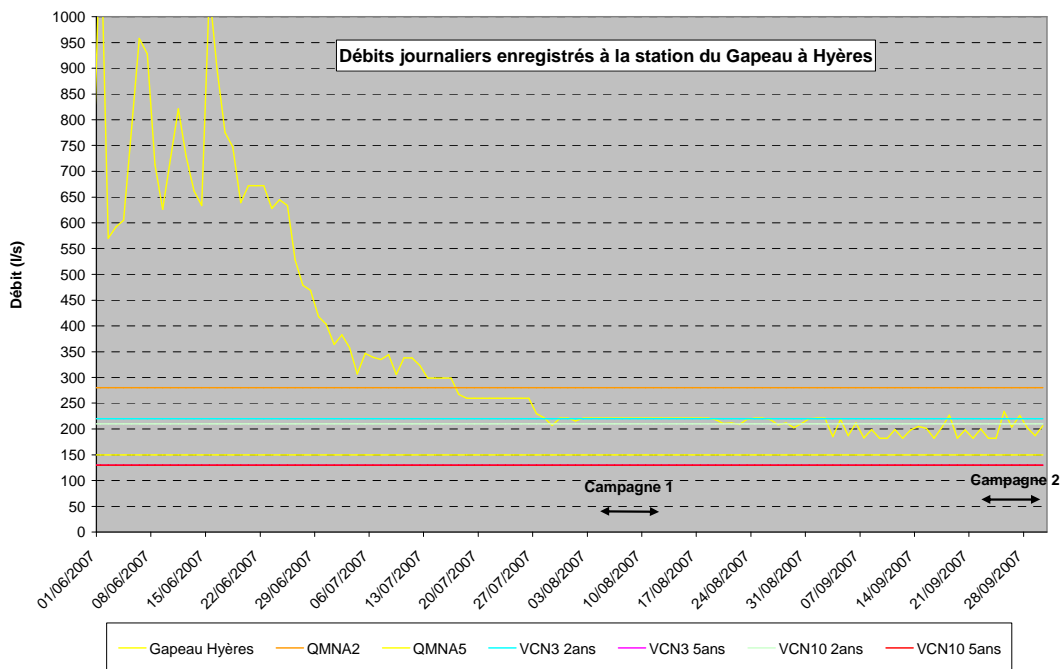


Figure 10 : Débits journaliers enregistrés aux stations DIREN pendant les campagnes de mesure

On retiendra que les périodes de réalisation des deux campagnes de mesure (août et septembre 2007) se distinguent par des débits journaliers particulièrement bas :

- L'étiage le plus sévère concerne le Réal Martin : les débits du 20 au 26 septembre 2007 sont **5 fois inférieurs au QMNA₅**, et nettement inférieurs au VCN₃ 5 ans. On peut donc attribuer une période de retour de plus de cinq ans à l'étiage constaté sur ce cours d'eau lors de la 2^{ème} campagne de mesure ;
- Les débits mesurés sur le Gapeau à Solliès Pont, en septembre, sont également inférieurs au QMNA₅, mais supérieurs au VCN₃ 5 ans et au VCN₁₀ 5 ans
- Concernant le Gapeau à Hyères, l'étiage est relativement moins sévère, avec des valeurs légèrement supérieures au QMNA₅, mais inférieures au VCN₃ 2 ans. La période de retour est comprise entre 2 et 5 ans.

C- Conclusion sur le contexte de l'étiage 2007

En conclusion, la sévérité de l'étiage rencontré lors des deux campagnes de mesure effectuées nous semble représenter une configuration idéale pour déceler d'éventuels conflits d'usage de la ressource en eau, au sein du bassin versant.

Notons qu'à partir du 27 juillet, le Gapeau était en niveau d'alerte et le 9 août, il passait en niveau de crise.

Pour la première campagne, les prélèvements des ASA devraient donc être de 20 % inférieur au débit capable autorisé et pendant la deuxième campagne de 50 % inférieurs.

On peut d'ailleurs noter que les prélèvements étaient plus importants lors de la deuxième campagne que pour la première.

Notons que pour la plupart des ASA, en l'absence de débit autorisé clairement défini et système de mesure sur les prises d'eau, les mesures de réduction sont difficilement réalisables.

1.2.2.3 Résultats des mesures des prélèvements en eaux superficielles

Les résultats des mesures sur les 25 prises visitées lors des deux campagnes sont présentés dans les tableaux en page suivante.

Détermination des volumes maximum prélevables

Code Safège	Nom d'usage	Maître d'ouvrage	Type prélèvement	Type d'utilisation	Débit prélevé (l/s)		Évolution entre les deux campagnes
					1 ^{ère} campagne (août 2007)	2 ^{ème} campagne (septembre 2007)	
Le GAPEAU							
3		ASA des arrosants du Secteur Nord	captage	irrigation	13	52	
4		ASA des arrosants de Belgentier	captage	irrigation	80	80	
5			captage	irrigation	36	111	
6		ASA des arrosants des Guirans	captage	irrigation	49	65	
8			captage	irrigation	1	9	
9		ASA des Ferrages	captage	irrigation	10	8	
10			captage	irrigation	Martelière fermée	Martelière fermée	
11		ASA des Messieurs	captage	irrigation	126	50	
12		ASA de Sauvans et Penchiers	captage	irrigation	85	21	
13		ASA des Daix et Mauniers	captage	irrigation	13	12	
14		ASL du canal Jean Natte	captage	irrigation	Martelière fermée	113	
Total					413	521	+ 108 l/s
Le RÉAL MARTIN							
15			Captage	irrigation	inaccessible	20	
16			captage	irrigation	Martelière fermée	Martelière fermée	

Détermination des volumes maximum prélevables

17			captage	irrigation	A sec	A sec	
18		ASA de Serre Menu	captage	irrigation	Martelière fermée	Martelière fermée	
19		ASA de Redouron	captage	irrigation	21	Martelière fermée	
20			captage	irrigation	18	43	
21		ASA du Canal St Jean La Tullière	captage	irrigation	10	10	
22			captage	irrigation	A sec	A sec	
23		ASL de Puget Ville	captage	irrigation	inaccessible	24	
2	Prise de l'usine de traitement	ASA des Carnoules	eau usine traitement	irrigation	Pas visitée	Martelière fermée	
24	Source bertoire	ASA des Carnoules	captage	irrigation	20	100	
41	Font de l'île	ASA des Carnoules	captage	irrigation	A sec	A sec	
44	Sce des platanes, la Font du thon	ASA des Carnoules	source	irrigation	A sec	A sec	
46	Prise de Chambeironnes	ASA des Carnoules	captage	irrigation	A sec	A sec	
47	Source Bouillidou	ASA des Carnoules	source	irrigation	30	21	
Total					99	218	+ 119 l/s
TOTALITÉ DU BASSIN VERSANT							
					512	739	+227 l/s

Tableau 11 : Bilan des campagnes de mesures des prélèvements

Au vu des résultats, il apparaît que la campagne de mesure réalisée en septembre 2007 a permis d'obtenir un recensement plus exhaustif des prélèvements en rivière (certaines prises n'ayant pas pu être visitées lors de la première campagne d'août).

Au total, les prélèvements sur l'ensemble du bassin versant s'élevaient à environ **750 l/s**, lors de cette 2^{ème} campagne de mesure.

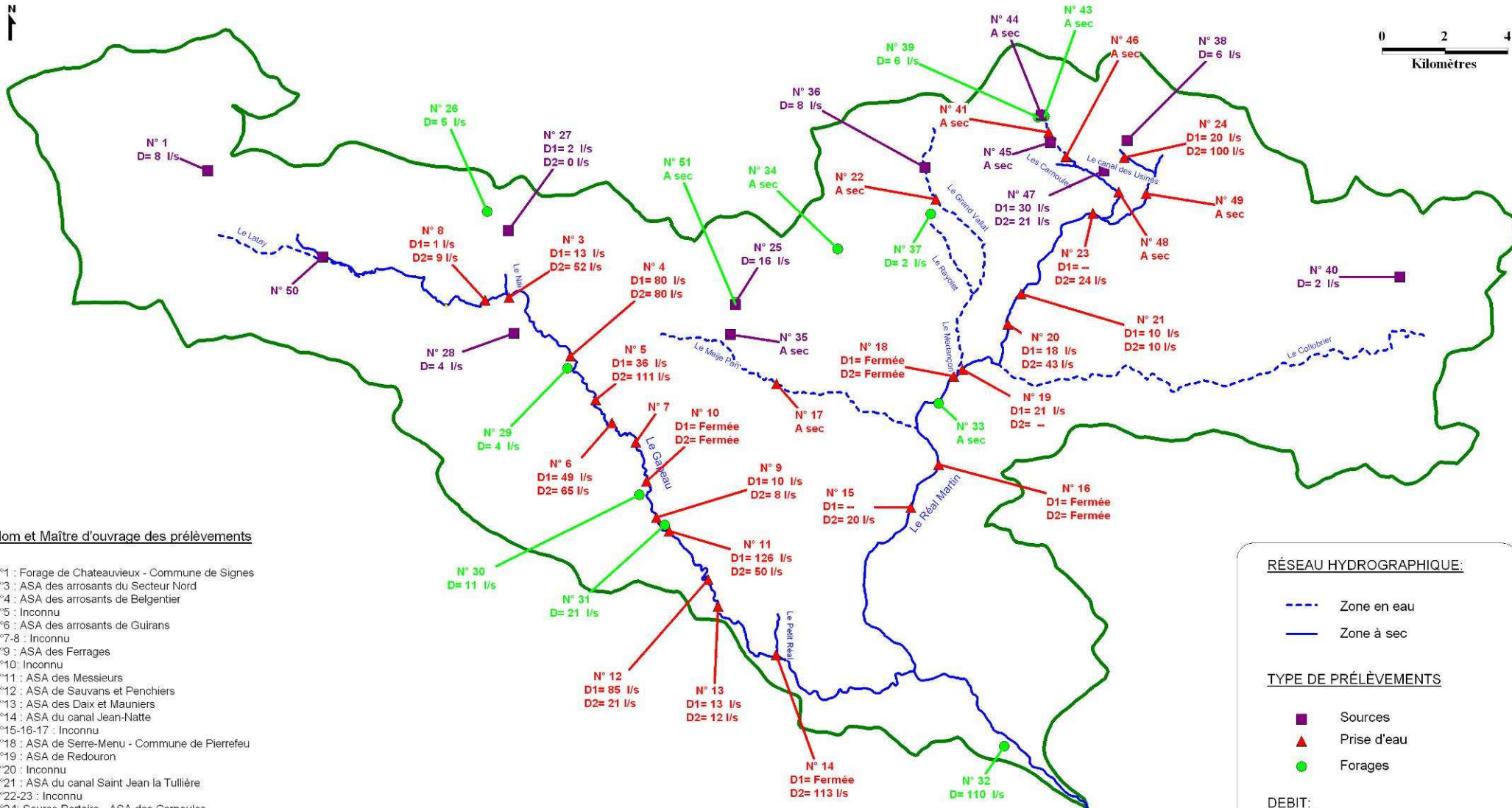
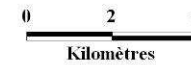
On note par ailleurs que l'influence d'un seul prélèvement peut être déterminante sur l'estimation des débits (exemple du prélèvement de la prise 14 du canal Jean Natte, nul lors de la 1ère campagne, et estimé à 115 l/s lors de la deuxième campagne).

1.2.2.4 Bilan

Les 51 prélèvements identifiés sur le bassin versant sont inclus dans une base de données qui présente leurs principales caractéristiques.

La carte suivante présente l'ensemble des prélèvements recensés, ainsi que les débits prélevés sur le bassin du Gapeau :

- Débits prélevés en eau superficielle (rivière ou source), mesurés lors des campagnes de terrain, ou directement transmis ;
- Débits prélevés en eau souterraine, transmis par l'Agence de l'eau



Nom et Maître d'ouvrage des prélèvements

- N°1 : Forage de Chateaufieux - Commune de Signes
- N°3 : ASA des arrosants du Secteur Nord
- N°4 : ASA des arrosants de Belgentier
- N°5 : Inconnu
- N°6 : ASA des arrosants de Guirans
- N°7-8 : Inconnu
- N°9 : ASA des Ferrages
- N°10 : Inconnu
- N°11 : ASA des Messieurs
- N°12 : ASA de Sauvans et Penchiers
- N°13 : ASA des Daix et Mauniers
- N°14 : ASA du canal Jean-Natte
- N°15-16-17 : Inconnu
- N°18 : ASA de Serre-Menu - Commune de Pierrefeu
- N°19 : ASA de Redouron
- N°20 : Inconnu
- N°21 : ASA du canal Saint Jean la Tullière
- N°22-23 : Inconnu
- N°24 : Source Bertoire - ASA des Carnoules
- N°25 : Forage la Loubière - Commune de Cuers
- N°26 : Forage de Vignegrousière - Commune de Méounes les Montrieux
- N°27 : Source "mère des fontaines" - Commune de Méounes les Montrieux
- N°28 : Source Gavaudan - Commune de Belgentier
- N°29 : Puits Font d'Ouvin - Commune de Belgentier
- N°30 : Forage de la Font du thon - Commune de Solliès Toucas
- N°31 : Puits les Senes - Commune de Solliès Pont
- N°32 : Puits Golf Hotel - Commune de Hyères
- N°33 : Captage de la nappe de Redouron - Commune de Pierrefeu
- N°34 : Forage de la Haute-Ruol - Commune de Puget Ville
- N°35 : Source de la Graponnière - Commune de Cuers
- N°36 : Source de la Foux - Commune de Puget Ville
- N°37 : Forage Terre Blanche - Commune de Puget Ville
- N°38 : Source Fontaine des Laines - Commune de Pignans
- N°39 : Pompage de la maire des fontaines - Commune des Carnoules
- N°40 : Source des Collobrières - Commune de Collobrières
- N°41 : Font de l'île - ASA des Carnoules
- N°42 : Galerie drainante de la source de Carnoules - SCP et Aménagement Région Provençale
- N°43 : Forage de l'écluse - Commune de Carnoules
- N°44 : Source des platanes - ASA des Carnoules
- N°45 : Source Arnaud - ASA des Carnoules
- N°46 : Prise de Chambeironnes - ASA des Carnoules
- N°47 : Source Bouillidou - ASA des Carnoules
- N°48 : Retenue des Baumes - ASA des Carnoules
- N°49 : La Vematelle - ASA des Carnoules
- N°50 : Source de Beuprè - Usine d'embotillage
- N°51 : Source de la Foux - ASA de Cuers

RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE:

- Zone en eau
- Zone à sec

TYPE DE PRÉLÈVEMENTS

- Sources
- ▲ Prise d'eau
- Forages

DEBIT:

- D1 Débit mesuré en Août
- D2 Débit mesuré en septembre
- D Débit communiqué par les exploitants

_bilanS32S38_carte7_prelevement.WOR - AS - Octobre 2007

Bilan du fonctionnement du Gapeau à l'étiage - Rapport de synthèse de la phase 1

Synthèse des deux campagnes de mesures (2007)

Recensement des prélèvements : débits mesurés ou estimés.

Echelle : 1/125 000 ème	Source :Safège		Carte 7
MD00418			

1.3 Prélèvements domestiques individuels

1.3.1 Prélèvements en rivière

On s'intéresse ici aux prélèvements réalisés par les riverains dans les eaux superficielles.

Ces prélèvements sont le plus souvent réalisés aux moyens de pompe de petite capacité.

L'unique moyen fiable de quantifier ces prélèvements est de procéder à un inventaire par une reconnaissance exhaustive du linéaire de cours d'eau.

En l'absence d'une telle étude nous procéderons ici par analogie avec des bassins versants connus.

En 2005, 2006 et 2007, la DDAF des Bouches du Rhône a lancé des études d'inventaires des prélèvements présents sur les cours d'eau du département¹.

Cette étude qui porte sur plus de 400 km de cours d'eau permet d'établir un ratio de prélèvements individuels domestique en zone urbaine et résidentielle². Sur les Bouches du Rhône on observe :

- 237 prélèvements individuels domestiques pour 121 km de cours d'eau traversant un contexte urbain.
- Soit environ 2 prélèvements par kilomètre.

Sur le bassin versant du Gapeau, on compte 13 km de cours d'eau traversant un contexte urbain.

Sur la base du ratio précédent, on peut donc prévoir l'existence d'environ 25 prélèvements.

¹ SAFEGE, 2005-2007, Études des rejets, prélèvements et IOTA de l'Arc, la Touloubre, l'Huveaune et la Cadière.

² L'occupation du sol est établie à partir de l'occupation du sol établie par la CRIGE en 2006 selon une classification de type Corine Land Cover. Toutes les occupations du sol de type urbain sont retenues.

Afin d'établir les consommations associées à ces prélèvements on retiendra les hypothèses suivantes pour la période d'irrigation :

- Débit maximum instantané des pompes : 0,5 l/s,
- Durée d'arrosage journalier : 2 h
- Période d'arrosage : 5 heures

Les 25 prises d'eau représentent un débit moyen journalier de 5 l/s soit :

- 2,7 l/s pour le Réal,
- 2,3 l/s pour le Gapeau

Ces prélèvements sont utilisés pour l'arrosage des jardins par aspersion, goutte à goutte ou submersion.

Ces prélèvements sont réalisés à proximité immédiate des cours d'eau, le retour des eaux apportées en excès est donc immédiat.

Dans ces conditions on peut envisager un taux de restitution de 50 %.

Les prélèvements nets sont donc de :

- **1,4 l/s pour le Réal,**
- **1,2 l/s pour le Gapeau**

A l'échelle du bassin versant les prélèvements individuels dans les eaux superficielles semblent peu significatifs.

1.3.2 Forages individuels

Il est probable que des forages individuels existent dans la nappe d'accompagnement du Gapeau et du Réal mais ils n'ont pas été recensés dans la cadre de cette étude.

L'application de ratio, comme ceux issus de l'étude sur la nappe du miocène dans le Vaucluse, semble difficile sans données de calage.

Les forages individuels ne sont donc pas pris en compte.

2

Bilan des apports**2.1 Apports de la Société du Canal de Provence**

Le réseau de la Société du canal de Provence dessert une partie du territoire du bassin versant du Gapeau.

Les volumes facturés en 2006 par commune transmis par la CSP sont présentés par le tableau ci-dessous. Ils sont séparés en usages agricoles et usages non agricole.

Tableau 12 : Apports du canal de Provence en 2006

volumes annuels (m3)			
Bassin versant	Commune	Irrigation non agricole	Irrigation Agricole
Réal	BELGENTIER	833	-
	CARNOULES	-	15 989
	CRAU	314 207	1 127 505
	CUERS	36 870	138 497
	FARLEDE	51 350	107 699
	PUGET-VILLE	2 522	5 768
Gapeau amont	SIGNES	10 903	213 425
Gapeau aval	SOLLIES-PONT	115 391	673 236
	SOLLIES-TOUCAS	-	10 290
	SOLLIES-VILLE	4 043	61 049
Total prelevé en m3		536 118	2 353 457

Les usages non agricoles concernent particulièrement l'AEP. Ces usages sont comptabilisés en apports au niveau des STEP. Ces apports ne sont donc pas pris en compte.

Les usages agricoles représentent un débit fictif de 150 l/s en prenant en compte une période d'irrigation de 5 mois.

L'étude agricole devra préciser la part pouvant revenir vers le milieu naturel en fonction du type d'irrigation.

A ce stade, on considérera que, les retours vers les milieux naturels sont de l'ordre de 20%. En effet, les pratiques de type aspersion ou goutte-à-goutte semblent très majoritaires chez les utilisateurs des eaux du canal, les rendements de 60 à 80 % de ces techniques très largement supérieurs à ceux de l'irrigation gravitaire.

Les apports du Canal représentent donc un débit fictif de 30 l/s qui se répartit approximativement³ comme suit :

- ✓ 10 l/s pour le Réal Martin,
- ✓ 20 l/s pour le Gapeau.

2.2 Restitution des stations d'épuration

2.2.1 Source de données

Les données sont issues des bases de données de l'Agence de l'Eau. L'année de référence est 2005.

2.2.2 Résultats

Sur l'ensemble du bassin versant, il a été identifié 11 stations d'épuration.

Ces stations d'épuration génèrent un rejet dans les eaux superficielles. Ces débits constituent la restitution d'une partie des eaux prélevées par les captages d'eau potable ainsi que par l'eau potable fournie par le Canal de Provence.

Les débits sont estimés sur la base des capacités de traitement en prenant un Équivalent Habitant égal à 160 l/jour.

Tableau 13 : Recensement des rejets des stations d'épuration

Nom	Capacité de traitement EH	Dispositif de traitement	Nom de Filière	debit restitué en l/s
CARNOULES	2 100	Biol. / Nitrif.	Boues activées - aération prolongée	4
COLLOBRIERES	3 700	Biol. / Nitrif. / Dénitrif.	Prétraitements physiques	7
NOTRE DAME DE LA CRAU	50 000	Biologique Simple	Prétraitements physiques	93
CUERS	21 000	Biol. / Nitrif. / Dénitrif.	Prétraitements physiques	39
MEOUNES LES MONTRIEUX VILLAGE	1 000	Biologique Simple	Prétraitements physiques	2
PIERREFEU DU VAR	5 000	Biologique Simple	Prétraitements physiques	9
PIGNANS	4 500	Biol. / Nitrif.	Prétraitements physiques	8
PUGET VILLE	2 200	Biol. / Nitrif.	Prétraitements physiques	4
PUGET VILLE - RUOL	150	Lagune	Lagunage aéré	0
SIGNES	1 000	Biologique Simple	Prétraitements physiques	2
SIGNES PARC D'ACTIVITES	4 000	Physico-Chimique	Physico-chimique	8

³ Les volumes donnés par SCP sont associés à des communes ce qui ne permet pas une localisation précise des apports.

3

Analyse de l'évolution des besoins

3.1 Besoins pour l'AEP

19 captages d'eau potables ont été recensés sur l'ensemble du bassin versant du Gapeau. En dehors du captage d'Hyères, ils constituent un volume de prélèvement réduit face à l'irrigation.

Ces captages sont insuffisants pour assurer l'ensemble des besoins. Un apport complémentaire est apporté par le Canal de Provence.

Le seul projet d'accroissement identifié à ce jour est un projet de captage dans les alluvions du Gapeau dans sa partie aval, sur la commune d'Hyères. Ce projet de forage a pour objectif l'exploitation de **100 l/s**.

Ce débit se substituerait en partie à l'actuel forage du Golf Hôtel (n° 32).

3.2 Besoins pour l'irrigation

Les ASA ne sont pas en mesure de définir leur besoin en eau actuel et futur en termes de volume ou de débit.

L'estimation de ce besoin sera le principal objectif de l'étude agricole à lancer.

En revanche, les ASA ont, lors des entretiens, estimé leur besoin de façon qualitative.

Ces éléments sont présentés par le tableau ci-dessous.

Il apparaît que toutes les ASA à l'exception de Serre Menu, Saint Jean de la Tulière et Redouron, exprimaient un manque d'eau lors de l'étiage 2007.

Tableau 14 : Recensements des besoins / problèmes identifiés auprès des irrigants

Cod e	ASA	Besoins exprimés	Interrogations / remarques éventuelles
11	Messieurs	Manque d'eau : lorsque la hauteur d'eau dans la prise est inférieure à 50 cm, l'ASA ne peut subvenir aux besoins ; Utilisation du canal de Provence en complément.	Impact du prélèvement de l'usine Beaupré ?
9	Ferrage	Manque d'eau : l'eau n'arrive pas à la fin du canal. Utilisation du canal de Provence en complément.	Causes de la variabilité du débit du Gapeau ?
12	Sauvans et Penchiers	Manque d'eau peu important ouverture des 2 canaux en alternance. Utilisation du canal de Provence en complément	Impact du forage de la Lille ? Causes de la variabilité du débit du Gapeau à l'aval du seuil de Solliès Toucas ?
13	Daix et Mauniers	Manque d'eau, en raison d'un tour insuffisant (quelques minutes). Dans la partie basse (Fabres), utilisation régulière du canal de Provence	
14	Jean Natte	Manque d'eau pour la Crau (dernière ASA) qui utilise le canal de Provence en complément	Possibilité de création d'une 4eme branche sur le canal de Provence et d' un barrage sur le Réal Collobrier pour alimenter la plaine ?
18	Serre Menu	Pas de problème	
19	Redouron	Pas de problème	
21	St Jean le Tuilière	Pas de Problème	
24, 44 à 49	Carnoules	Assèchement complet des sources de la rivière des Carnoules en été. L'ASA ne peut fournir de l'eau qu'a 60% de ses adhérents à partir des sources pérennes.	L'eau des sources Platanes et grand Thon est captée par le forage communal (Écluse) et la galerie drainante de la SCP
	Signes	Manque d'eau important	Impact du canal de Provence sur l'étiage? Impact des prélèvements de particuliers sur le Raby ? Impact de la Source Beaupré sur l'étiage ?
51	Sources de la Foux	ASA non opérationnelle depuis l'assèchement de la source	Source de la Foux asséchée par la mise en œuvre d'un forage communal destiné à l'AEP en amont.

PARTIE 3

IMPACTS DES PRÉLÈVEMENTS ET QUANTIFICATION DES RESSOURCES EXISTANTES

1

Caractérisation de l'étiage au niveau des cours d'eau

1.1 Stations de suivi

Le suivi de l'hydrologie du Gapeau est assuré par trois stations hydrométriques gérées par la DIREN :

- Gapeau à Solliès Pont
- Réal Martin à la Crau (Decapris)
- Gapeau à Hyères (Ste Eulalie)

Ces trois stations présentent les caractéristiques suivantes :

Stations hydrométriques	Bassin versant contrôlé	Aire (Km ²)	Période de mesure
Gapeau à Solliès Pont	BV du Gapeau Amont	182	1969 - 2009
Real Martin à La Crau	BV du Real Martin et de ses affluents	272	1965 - 2009
Gapeau à Hyères	Le BV entier Gapeau et Real Martin	519	1961 - 2009

Tableau 15: Caractéristiques des stations hydrométriques DIREN

1.1.1 Débits moyens mensuels enregistrés aux stations

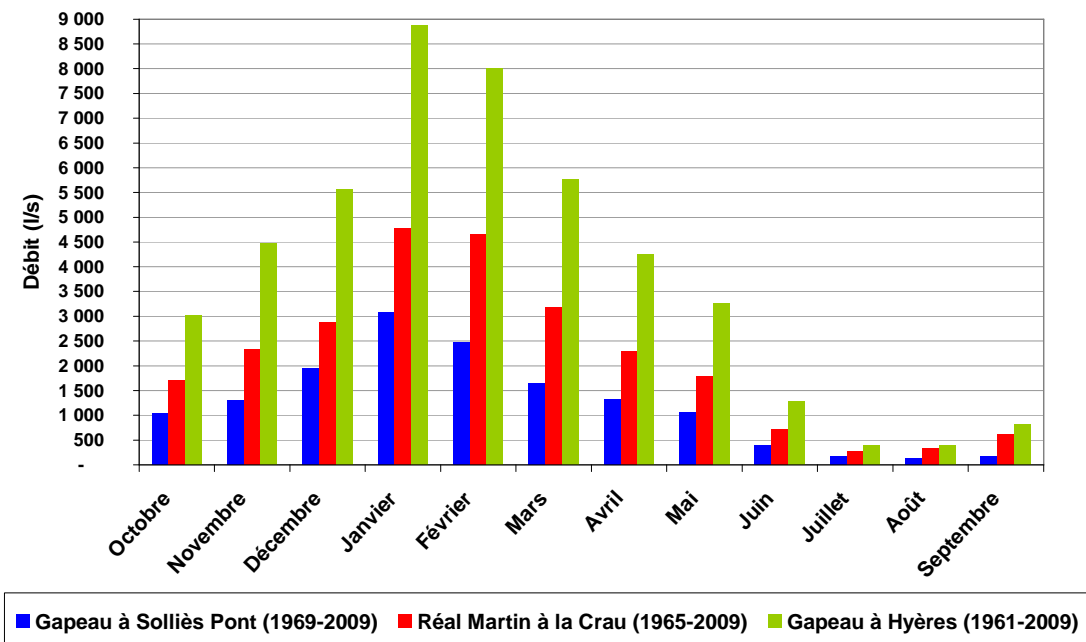


Figure 11 : Débit moyen mensuel des 3 stations Diren, enregistré depuis plus de 40 ans.

L'étude des débits moyens aux trois stations appelle un certain nombre d'observations :

- L'étiage est généralisé pour l'ensemble du bassin versant pour la période de juin à septembre;
- Le régime du Gapeau est fortement contrasté ; les débits mensuels les plus faibles (juillet, août et septembre) sont environ dix fois inférieurs aux débits mensuels les plus élevés (janvier et février) ;
- On note une discordance positive ou négative entre la somme des débits du Gapeau à Solliès et du Real Martin et le débit observé sur le Gapeau à Hyères, traduisant ainsi des échanges non négligeables entre la rivière et les eaux souterraines.

Les débits moyens de la période d'été, pour les mois de juillet à septembre, sont présentés ci-dessous :

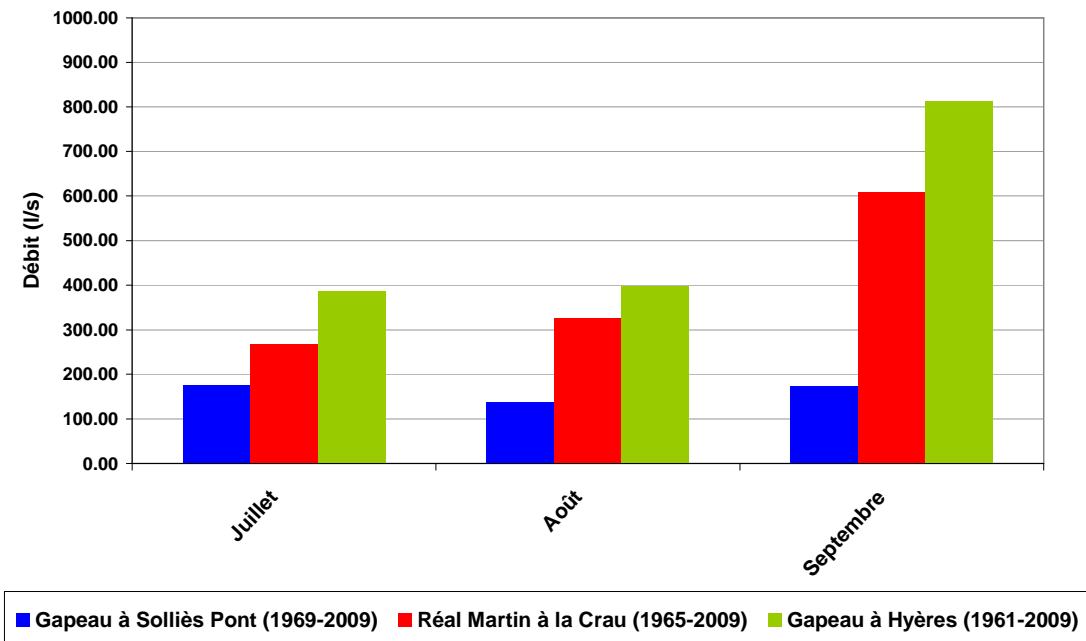


Figure 12 : Débit moyen mensuel d'été des 3 stations Diren, enregistré depuis plus de 40 ans.

1.1.2 Débits de référence aux différentes stations

<i>Débits en l/s</i>						
	Gapeau à Solliès Pont		Real Martin à La Crau		Gapeau à Hyères	
fréquence	biennale	quinquennale	biennale	quinquennale	biennale	quinquennale
1/10^{ème} du module	123		211		382	
QMNA	79	53	160	88	280	150
VCN3	41	26	80	36	210	130
VCN10	47	31	98	50	220	130
Alerte Plan Action Sécheresse :	65		127		-	
Crise Plan Action Sécheresse :	48		90		-	

Tableau 16 : Débit de référence (en l/s) des stations hydrométriques situées sur le BV du Gapeau, d'après les données fournies par la Banque Hydro.

1.1.3 Évolution récente des débits d'étiage

1.1.3.1 Tendances sur les 40 années d'observations aux stations

Afin d'évaluer les tendances sur les 40 dernières années, nous avons calculé les moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels de juillet, août et septembre, et des QMNA, sur les périodes complètes de mesures des 3 stations.

Ces moyennes mobiles permettent de « lisser » la représentation de l'évolution des débits mensuels, en s'affranchissant des variations interannuelles très fortes.

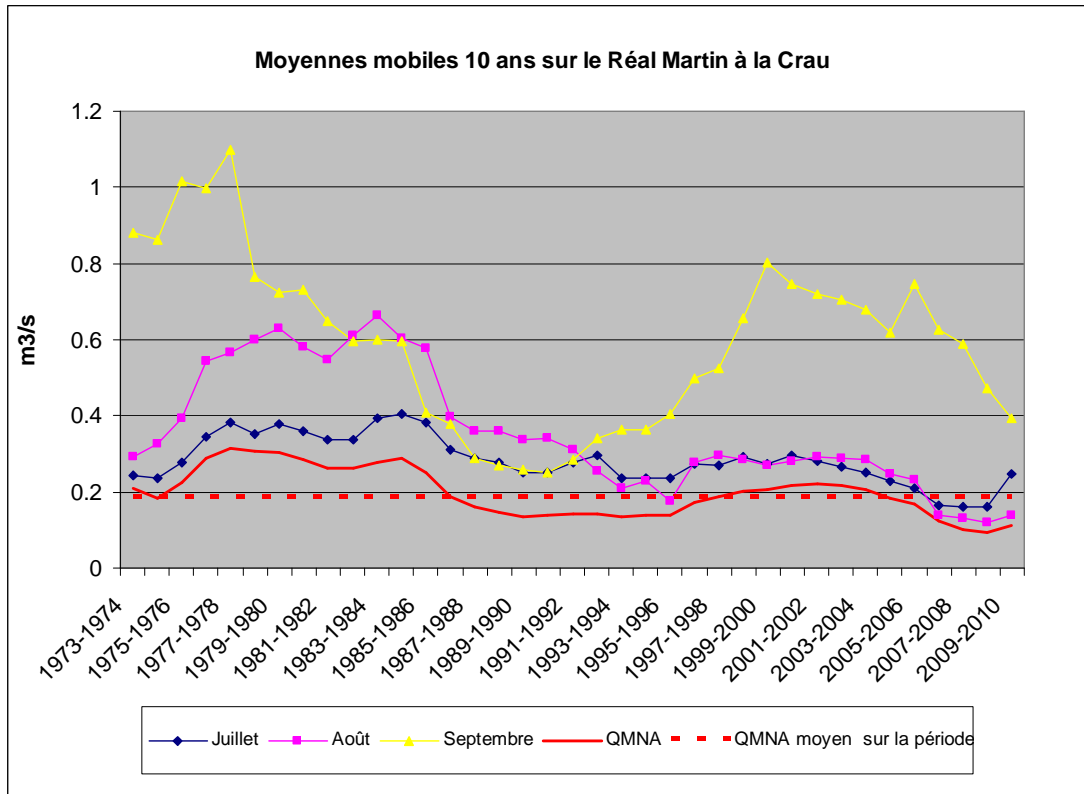


Figure 13 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d’été sur le Réal Martin à la Crau

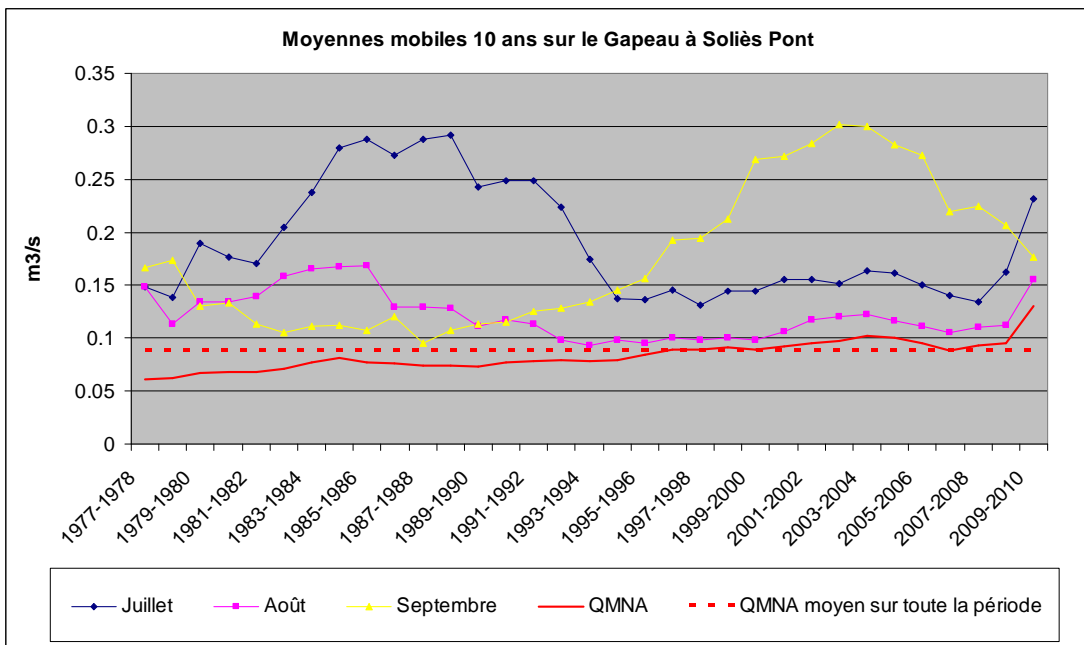


Figure 14 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d’été sur le Gapeau à Solliès Pont

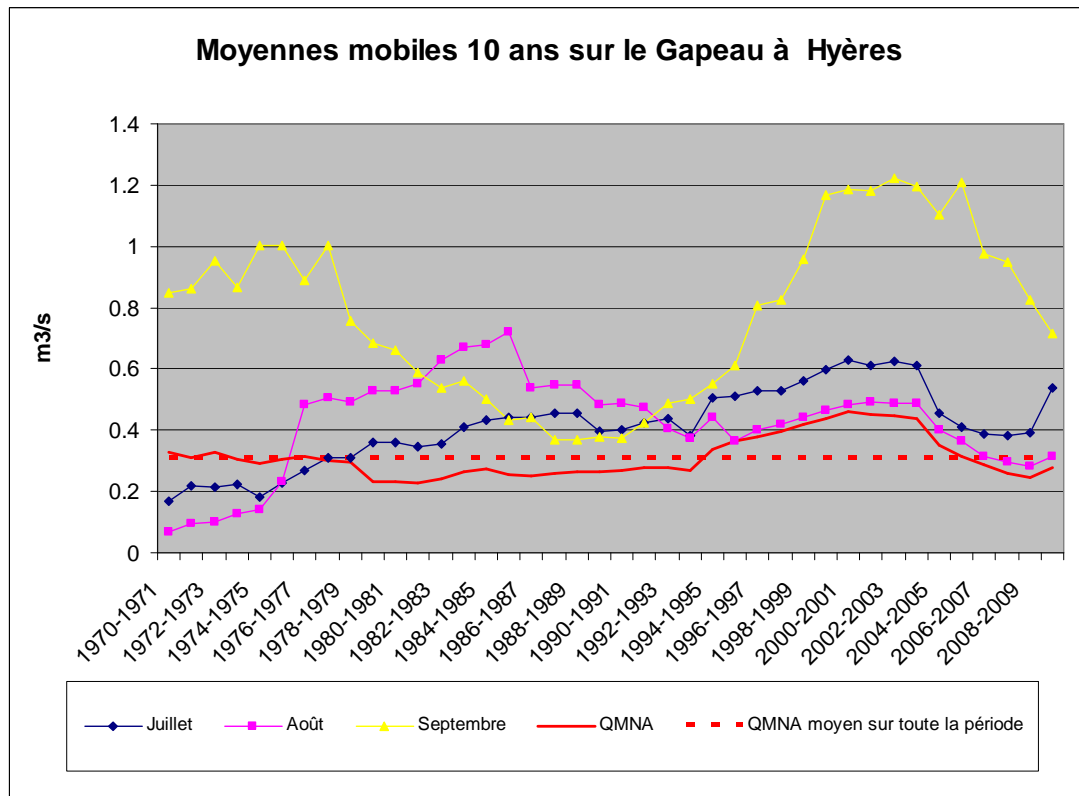


Figure 15 : Moyennes mobiles sur 10 ans des débits mensuels d'étiage sur le Gapeau à Hyères

Les tendances observées sont assez similaires pour le Réal et le Gapeau :

- Sur l'ensemble des stations, on a observé depuis environ trois décennies un décalage de l'étiage du mois de septembre vers le mois d'août.
- Bien que le mois d'août reste le mois de débit le plus faible, on note une tendance très récente, sur la dernière décennie, à **la remontée des débits mensuels de juillet et août**. À l'inverse, **le débit mensuel de septembre connaît une forte tendance à la baisse** sur cette même période.

Ainsi, sur la station du Gapeau à Solliès Pont, le débit mensuel de septembre est devenu plus faible que celui du mois de juillet.

Concernant l'évolution du QMNA, les tendances diffèrent en fonction des cours d'eau :

- **Sur le Réal, le QMNA est à la baisse** sur la dernière décennie, où il est deux fois inférieur à la moyenne calculée sur toute la période d'observation ;
- Sur le Gapeau à Solliès Pont, le QMNA connaît une hausse sur la période la plus récente. Les moyennes des dernières années sont supérieures à la moyenne sur toute la période d'observation ;

- Sur le Gapeau à Hyères, on observe également cette hausse récente du QMNA, mais dans une moindre mesure, puisque les moyennes sur la dernière décennie restent bien inférieures à la moyenne sur l'ensemble de la période.

1.1.3.2 Évolution depuis les 5 dernières années

Une comparaison des débits d'étiage (mois de juillet à septembre) sur les 5 dernières années avec les moyennes effectuées sur une période de 30 ans permet d'appréhender l'évolution la plus récente des débits d'étiage.

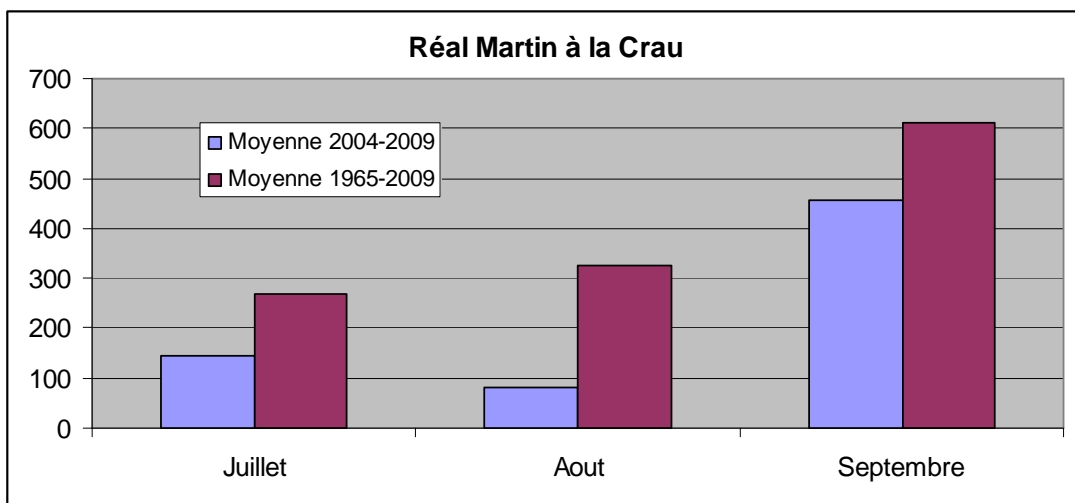


Figure 16: Évolution récente des débits d'étiage sur le Réal Martin à la Crau

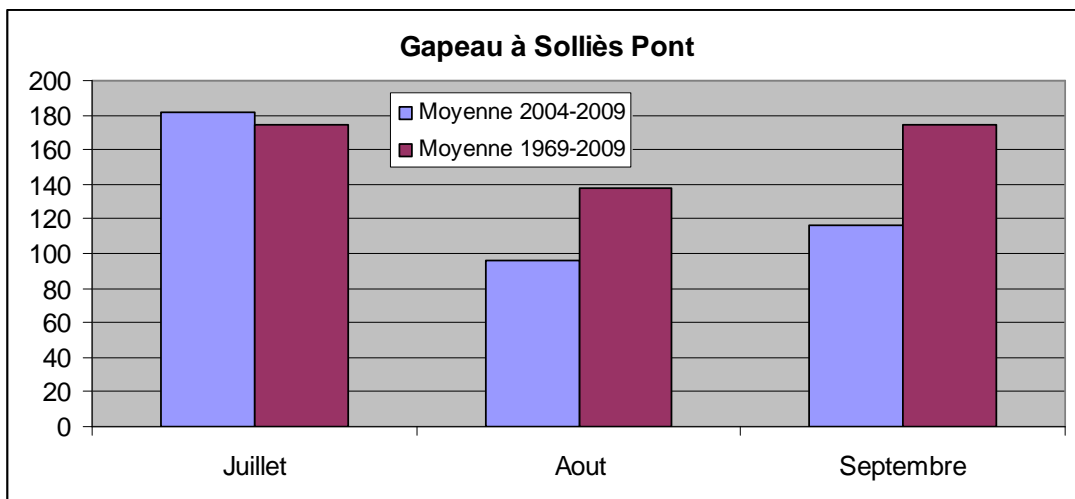


Figure 17 : Évolution récente des débits d'étiage sur le Gapeau à Solliès Pont

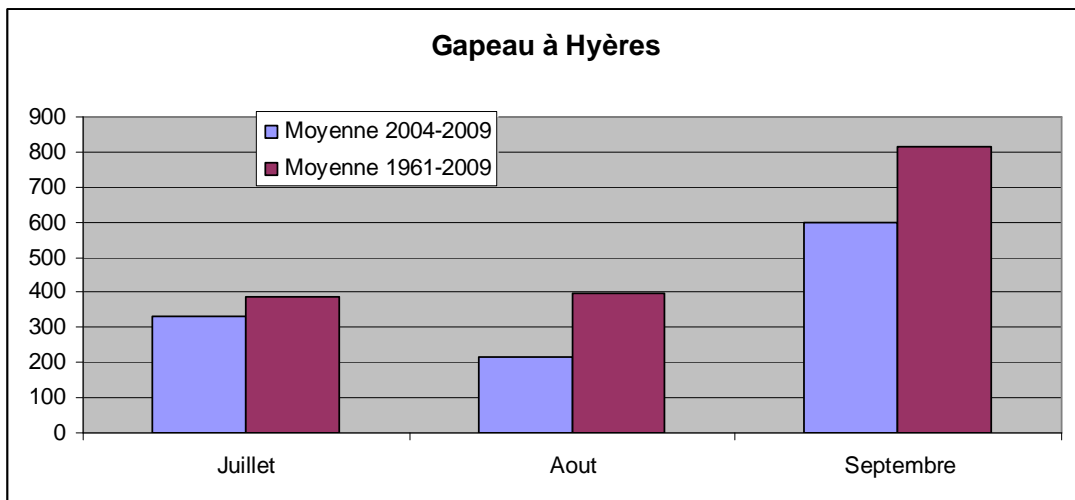


Figure 18: Évolution récente des débits d'étiage sur le Gapeau à Hyères

On note sur l'ensemble des stations, **pour les 5 dernières années**, une diminution assez nette des débits d'étiage (juillet à septembre).

Cette évolution est plus marquée sur le Réal (environ 45 % de diminution) que sur le Gapeau (25 % de diminution).

2

Reconstitution de l'hydrologie non influencée

Afin de quantifier la ressource en eau disponible, nous avons estimé les « débits naturels reconstitués » (DNR) en différents points du cours d'eau, c'est-à-dire les débits qu'on pourrait y mesurer en l'absence de prélèvements et de restitutions.

Une méthode de calcul analytique a été appliquée sur la base des prélèvements et restitutions mesurées par les campagnes d'août et septembre 2007. Cette méthode est la suivante :

1. Reconstitution des débits naturels de l'étiage 2007 par la prise en compte du bilan prélèvements/ restitutions, aux extrémités de chaque tronçon jaugé ;
2. Calcul des débits naturels **spécifiques** de l'étiage 2007, « discrétisés » par tronçon jaugé, permettant une prise en compte de la variation spatiale des échanges nappe-rivière (zones d'apport ou de pertes),
3. Reconstitution des QMNA5 naturels **aux stations hydrométriques** à partir des bilans des prélèvements et restitutions estimés lors de la campagne de 2007 ;
4. Calcul des QMNA5 naturels spécifiques « discrétisés » **aux extrémités de chaque tronçon piscicole homogène**, prenant en compte la variabilité spatiale des débits spécifiques observés en 2007 ;
5. Reconstitution des **QMNA5 naturels aux extrémités de chaque tronçon piscicole homogène** par application des QMNA5 spécifiques calculés dans l'étape précédente.

2.1 Choix des points de calcul

Les points de calculs des DNR ont été choisis aux extrémités de chaque tronçon piscicole homogène (voir PARTIE 4).

La localisation des points de calcul est présentée en page suivante.

Sur le 1^{er} tronçon du Réal Martin (tronçon REAL_A), deux points de calcul ont été ajoutés :

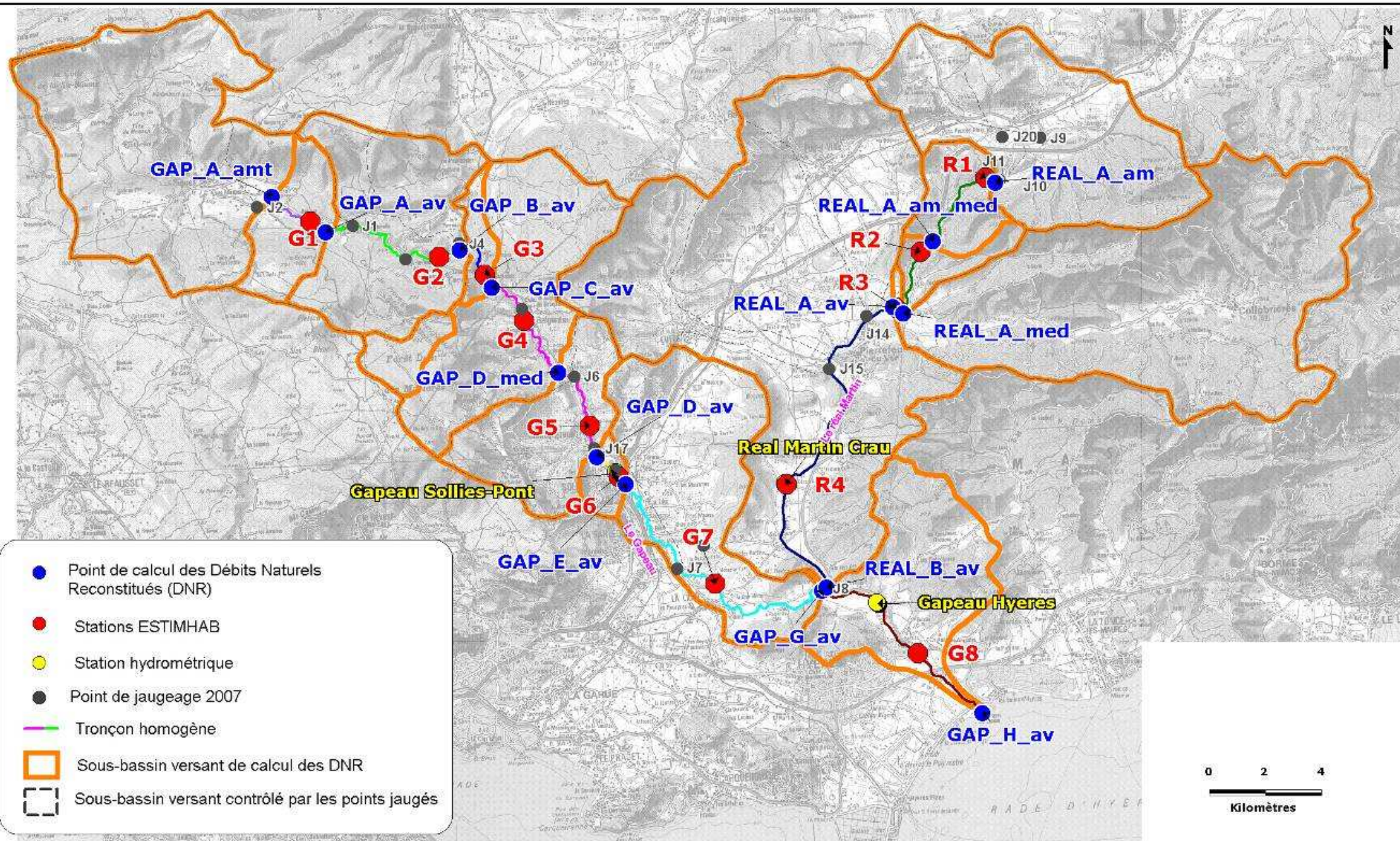
- REAL_A_am_med : implanté au milieu du tronçon près du hameau des Videaux
- REAL_A_med : immédiatement en amont de la confluence avec le Réal Collobier.

De la même façon, le point GAP_D_med a été ajouté au milieu du tronçon GAP_D, au droit du hameau des Conférences.

Les superficies des sous-bassins versants considérés pour le calcul des DNR sont les suivantes :

Tableau 17 : Superficies des sous-bassins-versants considérés pour le calcul des DNR

Sous-bassin versant	Surface BV (km²)
BV_REAL_A_am	51
BV_REAL_A_am_med	61
BV_REAL_A_med	66
BV_REAL_A_av	159
BV_REAL_B_av	290
BV_GAP_A_am	63
BV_GAP_A_av	75
BV_GAP_B_av	112
BV_GAP_C_av	121
BV_GAP_D_av	182
BV_GAP_E_av	185
BV_GAP_G_av	228
BV_GAP_D_med	160
BV_GAP_H_av	550



_MD00418_ESTMB_point_calcul_DNR.WOR - AS - Décembre 2010

Définition du débit minimum biologique du Gapeau et de ses affluents

Points de calcul des Débits Naturels Reconstitués (DNR)

Echelle :
1/180 000 ème

Source :
Scan100 IGN

2.2 Méthode de calcul des débits naturels reconstitués

La méthode consiste à reconstituer analytiquement aux stations hydrométriques le DNR sur la base des prélèvements et des apports observés en 2007 puis à extrapoler ce résultat aux autres stations du bassin versant.

2.2.1 Restitutions agricoles par les canaux

L'irrigation au sein du bassin versant du Gapeau se fait principalement par le biais de canaux gravitaires en terre. Une partie des eaux prélevées est restituée au cours d'eau. La quantification de ces restitutions s'avère difficile, du fait d'une forte dépendance au contexte local et aux modes d'irrigation pratiqués.

Quelques études se sont toutefois intéressées au sujet dans des contextes méditerranéens que l'on peut estimer assez proches de celui du Gapeau :

- Une étude a été réalisée en 2003 sur le sujet par l'École Supérieure Nationale d'Agronomie de Montpellier (ENSAM), et synthétisée au sein du mémoire de DEA « Les externalités de l'irrigation gravitaire - Identification – Quantification – Évaluation ». ⁽¹⁾

27 études de flux ont été menées sur différents périmètres irrigués gravitaires, situés en milieu méditerranéen. Les résultats des études de flux des restitutions de surface et en profondeur sont synthétisés dans le tableau suivant :

⁽¹⁾ Sources :

- « Les externalités de l'irrigation gravitaire - Identification – Quantification – Evaluation », Marwan Ladki, ENGEES, 2004
- « Fonctionnalités alternatives des réseaux d'irrigation gravitaire », ENSAM, 2003

Tableau 18 : Synthèse des restitutions d'eau en surface et en profondeur par l'irrigation gravitaire

	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Restitutions au milieu naturel (nappe et eaux de surface)	76 %	14 %	44 %	97 %
Restitutions à la nappe	40 %	15 %	20 %	70 %
Restitutions aux eaux de surface	36 %	16 %	4 %	60 %

- Le Canal de Carpentras réalise par ailleurs chaque année une étude de flux qui vise à quantifier de façon précise les volumes d'eau prélevés et restitués au milieu naturel. La répartition moyenne des volumes d'eau entrant dans le périmètre est la suivante :
 - 18% des volumes prélevés en tête sont utilisés par les plantes ;
 - 12% des volumes prélevés en tête retournent aux nappes via les irrigations gravitaires et les pertes en ligne du réseau en terre ;
 - **70% des volumes prélevés retournent aux milieux hydrauliques superficiels**

Au total, 82% des volumes prélevés en tête retournent au milieu soit par la nappe soit par les rivières

Les situations sur le bassin versant du Gapeau sont vraisemblablement très différentes d'un périmètre à l'autre. L'étude agricole permettra de préciser ces taux pour chaque périmètre.

Pour la suite des calculs on retiendra un taux moyen de restitution de 70%.

2.2.2 Reconstitution des débits naturels d'aout et septembre 2007 aux points de jaugeage des campagnes

Cette reconstitution a été effectuée par la prise en compte des prélèvements et restitutions, estimés à partir des campagnes de jaugeage d'aout et septembre 2007.

La reconstitution des débits naturels repose sur plusieurs hypothèses :

- Le débit reconstitué a été calculé de façon analytique, en prenant en compte la moyenne des prélèvements et restitutions mesurés lors des deux campagnes d'aout et septembre 2007.

On estime que ces valeurs moyennes représentent assez bien le fonctionnement du Gapeau lors d'un étiage sévère. Rappelons en effet que les périodes de réalisation des deux campagnes de mesure (août et septembre 2007) se distinguent par des débits journaliers particulièrement bas, inférieurs ou égaux au QMNA 5 ans « influencés » calculés par la banque Hydro (voir paragraphe PARTIE 21.2.2.2C- Conclusion sur le contexte de l'étiage 2007) ;

- On estime que les prélèvements dans l'aquifère d'accompagnement et sur des sources même situées à distance du réseau hydrographique principal se répercutent entièrement sur les débits de surface,
- On estime que le « delta » de débit observé pour chaque tronçon est uniquement lié à des pertes/apports naturels.
- On a intégré à ce débit reconstitué les apports du canal de Provence.

Dans ces conditions, le débit reconstitué à chaque station est donné par la formule suivante :

$$\text{Débit naturel reconstitué} = \text{Débit mesuré} + 0,3 * (\text{somme des prélèvements amont agricoles}) + \text{somme des prélèvements AEP} - (\text{somme des apports des rejets de STEP et apports extérieurs au BV}).$$

Les débits naturels reconstitués **spécifiques** ont ensuite été calculés à chaque point de jaugeage, pour la moyenne des débits naturels calculés lors des campagnes d'aout et septembre 2007.

Les résultats sont présentés ci-après :

Tableau 19 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Gapeau et du Réal– résultats des campagnes d'aout et septembre 2007

	Point de jaugeage	Cours d'eau	DNR moyen 2007 (l/s)	Surface du bassin versant (km ²)	DNR moyen 2007 spécifique (l/s/km ²)	
Gapeau	J4	Naï	50	11	4.43	
	J2	Latay	0	58	0.00	
	J1	Gapeau	73	75	0.97	
	J5	Gapeau	163	111	1.46	
	J6	Gapeau	189	160	1.18	
	Station Gapeau Solliès Pont	Y4604020	Gapeau	216	169	1.28
	J7	Gapeau	241	188	1.28	
	J8	Gapeau avant conflu Real	276	227	1.21	
	Station Gapeau Hyères	Y4624010	Gapeau	291	517	0.56
Réal	J10	Les Carnoules	37	13	2.80	
	J15	Meige Pan	0	22	0.00	
	J14	Merlancon	6	28	0.21	
	J11	Real Martin	128	51	2.51	
	J12	Real Martin	110	66	1.66	
	J13	Real Collobrier	0	91	0.00	
	Station Réal Martin La Crau	Y4615020	Real Martin	45	277	0.16
	J8R	Real avant conflu Gapeau	112	288	0.39	

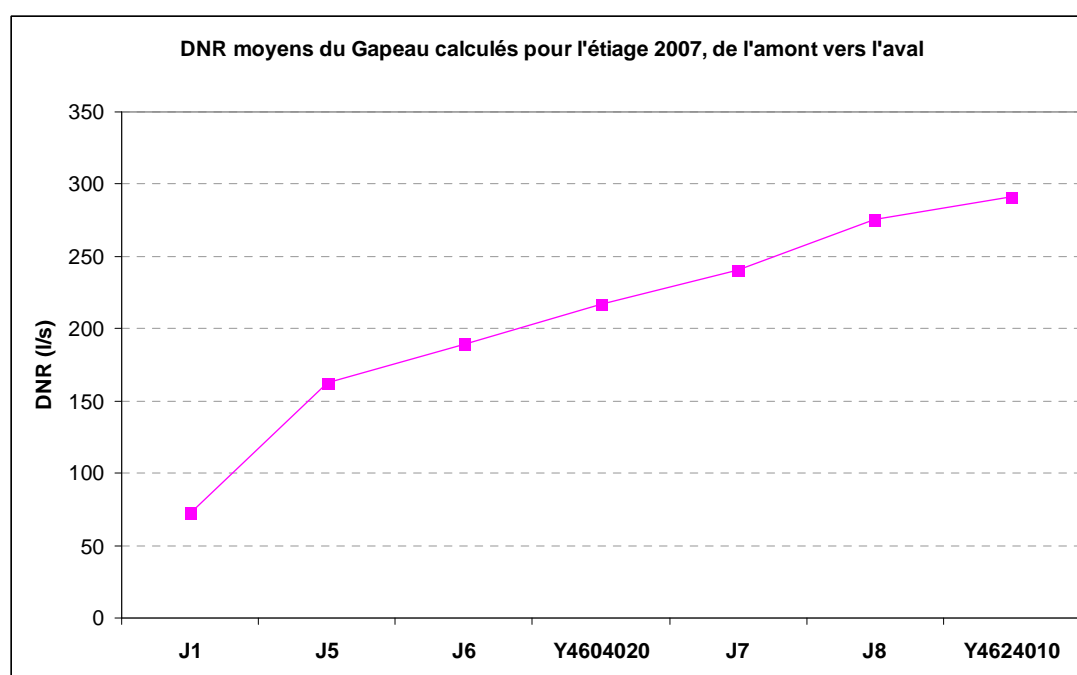


Figure 19 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Gapeau– résultats des campagnes d'aout et septembre 2007

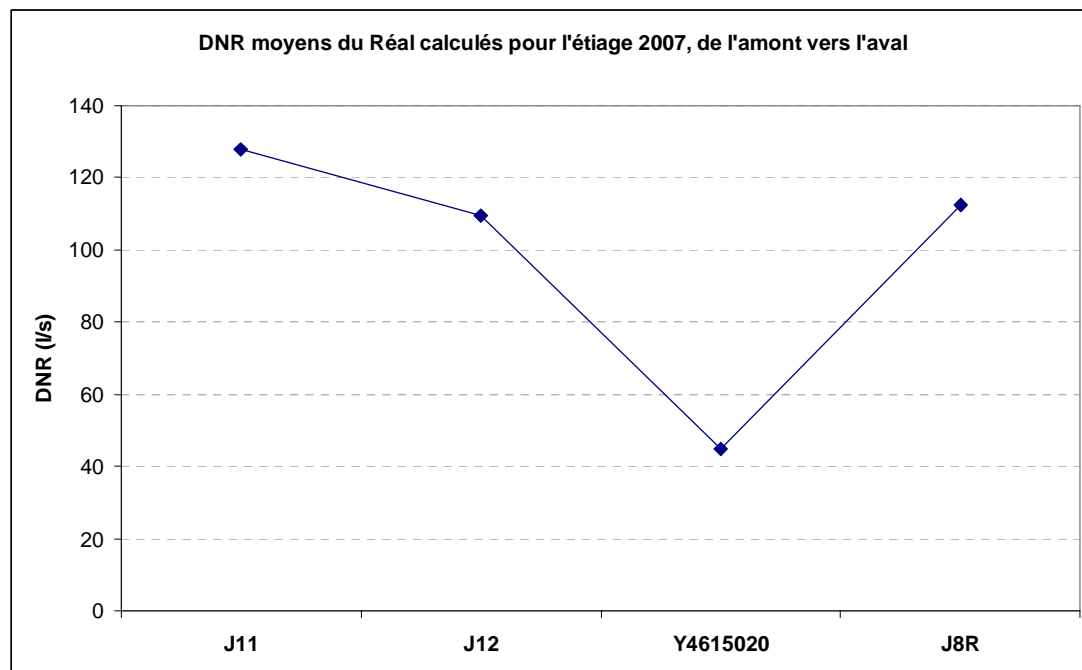


Figure 20 : Débits naturels reconstitués aux points de jaugeage du Réal– résultats des campagnes d’août et septembre 2007

On observe une forte hétérogénéité des débits naturels, traduisant des variations locales des échanges nappe – rivière (zones de pertes par infiltration ou d’apport) :

- Quelques affluents en tête des bassins versants sont en assec (débit nul) : c’est le cas du Réal Collobrier et du Meije Pan pour le bassin du Réal, du Latay pour le bassin du Gapeau ;
- A l’inverse, quelques zones de sources produisent des débits importants (Nai, Carnoules, source du Réal Martin) ;
- Le Real est caractérisé par des débits naturels assez élevés dans la partie haute du bassin versant, puis par une diminution très forte des débits spécifiques ,qui semblent témoigner d’une zone de perte par infiltration vers la nappe. Le débit chute en effet de 128 l/s au point J11, à 45 l/s à la station de la Crau (soit localement une perte de **83 l/s**). Le Réal est ensuite réalimenté par la nappe pour atteindre 112 l/s avant la confluence (+ **67 l/s**) ;
- Le Gapeau voit quant à lui ses débits s’accroître régulièrement de l’amont vers l’aval, ce qui peut être lié à une alimentation plus diffuse par la nappe. Les débits évoluent de 73 l/s à l’amont à 276 l/s avant la confluence avec le Réal, soit une augmentation de + **182 l/s**.

2.2.3 Reconstitution des QMNA5 naturels à chaque extrémité de tronçon homogène

La méthode de reconstitution appliquée est la suivante :

- Reconstitution des QMNA5 **aux stations hydrométriques** à partir :
 - des données statistiques de la Banque Hydro (calcul statistique des QMNA5) ;
 - de la prise en compte des prélèvements et restitutions sur la base des mesures effectuées pendant l'été 2007 ;
- Reconstitution des QMNA5 **à l'extrémité de chaque tronçon homogène**, par application de débits spécifiques tenant compte de la variabilité spatiale des échanges nappe-rivière, telle qu'elle a été appréhendée lors des mesures de 2007.

2.2.3.1 Reconstitution des QMNA5 naturels aux stations

Les valeurs non influencées reconstituées aux stations sont les suivantes :

Tableau 20 : QMNA5 naturels reconstitués aux stations

<i>Station</i>	<i>QMNA5 influencé (l/s)</i>	<i>Moyenne aout-septembre 2007 des prélèvements (l/s)</i>	<i>Moyenne aout-septembre 2007 des restitutions (l/s)</i>	<i>QMNA5 reconstitué (l/s)</i>	<i>QMNA5 reconstitué spécifique (l/s/km²)</i>
Gapeau Solliès Pont	53	400	267	186	1.10
Gapeau Hyères	150	723	633	240	0.46
Réal Martin	88	199	178	108	0.39

Les QMNA5 spécifiques du Gapeau et du Réal Martin présentent des valeurs très faibles au regard des ordres de grandeur rencontrés en contexte méditerranéen. Ces cours d'eau sont caractérisés par des étiages très sévères.

Ce constat d'ensemble étant réalisé, on peut différencier de façon assez nette les comportements en étiage des deux cours d'eau : le Réal Martin présente en effet des étiages bien plus sévères que le Gapeau avant la confluence. Son QMNA5 spécifique est environ 3 fois inférieur à celui du Gapeau. Ceci s'explique par la différence des relations nappe - rivière au sein de chaque bassin versant. En étiage, le Gapeau (avant confluence) serait plutôt alimenté par la nappe, à l'opposé du Réal qui perdrait des eaux superficielles par infiltration.

Enfin, la reconstitution des QMNA5 « non influencés » permet d'estimer la part nette des eaux prélevées, c'est-à-dire la part des eaux prélevées et non restituées au cours d'eau.

Au droit de la station de Hyères, qui contrôle la plus grande partie du bassin versant, les prélèvements nets sont de l'ordre de 90 l/s, soit environ **40 % du QMNA5 naturel**, estimé à 240 l/s.

2.2.3.2 Détermination des QMNA5 naturels aux extrémités de chaque tronçon homogène

La reconstitution des débits naturels de l'étiage de 2007 à chaque point de jaugeage a permis de mettre en relief la forte variabilité des débits spécifiques, liée aux différents types d'échanges entre la nappe et la rivière (alimentation ou perte en fonction des tronçons)

Afin de prendre en compte cette variabilité dans la reconstitution des QMNA5, nous avons appliqué aux QMNA5 spécifiques précédemment calculés aux stations un coefficient tenant compte de l'hétérogénéité spatiale observée pour les débits spécifiques 2007

Cette « discrétisation » par tronçon des QMNA5 spécifiques est présentée ci-après :

Tableau 21 : Calcul des QMNA5 spécifiques à chaque point de jaugeage

	Point de jaugeage	Cours d'eau	Station hydrométrique de référence	DNR spécifique moyen de l'étiage 2007 (l/s/km ²)	Coeff multiplicateur / station de référence	QMNA5 naturel spécifique (l/s/km ²)	
Gapeau	J1	Gapeau	Gapeau Solliès Pont	0,97	0,75	0,83	
	J2	Latay	Gapeau Solliès Pont	0,00	0,00	0,00	
	J4	Naï	Gapeau Solliès Pont	4,43	3,46	3,81	
	J5	Gapeau	Gapeau Solliès Pont	1,46	1,14	1,26	
	J6	Gapeau	Gapeau Solliès Pont	1,18	0,92	1,02	
	Station Gapeau Solliès Pont	Y4604020	Gapeau	Gapeau Solliès Pont	1,28	1,00	1,10
	J7	Gapeau	Gapeau Solliès Pont	1,28	1,00	1,10	
	J8	Gapeau avant conflu Real	Gapeau Solliès Pont	1,21	0,95	1,05	
	Station Gapeau Hyères	Y4624010	Gapeau	Gapeau Hyères	0,56	1,00	0,46
	J10	Les Carnoules	Réal Martin La Crau	2,80	17,33	6,77	
Réal	J11	Real Martin	Réal Martin La Crau	2,51	15,54	6,07	
	J12	Real Martin	Réal Martin La Crau	1,66	10,29	4,02	
	J13	Real Collobrier	Réal Martin La Crau	0,00	0,00	0,00	
	J14	Merlancon	Réal Martin La Crau	0,21	1,29	0,51	
	J15	Meige Pan	Réal Martin La Crau	0,00	0,00	0,00	
	Station Réal Martin La Crau	Y4615020	Real Martin	Réal Martin La Crau	0,16	1,00	0,39
	J8R	Real avant conflu Gapeau	Réal Martin La Crau	0,39	2,42	0,94	

Ces QMNA5 spécifiques sont calculés aux points de jaugeage 2007, qui ne correspondent pas exactement aux extrémités de chaque tronçon homogène retenues pour le calcul des DNR et des DMB.

Les calculs ont donc été réalisés par l'application de la grille de correspondance présentée ci-après :

Tableau 22 : Calcul des QMNA5 spécifiques à chaque extrémité de tronçon homogène

	Point de calcul des DMB/DNR	Surface BV (km ²)	Point de reference jaugé	QMNA5 spécifique (l/s/km ²)
Gapeau	BV_GAP_A_am	63	J1	0.8
	BV_GAP_A_av	75	J1	0.8
	BV_GAP_B_av	112	J5	1.3
	BV_GAP_C_av	121	J5	1.3
	BV_GAP_D_med	160	J6	1.0
	BV_GAP_D_av	182	Y4604020	1.1
	BV_GAP_E_av	185	Y4604020	1.1
	BV_GAP_G_av	228	J8	1.0
Réal	BV_GAP_H_av	550	Y4624010	0.5
	BV_REAL_A_am	51	J11	6.1
	BV_REAL_A_am_med	61	J12	4.0
	BV_REAL_A_med	66	J12	4.0
	BV_REAL_A_av	159	moyenneJ13J12	2.0
	BV_REAL_B_av	290	Y4615020	0.4

Les résultats sont les suivants :

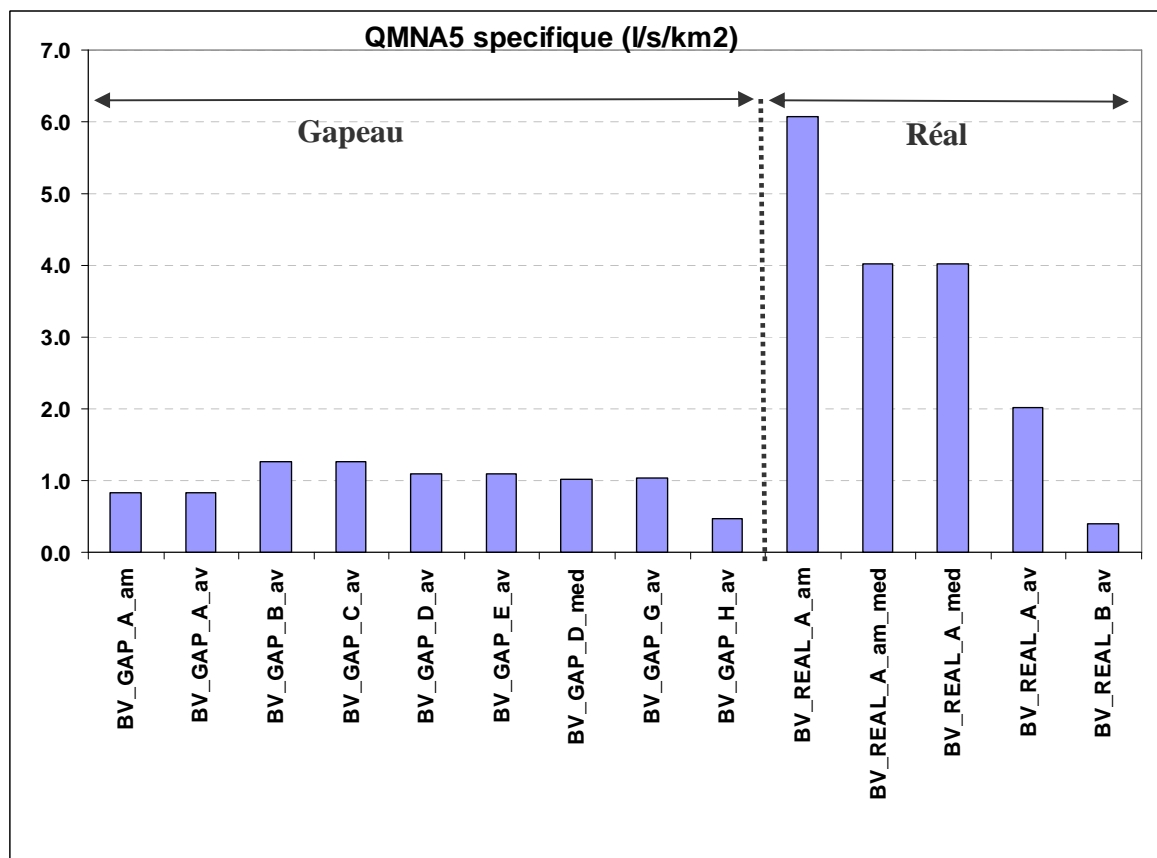


Figure 21 : QMNA5 spécifiques à chaque extrémité de tronçon homogène

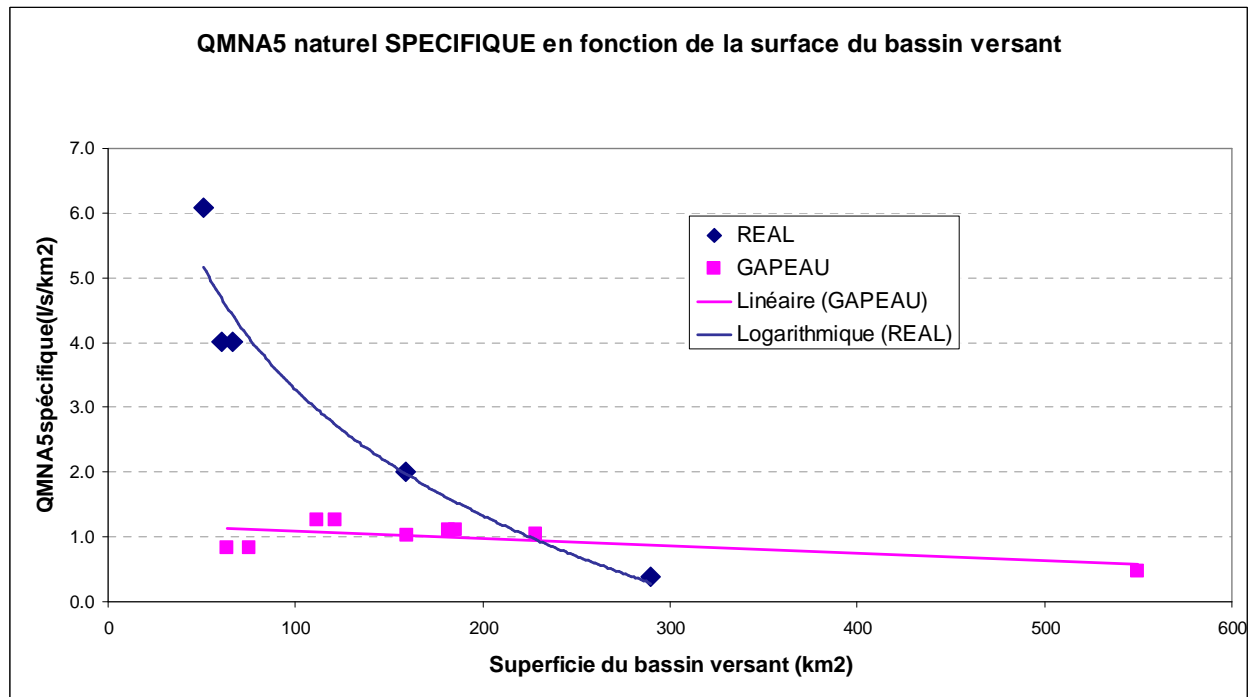


Figure 22 : QMNA5 spécifiques en fonction de la superficie du bassin versant

Les QMNA5 spécifiques sont compris entre 0,4 l/s/km² (extrémité aval du Réal) et 6 l/s/km² (extrémité amont du Réal, au droit des Carnoules)

On observe que :

- sur le Réal, les débits spécifiques sont très élevés à l'extrémité amont du bassin versant, caractérisé par des sources qui apportent de façon ponctuelle un débit important (Carnoules,...) Les débits spécifiques chutent ensuite drastiquement vers l'aval. A l'aval des apports ponctuels des sources, aucune alimentation significative par la nappe ne produit ; on a plutôt une tendance à la perte par infiltration ;
- à l'inverse, sur le Gapeau, le débit naturel spécifique est assez faible à l'extrémité amont. Il a ensuite tendance à augmenter vers l'aval, ce qui témoigne d'une alimentation assez régulière par la nappe. Le débit spécifique chute ensuite à l'aval de la confluence avec le Réal, du fait de l'influence du débit spécifique très faible de ce dernier.

2.3 Résultats

Les résultats des calculs des QMNA5 naturels reconstitués à l'extrémité de chaque tronçon homogène sont présentés ci après.

Rq : La dernière colonne grisée fait apparaître, pour information, les QMNA5 en appliquant un QMNA5 spécifique constant, calculé à partir des données aux stations. Ces valeurs sont écartées car elles ne prennent pas en compte l'hétérogénéité spatiale des relations nappe –rivière.

Tableau 23 : QMNA5 naturels reconstitués à chaque extrémité de tronçon homogène

<i>Méthode de calcul analytique sur la base des prélèvements et restitutions mesurées par la campagne de septembre 2007</i>					
	<i>Point de calcul des DMB/DNR</i>	<i>Surface BV (km²)</i>	<i>QMNA5 spécifique (l/s/km²)</i>	<i>QMNA5 reconstitué (l/s) discrétisé</i>	<i>QMNA5 reconstitué (l/s) qspec constant</i>
Gapeau	BV_GAP_A_am	63	0.8	53	70
	BV_GAP_A_av	75	0.8	63	83
	BV_GAP_B_av	112	1.3	141	123
	BV_GAP_C_av	121	1.3	153	134
	BV_GAP_D_med	160	1.0	163	176
	BV_GAP_D_av	182	1.1	201	201
	BV_GAP_E_av	185	1.1	205	205
	BV_GAP_G_av	228	1.0	239	252
	BV_GAP_H_av	550	0.5	255	255
Réal	BV_REAL_A_am	51	6.1	309	20
	BV_REAL_A_am_med	61	4.0	245	24
	BV_REAL_A_med	66	4.0	267	26
	BV_REAL_A_av	159	2.0	320	62
	BV_REAL_B_av	290	0.4	113	113

Les résultats sont présentés sous forme graphique et dans la carte « Présentation des débits naturels reconstitués », en pages suivantes :

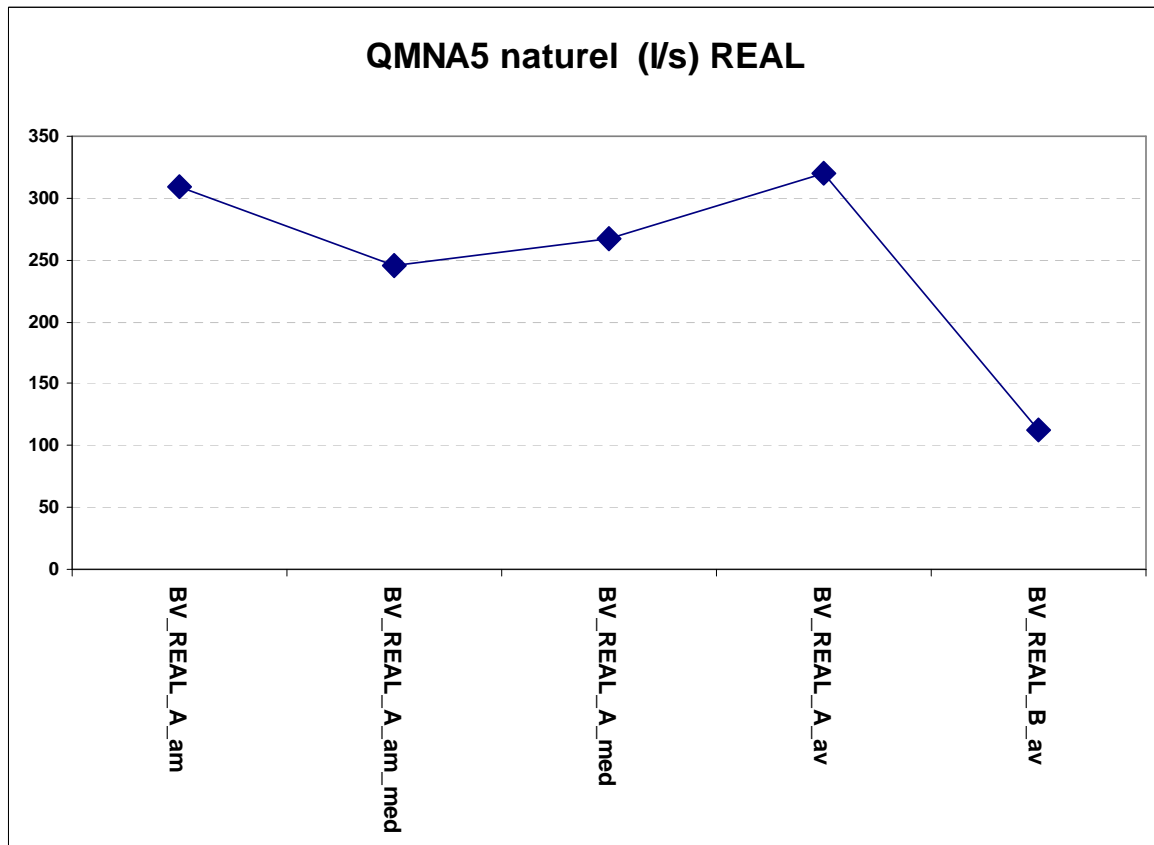


Figure 23 : QMNA5 naturel reconstitué sur le Réal

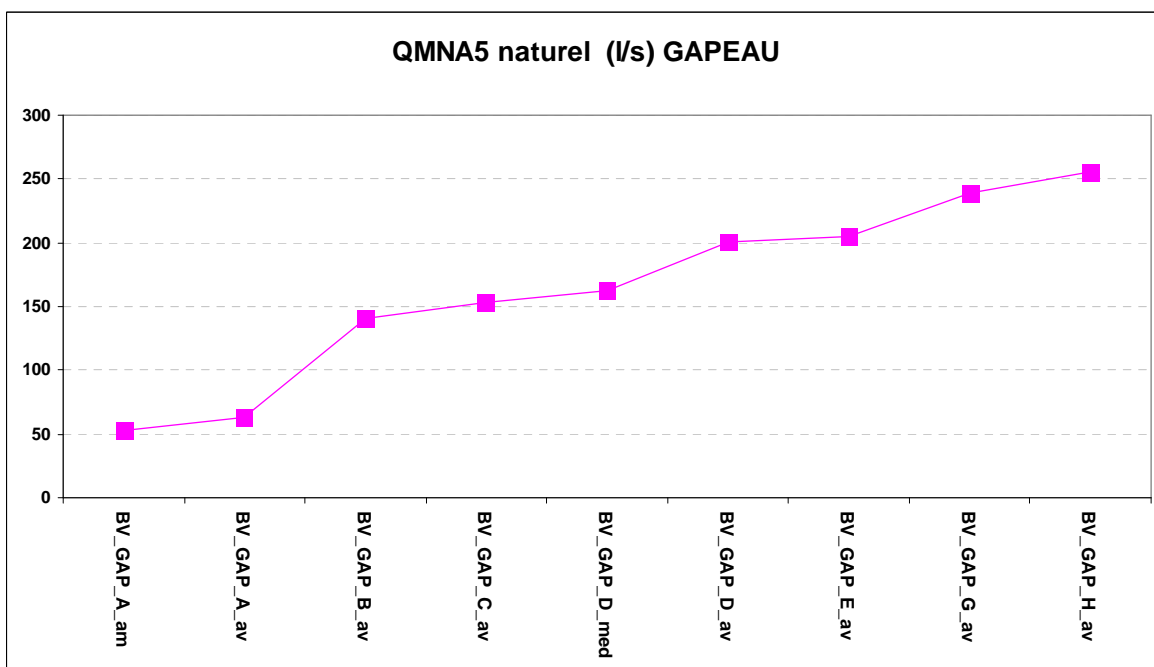
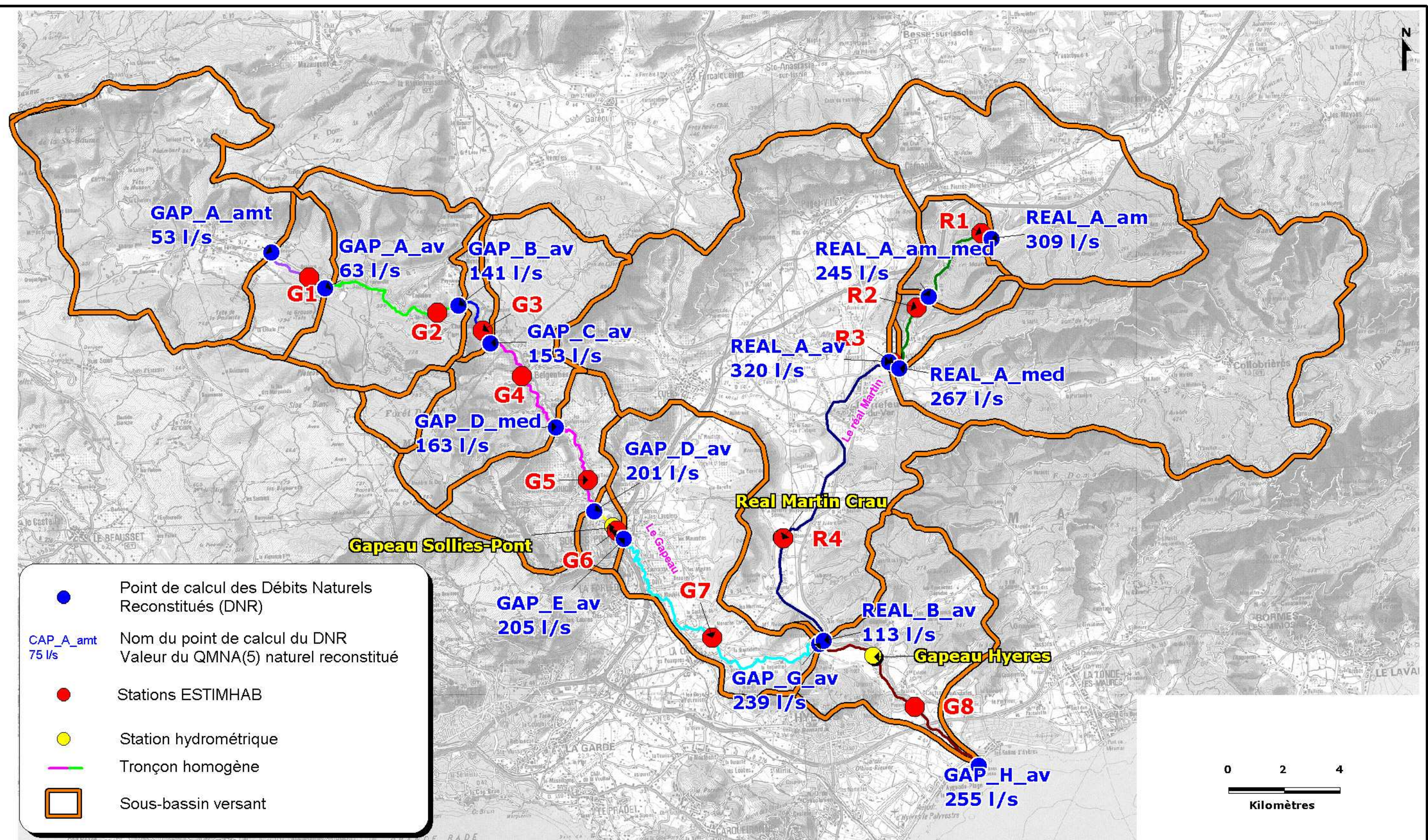


Figure 24 : QMNA5 naturel reconstitué sur le Gapeau



- Point de calcul des Débits Naturels Reconstitués (DNR)
- CAP_A_amt
75 l/s
- Stations ESTIMHAB
- Station hydrométrique
- Tronçon homogène
- Sous-bassin versant

_MD00418_ESTMB_estimation_DNR.WOR - AS - Décembre 2010

Définition du débit minimum biologique du Gapeau et de ses affluents

Estimation des Débits Naturels Reconstitués (DNR) pour le QMNA(5)

Echelle :
1/180 000 ème

Source :
Scan100 IGN

SAFEGE
Ingénieurs Conseils
MD00418

Remarques :

- Nous avons également envisagé pour le calcul du débit naturel reconstitué l'utilisation d'un modèle de transformation de pluie en débit, par l'intermédiaire du logiciel LOI EAU, développé par le CEMAGREF.

Ce modèle de transformation des pluies en débit permet de générer, en tout point d'un réseau hydrographique, les chroniques des débits mensuels. Les données d'entrée sont constituées des pluies régionales, de l'occupation du sol et de la géologie du bassin versant.

Il est toutefois apparu après une visite au CEMAGREF que l'utilisation de ce modèle n'était pas adaptée au calcul d'un débit naturel sur le Gapeau.

Le modèle est en effet calé sur les données hydrométriques mesurées aux stations du réseau, qui sont constituées des débits influencés par les prélèvements. Les résultats obtenus ne représentent donc pas les débits naturels « hors influence ».

- On peut souligner quelques réserves dans la méthode analytique utilisée pour la reconstitution du QMNA5 naturel, caractérisée par une généralisation de la situation particulière observée en 2007 concernant :
 - les prélèvements et restitutions
 - les échanges nappe-rivière

Il faut cependant noter que le contexte de l'été 2007 a été marqué par un étiage sévère et des débits très proches du QMNA5. Ce contexte particulier semble donc favorable à la méthode analytique appliquée.

2.4 Discussion des résultats au regard de l'hydrogéologie

2.4.1 Sectorisation du bassin versant

A partir des débits naturels reconstitués et des débits spécifiques d'étiage, le réseau hydrographique principal du bassin versant est découpé en 14 secteurs :

- 9 tronçons principaux pour le Gapeau ;
- 5 tronçons principaux pour le Réal ;

	Point de calcul des DMB/DNR	Surface BV (km ²)	Point de référence jaugé	QMNA5 spécifique (l/s/km ²)	QMNA5 reconstitué (l/s) discrétisé	Commentaire
Gapeau	BV_GAP_A_am	63	J1	0.8	53	Apports depuis les versants Pertes au profit de la nappe de la CRAU
	BV_GAP_A_av	75	J1	0.8	63	
	BV_GAP_B_av	112	J5	1.3	141	
	BV_GAP_C_av	121	J5	1.3	153	
	BV_GAP_D_med	160	J6	1.0	163	
	BV_GAP_D_av	182	Y4604020	1.1	201	
	BV_GAP_E_av	185	Y4604020	1.1	205	
	BV_GAP_G_av	228	J8	0.4	239	
	BV_GAP_H_av	550	Y4624010	0.5	255	
Réal	BV_REAL_A_am	51	J11	6.1	309	Apports depuis les versants Pertes au profit de la nappe de CUERS Pertes au profit de la nappe de la CRAU
	BV_REAL_A_am_med	61	J12	4.0	245	
	BV_REAL_A_med	66	J12	4.0	267	
	BV_REAL_A_av	159	moyenne J13J12	2.0	320	
	BV_REAL_B_av	290	Y4615020	0.4	113	

Pour le Gapeau des pertes significatives au profit des eaux souterraines ne sont observées qu'en aval de la confluence avec le Réal. Par contre la nette baisse des débits spécifiques en aval de Solliès-Pont, dans la nappe alluviale de la Crau, illustre une infiltration préférentielle des eaux au profit de la nappe et au détriment de l'alimentation des eaux superficielles.

Pour le Réal l'alimentation de la plaine de Cuers se traduit par une diminution de débit spécifique après la zone d'alimentation initiale correspondant à la diminution des apports et à une perte au profit des eaux souterraines de la plaine de Cuers. Les pertes les plus importantes se produisent, comme pour le Gapeau, dans la plaine alluviale de la Crau mais en amont de leur confluence.

Le flux souterrain entre les stations BV_GAP_G_av et BV_GAP_H_av peut être évalué par la méthode de Darcy à 100/140 l/s, ce qui correspond à peu près au déficit superficiel du Gapeau en aval de la confluence avec le Réal.

Une part du flux souterrain issu des pertes quitte le bassin versant par l'ouest pour atteindre la plaine alluviale littorale de Hyères en passant par le nord de la Crau. Ce flux n'est pas quantifié en l'absence de données suffisamment détaillées.

Les pertes au profit de la nappe peuvent être considérées comme incompressibles en ce sens que le flux des pertes est nécessaire au maintien des niveaux de nappe. L'abaissement des nappes conduit à augmenter les flux de pertes. Il sera donc nécessaire d'affiner la connaissance des niveaux piézométriques et des conditions de relation avec les écoulements superficiels.

D'autre part le flux souterrain et le flux des pertes du Gapeau en aval participent de façon majeure à l'alimentation des captages AEP de Hyères. L'enjeu dans ce secteur tient autant à l'alimentation des captages qu'à la maîtrise du biseau salé. Le débit total des captages en pointe estivale étant supérieur de 50 à 100% au flux du Qmna5.

2.4.2 Données à acquérir

Sur la base du constat des relations nappes/rivière mises en évidence, il apparaît nécessaire de mieux connaître les nappes en question.

Les enjeux les plus importants concernent :

- ✓ La nappe alluviale de Hyères en aval, exploitée pour l'AEP ;
- ✓ La nappe alluviale autour de la Crau avec deux enjeux distincts : la prise en compte des projets de captage AEP sur les ressources en aval, la connaissance des termes du bilan hydrogéologiques avec les échanges entre bassins versants souterrains ;
- ✓ La nappe de Cuers est réputée peu productive et présente des enjeux moins importants.

Dans l'ordre de priorité les études et mesures à mettre en place porteront sur deux thèmes principaux :

- ✓ **La nappe alluviale en aval de Hyères :**
Les besoins portent sur le fonctionnement global, nécessitant de préciser la structure des alluvions, hétérogène d'amont en aval, les modes d'alimentation avec les conditions d'échange Gapeau-nappe, les conditions de gestions de l'exploitation de la ressource et la maîtrise du biseau salé.
Deux piézomètres contrôlent déjà la zone et des points complémentaires ne sont pas nécessaires.
Par contre la connaissance de l'aquifère nécessitera :
 - ◆ Des investigations géologiques pour préciser le modèle conceptuel de fonctionnement ;
 - ◆ Des piézométries nivelées tenant compte dans leur interprétation des hétérogénéités lithologiques ;
 - ◆ Des mesures de salinité tenant compte des hétérogénéités lithologiques ;

-
- ◆ Des quantifications des échanges Gapeau-nappe sur la base notamment de jaugeages sériés ;
 - ◆ La mise en place d'un modèle numérique de gestion explicitant le fonctionnement du système et permettant une gestion inter-saisonnière de la nappe par les alimentations. La zone d'étude s'étendra sur l'ensemble de la zone influencée, au delà des strictes limites du bassin versant topographique de manière à prendre en compte l'ensemble des conditions aux limites ;
 - ✓ **La nappe alluviale autour de la Crau** avec deux enjeux distincts : la prise en compte des projets de captage AEP sur le fonctionnement des ressources en aval, et la connaissance des termes du bilan hydrogéologiques avec les échanges possibles vers l'ouest, entre bassins versants souterrains.
La connaissance des variations piézométriques n'est actuellement assurée par aucun point de contrôle.
La connaissance de l'aquifère nécessitera :
 - ◆ Des investigations géologiques et des piézométries nivelées pour préciser le fonctionnement et les relations entre les niveaux de nappe et les impacts sur les débits superficiels ;
 - ◆ Des quantifications des échanges Gapeau-nappe sur la base notamment de jaugeages sériés ;
 - ◆ Un modèle de nappe dans le secteur devant être exploité par Hyères avec pour objectif de quantifier les incidences sur le Gapeau pour différent régime d'exploitation ;
 - ◆ La mise en place d'un point de suivi continu des niveaux de nappe. Il peut être envisagé 2 points :
 - Un point à proximité de la potentielle zone AEP de Hyères ;
 - Un point en amont de la Crau
 - ✓ **La nappe de Cuers** est réputée peu productive, avec une géologie peu favorable. Elle présente des enjeux moins importants.
Il ne paraît pas nécessaire d'y installer un point de suivi ;
 - ✓ En amont de la nappe à Solliès-Pont, au débouché du Gapeau dans la plaine, le puits AEP des Sénès peut constituer un point de contrôle périodique du niveau souterrain.

Dans la partie amont du Gapeau comme du Réal, les enjeux ne paraissent pas suffisants pour justifier des études détaillées des apports de versant. Toutefois tout nouveau projet de développement des prélèvements, dans le lit majeur comme dans les aquifères des versants, devra quantifier les impacts attendu et vérifier leur adéquation à la qualité du milieu et aux autres usages.

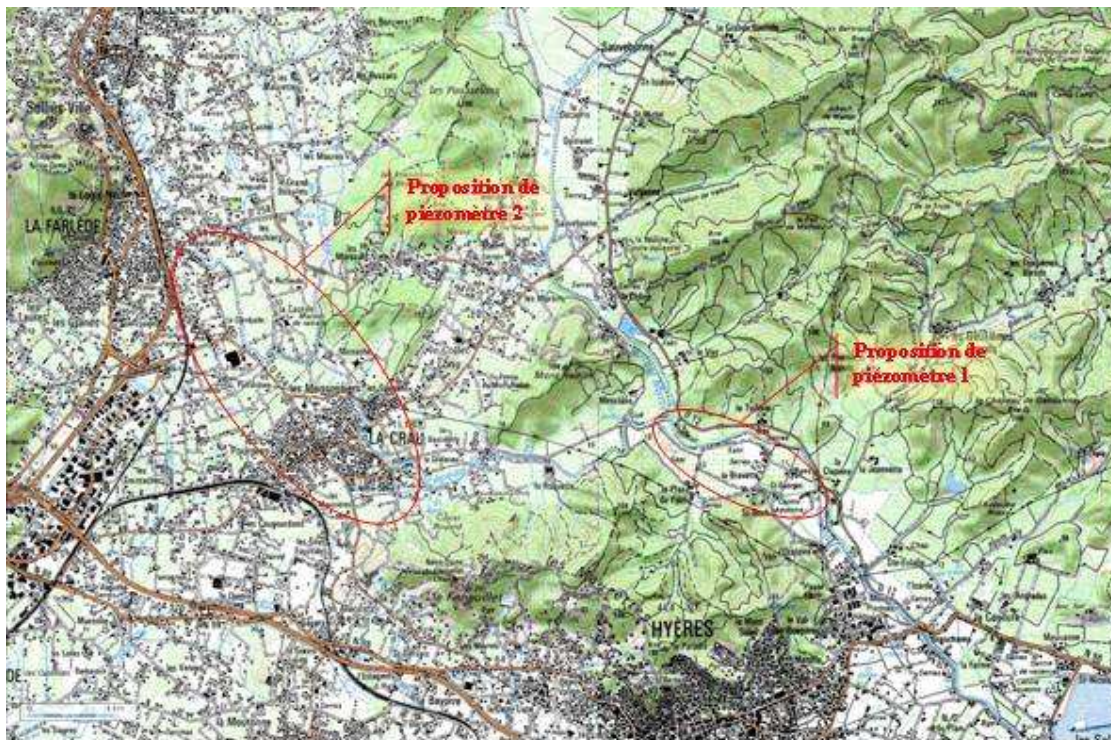


Figure 25 : Proposition de points de contrôle complémentaires des niveaux de nappe

PARTIE 4

**DÉTERMINATION
DES DEBITS MINIMUM BIOLOGIQUES**

1

Introduction

Les débits minimum biologiques ont été définis par mise en œuvre de la méthode EstimHab.

Cette 4^{ème} partie présente successivement :

- Le principe d'Estimhab
- La méthode proposée pour la définition des débits minimum biologiques par station à partir des courbes Estimhab
- La présentation du milieu naturel et le choix des stations EstimHab en découlant
- Les Débits minimum Biologiques proposés

2 ESTIMHAB

2.1 Principe

L'application de la méthode Estimhab a été validée afin de conduire à la définition du débit minimum biologique. Cette méthode simplifiée est issue des concepts de base des méthodes microhabitats et développée par le laboratoire d'hydroécologie quantitative du CEMAGREF de Lyon.

Cette méthode décrit l'évolution des conditions physiques du cours d'eau (habitabilité) en fonction de différents débits.

A partir de levés de terrain effectués à deux débits différents sur une même station, elle permet de déterminer, pour la gamme des débits compris entre les deux valeurs pour lesquelles ont été réalisés les levés, la meilleure valeur de la surface utile et ce, pour des espèces données ou pour des associations d'espèce.

2.2 Méthodologie

La méthode s'applique à deux débits différents la largeur mouillée et la hauteur d'eau moyenne sur le tronçon de cours d'eau. Les largeurs et hauteurs moyennes à tout débit sont extrapolées à partir de ces mesures, il faut donc choisir les **débits les plus contrastés possible**, l'extrapolation n'en sera que meilleure.

Les relevés de terrain consistent alors aux mesures d'une centaine de hauteurs locales, à la mesure de la taille du substrat dominant et à celle de la largeur en une quinzaine de sections du tronçon environ.

L'estimation de la qualité de l'habitat et de ses modifications se fait sur un tronçon de cours d'eau (typiquement de 15 à 30 fois la largeur afin de couvrir une à plusieurs séquences de type radier-mouille, lorsqu'elles existent).

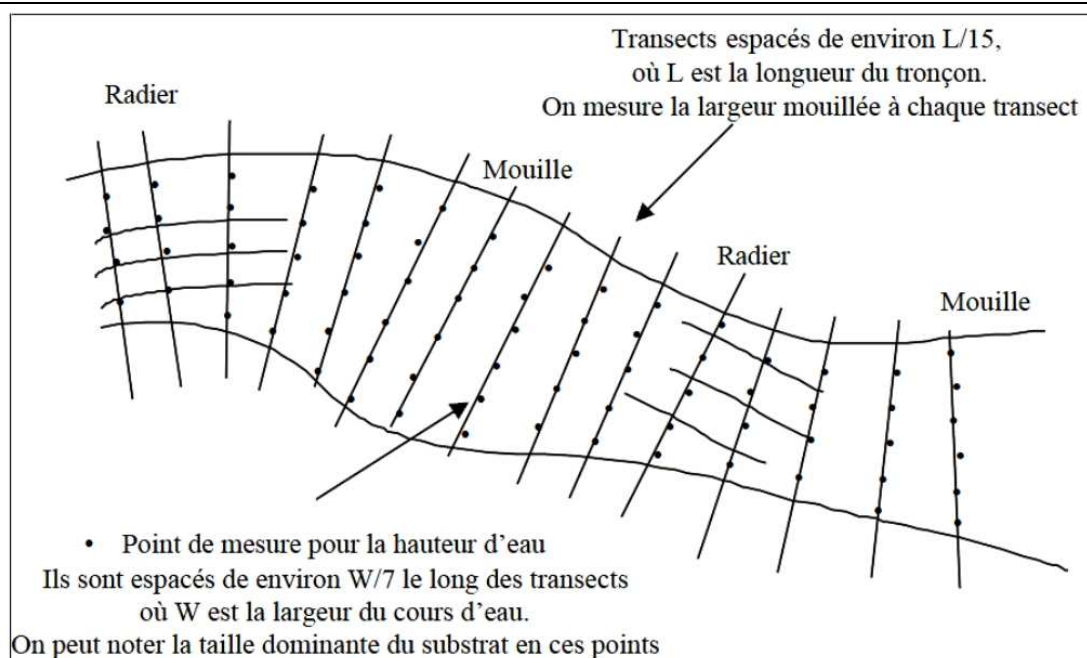


Schéma montrant l'emplacement des points de mesure sur un tronçon - CEMAGREF

Pour assurer la simplicité de la mise en œuvre de la méthode sur le terrain, l'espacement entre les points de mesures est défini en nombre de pas. Par exemple, sur un tronçon long de 100 pas et large de 15 pas, on choisira un transect tous les 7 pas (environ $100/15$), dont on mesurera la largeur mouillée (décamètre ou mire) ; le long de chaque transect on fera une mesure de hauteur (tige graduée) et de granulométrie dominante (estimation visuelle) tous les 2 pas (environ $15/7$).

Il est alors nécessaire pour la bonne réalisation de ces mesures que :

- Les hauteurs d'eau permettent le déplacement à pied dans le cours d'eau des opérateurs sur l'ensemble de la station
- La turbidité de l'eau permette la caractérisation de la granulométrie dominante (estimation visuelle)

2.3 Domaine de validité

La méthode est applicable sur des cours d'eau de climats tempérés à morphologie naturelle ou peu modifiée (hors débit), de pente $< 5\%$.

Les caractéristiques physiques et hydrologiques du domaine de validité sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Détermination des volumes maximum prélevables

Caractéristiques	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0.2	13.1
Largeur à Q50 (m)	5.15	39.05
Hauteur à Q50 (m)	0.18	1.45
Substrat D50 (m)	0.02	0.64

Tableau 24 : Gamme de simulation générale

Caractéristiques	Minimum	Maximum
Débit médian Q50 (m ³ /s)	1.00	152.00
Largeur à Q50 (m)	7.00	139.00
Hauteur à Q50 (m)	0.25	2.25
Substrat D50 (m)	0.01	0.33

Tableau 25 : Gamme de simulation par guildes et pour les espèces Saumon Atlantique et Ombre

Les résultats sont inféodés à la pertinence des courbes hydrauliques des espèces qui ont été utilisées pour construire le modèle. Compte-tenu des peuplements piscicoles particuliers sur les fleuves côtiers méditerranéens, peu de courbes sont disponibles pour consolider les résultats.

2.4 Limites

Estimhab est une méthode d'extrapolation simplifiée où les modèles biologiques sont allégés. L'abondance d'une espèce n'est pas seulement liée aux conditions d'habitat (déjà limitées à la hauteur d'eau, la largeur du cours d'eau, la taille du substrat et le débit) mais aussi aux autres facteurs abiotiques, tels que le régime thermique, la qualité de l'eau ou le régime trophique et à l'historique du cours d'eau. Ainsi les conditions hydrauliques ne conditionnent pas à elles seules la réponse du peuplement piscicole.

3

Choix des stations de mesure

3.1 Méthode pour le choix des stations

Définition des tronçons homogènes d'un point de vue piscicole

Un tronçon homogène représente un linéaire de cours d'eau de plusieurs kilomètres où l'on considérera d'un point de vue théorique, que le peuplement piscicole est homogène car :

- il fait partie d'un même contexte piscicole,
- il présente un contexte géomorphologique homogène,
- il présente un débit homogène.

Dans les faits la nature des peuplements au sein d'une zone homogène pourra être modifiée par des sources de pollution, des prélèvements, ...

La définition des tronçons homogènes est réalisée sur la base de données cartographiques.

Définition des stations d'étude au sein des tronçons homogènes d'un point de vue piscicole

Il s'agit d'implanter ensuite une station Estimhab sur chaque tronçon homogène.

Une station Estimhab représente un tronçon de cours d'eau de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.

Les résultats obtenus sur cette station seront extrapolés à tout le tronçon homogène.

La localisation de la station sur le tronçon est faite sur le terrain en fonction des critères suivants :

- représentativité des faciès d'écoulement par rapport au tronçon,
- évitement de l'influence d'aménagement,
- accessibilité et sécurité en vue des campagnes de mesure.

Lors de l'existence sur un tronçon répondant aux critères précédents d'un point particulier (Station DIREN, station contrôle DCE, point de référence du SDAGE...) on s'appuiera sur ce point.

Suite à une visite de terrain réalisée en mars, une première proposition de 13 stations a été faite par SAFEGE/TREO.

Le secrétariat Technique (ONEMA, Fédération de Pêche, Maître d'ouvrage, Agence de l'Eau et DTM) qui s'est réuni le 5 mai 2010 a fait évoluer cette proposition (1 station a été supprimée et 5 stations ont été déplacées).

Aucune station n'a été proposée sur le Réal Collobrier en raison des assecs connus sur son linéaire aval.

3.2 Points de suivi et point particulier

Suivi des débits

Le suivi de l'hydrologie du Gapeau est assuré par trois stations hydrométriques gérées par la DIREN :

- Gapeau à Solliès-Pont
- Réal Martin à la Crau (Décapris)
- Gapeau à Hyères (Ste Eulalie)

Station DCE : Référence et Surveillance

- Gapeau à Hyères : Pont de la DFL
- Le Gapeau à Belgentier : Aval Village / Parc

Point de référence du SDAGE

- Gapeau à Solliès-Pont
- Réal Martin à la Crau (Décapris)

3.3 Tronçons homogènes piscicoles

Sur la base des données présentées dans la partie 1, 9 tronçons homogènes piscicoles sont définis :

- 7 sur le Gapeau,
- 2 sur le Réal.

Ils sont présentés par la carte suivante.

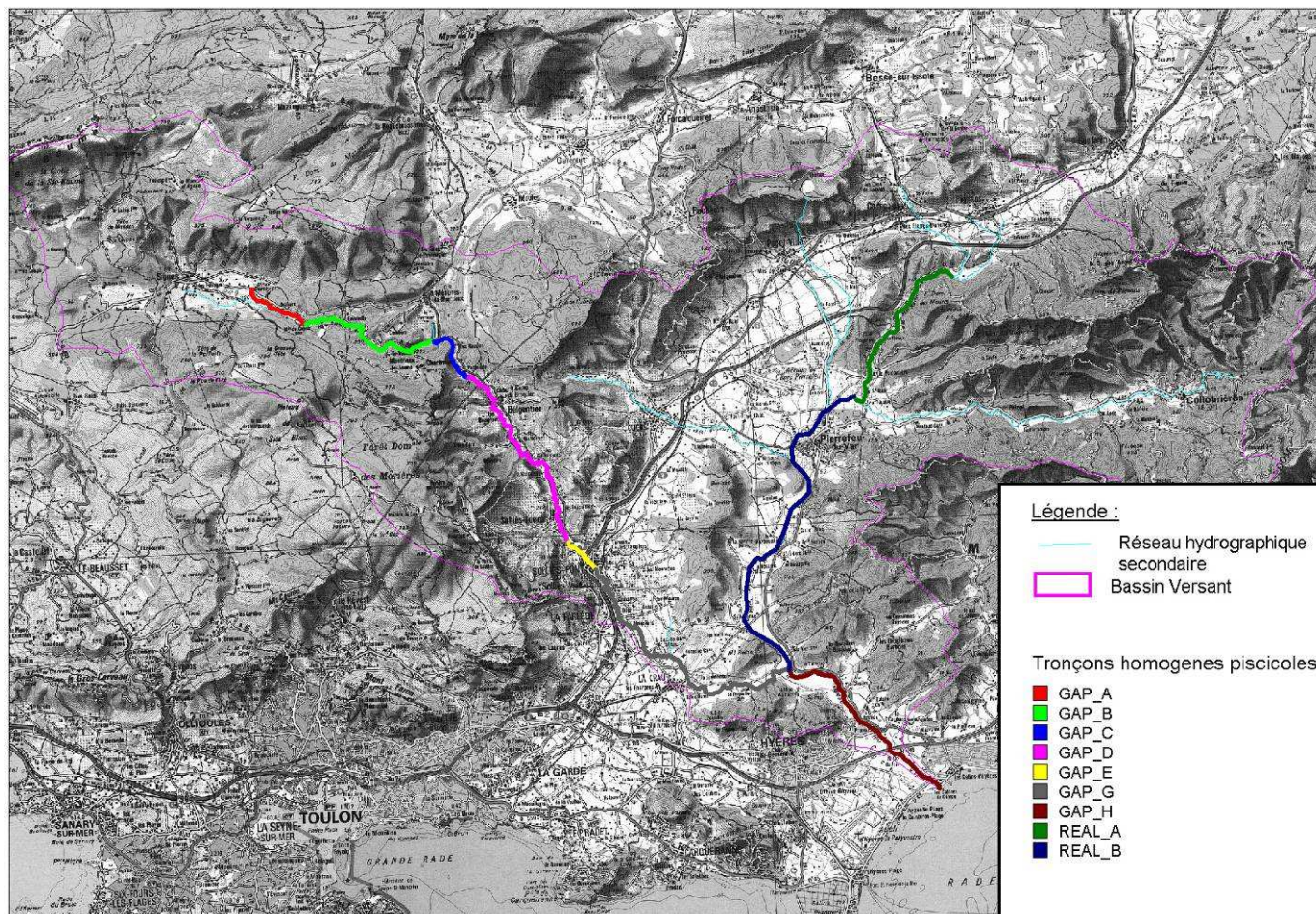


Figure 26 : Présentation des tronçons homogènes piscicoles

3.4 Stations retenues




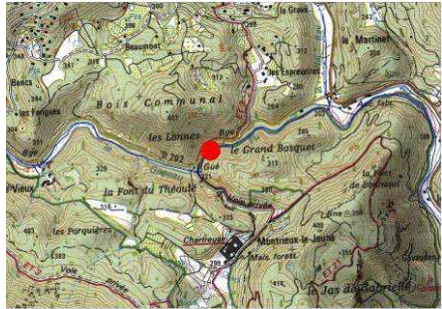
Chacun des 9 tronçons est suivi par au moins une station.

GAP D, REAL A et REAL B sont suivis par 2 stations du fait de leur longueur importante.




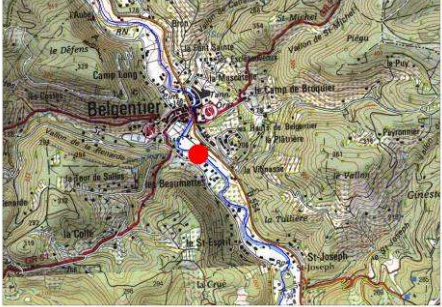
Au total, les 12 stations de mesures permettent de balayer l'ensemble des caractéristiques physiques et géomorphologiques du bassin versant.

Les stations ont été positionnées sur la Figure 3.


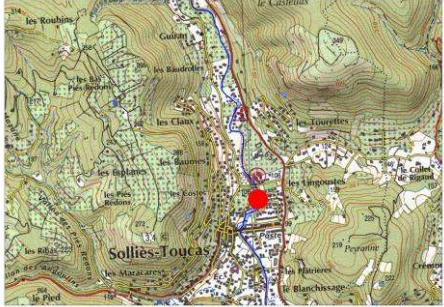

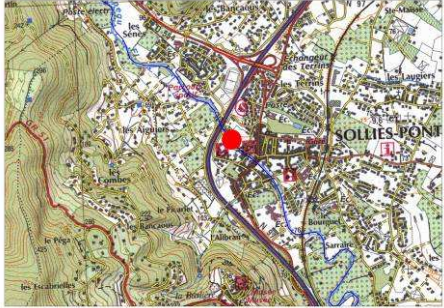
Détermination des volumes maximum prélevables

N° Station	Code Tronçon Homogène	Faciès principal	Commentaire	Point existant	Photographie	Localisation
G1	GAP-A	Plat courant	Station située en aval de Beaupré	-		
G2	GAP-B	Plat courant et rapide	Station située en aval du gué	-		





Détermination des volumes maximum prélevables

<p>G3</p>	<p>GAP-C</p>	<p>Radier</p>	<p>Station située en amont du pont du Pachoquin</p>	<p>-</p>		
<p>G4</p>	<p>GAP-D</p>	<p>Radier Lotique</p>	<p>Station située au niveau du parc de Belgentier-</p>	<p>Point de Contrôle DCE</p>		


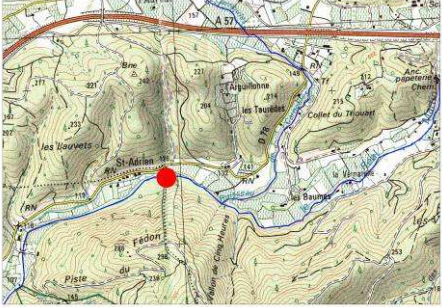


Détermination des volumes maximum prélevables

<p>G5</p>	<p>GAP-D</p>	<p>Plat lentique</p>	<p>Station située en aval du pont du cimetière</p>	<p>-</p>		
<p>G6</p>	<p>GAP-E</p>	<p>Chenal lentique</p>	<p>Station située en aval du pont de l'autoroute (A 57)</p>	<p>Point de référence SDAGE et Station de mesure de débit DIREN</p>		





Détermination des volumes maximum prélevables

<p>G7</p>	<p>GAP-G</p>	<p>Radier Lotique</p>	<p>Station située au niveau du château Monache</p>	<p>Suivi du canal Jean Natte</p>		
<p>G8</p>	<p>GAP-H</p>	<p>Chenal lentique</p>	<p>Station située au pont de la Division Française Libre</p>	<p>Point de contrôle DCE</p>		

Détermination des volumes maximum prélevables

<p>R1</p>	<p>REAL_A</p>	<p>Radier lotique</p>	<p>Station située en aval du seuil (hameau Saint- Adrien)</p>	<p>-</p>		
<p>R2</p>	<p>REAL_A</p>	<p>Plat courant</p>	<p>Station située en aval du Gué du lieu-dit les Vidaux</p>	<p>-</p>		

Détermination des volumes maximum prélevables

<p>R3</p>	<p>REAL_B</p>	<p>Radier Plat</p>	<p>Station située dans le Coude au lieu-dit le Mollo Trocado</p>	<p>-</p>		
<p>R4</p>	<p>REAL_B</p>	<p><i>Lotique</i></p>	<p>Station située en aval du lieu-dit « Le Décapris »</p>	<p>Point de référence SDAGE et Station de mesure de débit DIREN</p>		

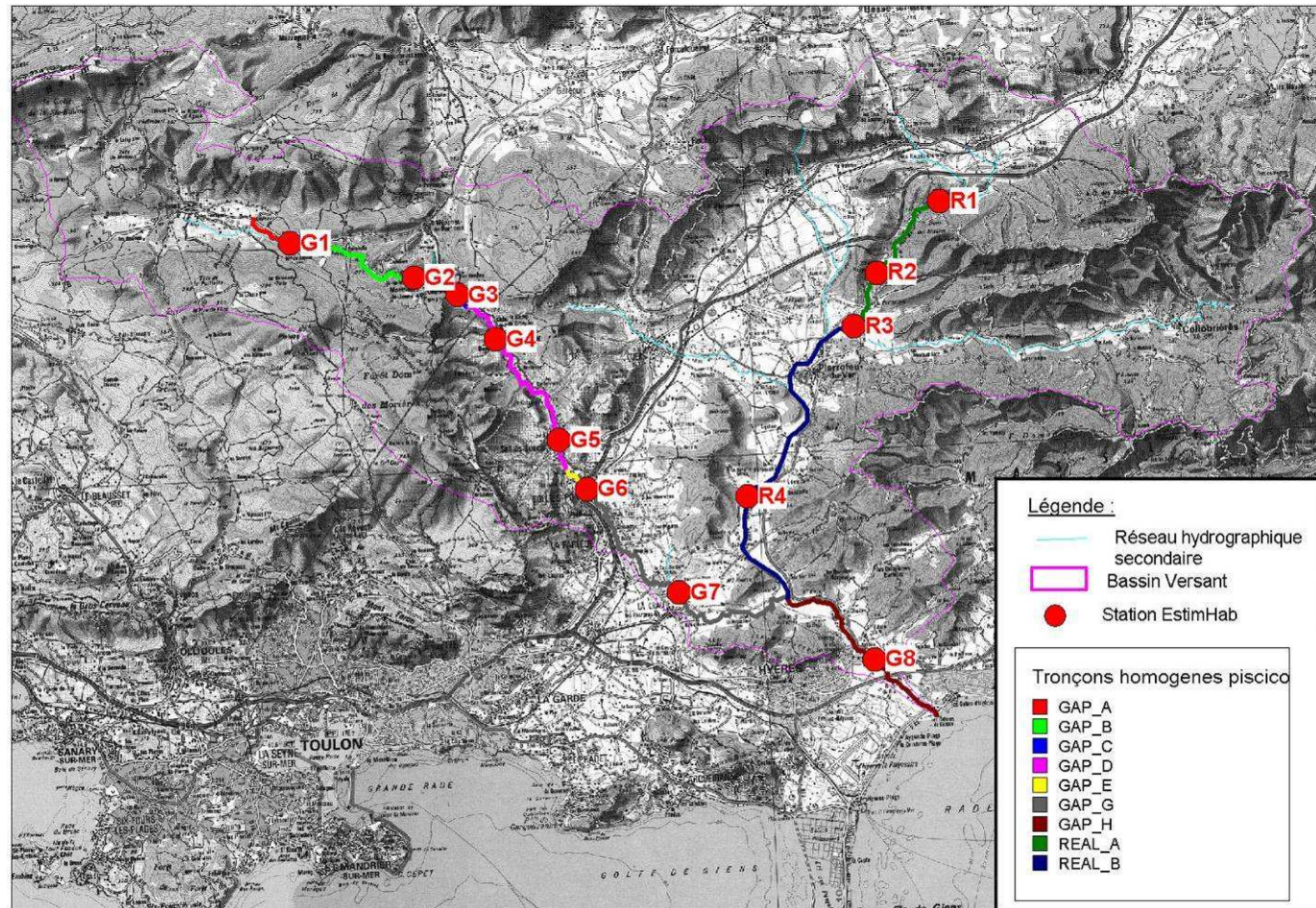


Figure 27 : Localisation des jaugeages, des contextes piscicoles et morphologiques et proposition des stations Estimhab

3.5 Méthode d'intervention

3.5.1 Prospections sur site

3.5.1.1 Équipes et dates d'intervention

Première campagne de mesures : du 17 au 19 mai 2010, Aurélie Sagnier (Safège), Michel Vallet (TEREO).

Seconde campagne de mesure : du 3 au 9 août 2010, Aurélie Sagnier (Safège), Anne Dos Santos (TEREO)

3.5.1.2 Définition des stations de mesures

La méthode a été appliquée sur 12 stations réparties sur le bassin versant et validée en comité de pilotage en phase préalable.

3.5.1.3 Levé des caractéristiques hydrauliques

La géométrie hydraulique des stations est réalisée au cours de deux campagnes à débits différents.

Les données mesurées au cours de ces campagnes sont :

- débit
- hauteur d'eau
- largeur mouillée
- taille du substrat

4

Méthode pour la définition des débits minimum biologiques

4.1 Choix des espèces

Deux approches sont développées : par espèce et par guildes d'habitat.

Les guildes d'habitat regroupent les espèces qui ont en commun des préférences d'habitats comme par exemple la loche franche, le chabot et le barbeau fluviatile juvénile regroupés dans la guildes du faciès radier. La part biologique du modèle repose sur des courbes de préférences pour les espèces de cours d'eau.

L'approche par espèces prédit la surface utilisable en fonction du débit pour une espèce donnée. Seules les espèces présentes dans le Gapeau et disponibles dans le modèle sont analysées. Il s'agit de :

- La truite fario (selon deux catégories : adultes et juvéniles)
- Le vairon

La modélisation pour la truite fario n'est possible que pour les cours d'eau à truite, selon la classification de Huet. Cette classification se base sur la pente et sur la largeur des cours d'eau. Plusieurs des stations étudiées, plutôt situées dans la partie aval du bassin (à l'exception de la station amont du Gapeau, dans la plaine de Signes) sortent donc de la zone à truite.

L'approche par guildes permet de compléter cette liste avec plusieurs des autres espèces présentes dans le bassin versant du Gapeau.

- Guildes « radier » : les espèces citées dans la méthodologie pour cette guildes (loche franche, chabot, juvéniles de barbeau fluviatile) sont absentes du Gapeau.
- Guildes « chenal » : blageon, truite.
- Guildes « mouille » : anguille, perche soleil, perche, gardon, chevaine adulte. La plupart des gros cyprinidés peuvent être intégrés à cette guildes (carpe carassins, rotengle, brèmes), ainsi que les carnassiers (brochet, sandre).

- **Guilde « berge » ou « rive »** : les goujons, les vairons, les jeunes truites, les jeunes chevaines et blageons font partie de cette guilde.

Parmi les espèces constituant le peuplement du Gapeau et de ses affluents, le barbeau méridional peut être intégré aux guildes "chenal" et "mouille" compte-tenu des données bibliographiques dont on dispose sur la biologie et le comportement de l'espèce.

Les données piscicoles disponibles sur le bassin versant permettent de constituer les peuplements en place détaillés sur la carte ci-dessous.

La partie amont du bassin versant est peuplée par des espèces d'eaux courantes (truite de rivière, vairon, barbeau méridional), la partie aval est quant à elle peuplée de cyprinidés d'eau calme (brème, carpe, gardon) et de carnassiers (perche, brochet, sandre).

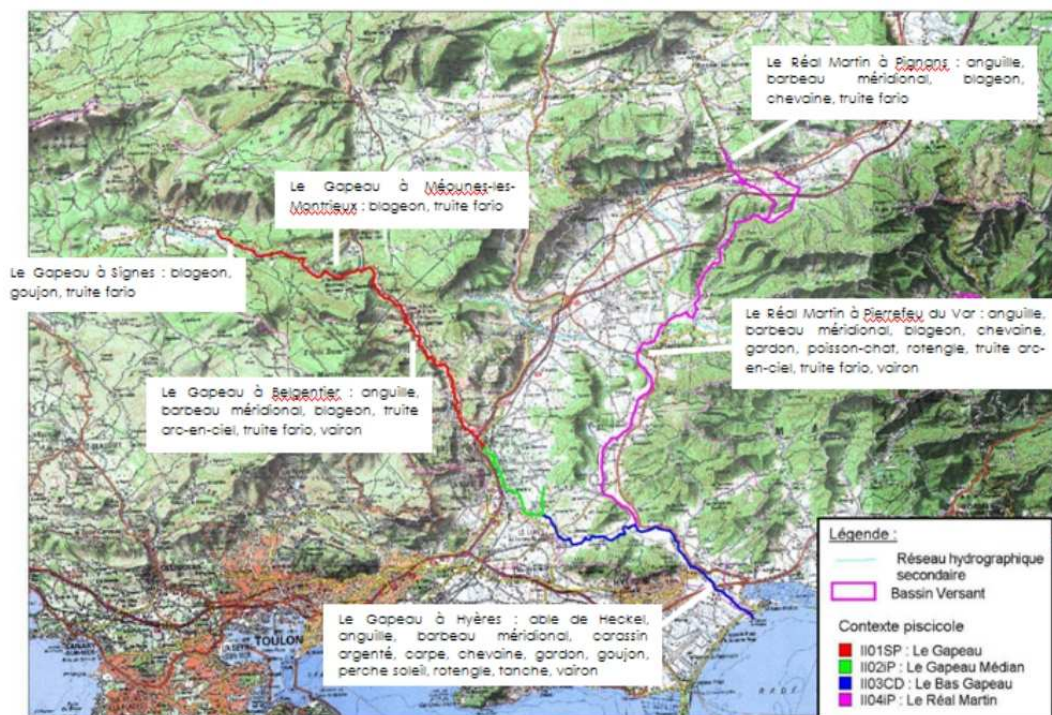


Figure 28 : Distribution spatiale de la composition des peuplements piscicoles

Les courbes disponibles pour la modélisation Estimhab sont peu adaptées aux peuplements piscicoles des cours d'eau côtiers méditerranéens.

Compte-tenu des compositions des peuplements et des courbes disponibles les espèces cibles définies pour l'étude sont :

- La truite de rivière pour le bassin versant amont du Gapeau jusque Méounes-les-Montrieux et du Réal Martin à Pignans ;

- Le blageon pour le bassin versant aval au travers des guildes chenal (blageon adulte) et rives (blageon juvénile).

4.2 Définition du DMB à partir de la courbe Estimhab.

Les courbes EstimHab permettent de qualifier la réponse du milieu à des variations de débit.

Pour définir à partir de ces courbes un débit minimum biologique, c'est à dire un débit susceptible de garantir le bon État Écologique, deux éléments sont pris en compte :

- du point d'inflexion observé sur les courbes Estimhab qui indique le débit pour lequel, l'habitabilité du cours d'eau chute de façon importante,
- de la valeur d'habitabilité du QMNA5,
- de la gamme de débit pour laquelle l'optimum d'habitabilité est atteint pour l'espèce cible.

La définition du débit minimum biologique prendra en compte :

- La position relative du point d'inflexion : d'une manière générale, si le point d'inflexion est situé pour des débits supérieurs au QMNA5 reconstitué, les marges de réduction de la SPU tolérables seront très faibles.
- La forme de la courbe,
- Les risques d'uniformisation des vitesses,
- Les risques d'assec pour les radiers,
- ...

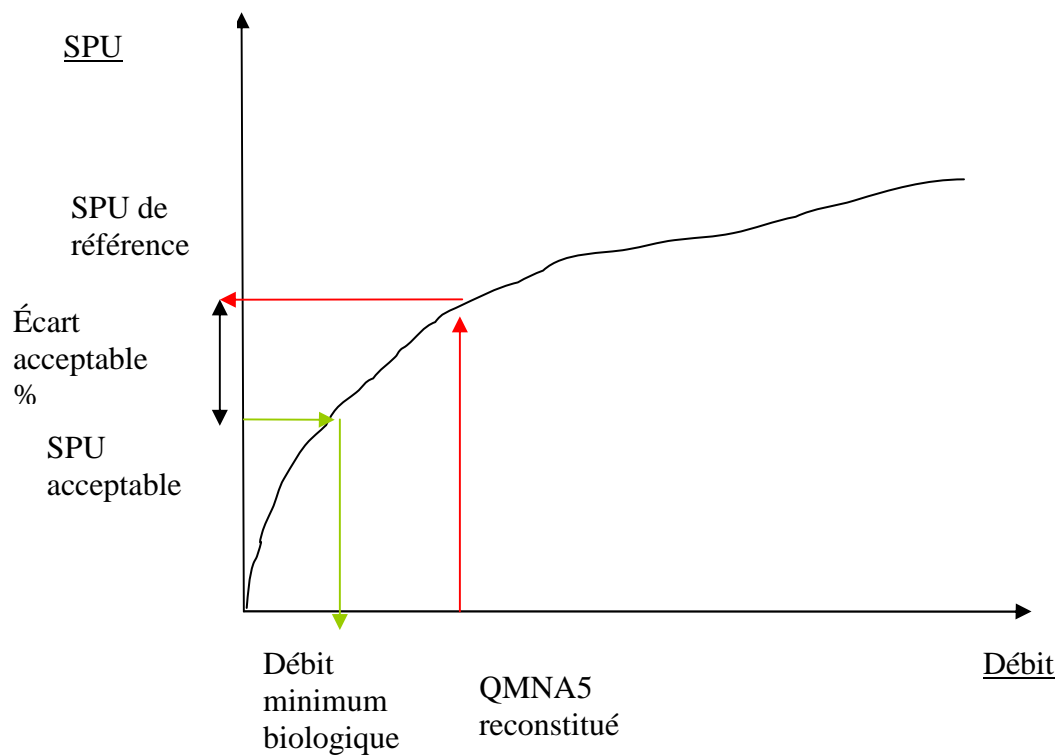


Figure 29 : Principe de définition du débit minimum biologique à partir des courbes EstimHab

5

Présentation des résultats

5.1 Récapitulatif des entrées utilisées dans les modélisations

Tableau 26 : Récapitulatif des entrées utilisées dans les modélisations

Cours d'eau	Station	Date	Débit	Largeur	Hauteur	Débit médian naturel (calcul SAFEGE)	Taille du substrat	Gamme de modélisation
			m ³ /s			m		m
Le Réal Martin	R1	17/05/2010	0,68	4,37	0,27	1,951	0,11	0,01-0,7
		09/08/2010	0,31	4,36	0,22			
	R2	17/05/2010	0,64	5,61	0,28	1,548	0,29	0,01-0,7
		09/08/2010	0,24	5,21	0,24			
	R3	17/05/2010	1,19	7,95	0,34	2,018	0,21	0,01-1,2
		09/08/2010	0,37	7,55	0,35			
	R4	18/05/2010	2,08	11,24	0,62	0,717	0,08	0,01-2,2
		09/08/2010	0,5	11,3	0,51			
Le Gapeau	G1	18/05/2010	0,23	3,11	0,43	0,119	0,0075	0,01-0,3
		03/08/2010	0,09	3,14	0,32			
	G2	18/05/2010	0,56	5,83	0,28	0,271	0,137	0,01-0,6
		03/08/2010	0,27	5,4	0,25			
	G3	18/05/2010	1,09	7,79	0,5	0,293	0,272	0,01-1
		03/08/2010	0,51	7,35	0,33			
	G4	19/05/2010	1,31	8,04	0,32	0,33	0,153	0,01-0,8
		04/08/2010	0,57	7,11	0,23			
	G5	19/05/2010	1,24	8,89	0,5	0,44	0,068	0,01-1,3
		04/08/2010	0,43	8,63	0,43			
	G6	19/05/2010	1,42	12,14	0,82	0,425	0,05	0,01-1,5
		04/08/2010	0,27	12,11	0,95			
	G7	19/05/2010	1,65	11,45	0,62	0,472	0,19	0,01-1,8
		04/08/2010	0,35	9,89	0,6			
	G8	19/05/2010	3,63	17,79	0,83	1,141	0,093	0,01-3,6
		04/08/2010	1,06	18,12	0,59			

Tableau 27 : Longueurs des stations réalisées

	Station	longueur en m
Gapeau	G1	45
	G2	127,5
	G3	120
	G4	120
	G5	135
	G6	178,5
	G7	105
	G8	270
Réal	R1	75
	R2	82,5
	R3	105
	R4	90

Les modélisations n'ont pas été commentées pour les stations R4, G5, G6 et G8. La morphologie des stations les placent en dehors du domaine de validité de la méthode.

5.2 Suivi des températures

5.2.1 Méthodologie

La température de l'eau est un facteur déterminant de la qualité du milieu aquatique vis-à-vis du poisson.

La température agit directement sur le métabolisme des poissons et influence positivement ou négativement la croissance et le développement. Elle a également des effets indirects sur les autres paramètres physico-chimiques (oxygénation, pollution), sur les biocénoses dont les invertébrés benthiques (faune nourricière) et sur les agents pathogènes (infection, prolifération).

Ainsi le suivi mis en place cherche avant tout à évaluer si les caractéristiques thermiques des eaux de surface du bassin versant du Gapeau constituent un facteur limitant au développement des espèces piscicoles théoriquement présentes sur le bassin ou en place.



Les sondes placées sur les stations enregistrent les températures en fonction d'un pas de temps défini (2h pour cette étude) sans qu'il soit nécessaire d'intervenir au cours du suivi.

Nous avons utilisé des sondes enregistreuses "Hobo" de la marque ONSET.

Les suivis ont eu lieu du 15 mai 2010 au 15 octobre 2010 sur l'ensemble des 12 stations.

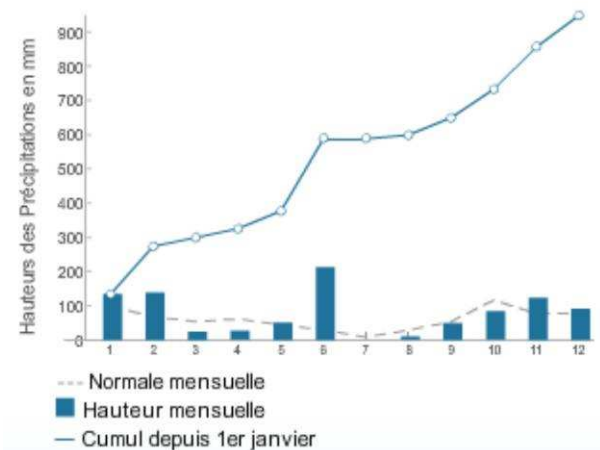
5.2.2 Résultats

L'année 2010 est particulière au regard des normales annuelles. Le cumul de précipitations s'élève à 948,8 mm pour des normales (calculées sur la période 1971-2000) de 722,4 mm. 2010 se situe donc dans une année plutôt humide. Elle a même enregistrée la hauteur journalière la plus élevée sur la période d'observation à Hyères avec 171,5 mm le 15 juin 2010.

Cette pluviométrie particulière a conduit à une hydrologie globalement excédentaire par rapport aux débits moyens mensuels. Sur le Réal Martin, on observait en juin une hydraulité⁴ de plus 9.6. Les débits estivaux sur le bassin du Gapeau ont été excédentaires en 2010.

Les conditions hydrologiques de 2010 ont une incidence nette sur la thermie de l'eau en limitant le réchauffement des eaux en période estivale. Le suivi thermique n'est donc pas représentatif de conditions d'étiages normales (débits moyens mensuels dépassés tout l'été).

Hyeres, 2010



5.2.2.1 Le Réal Martin à Pignans (R1)

Le suivi thermique effectué sur la station R1 montre que la température n'est pas un facteur limitant sur cette station. On reste assez largement en dessous des températures létales pour la truite (entre 23 et 25°C). Ceci s'explique par la situation assez haute sur le bassin versant et par l'ombrage important du cours d'eau dans le secteur.

⁴ Hydraulité : rapport du débit moyen du mois au module mensuel des années d'observations.

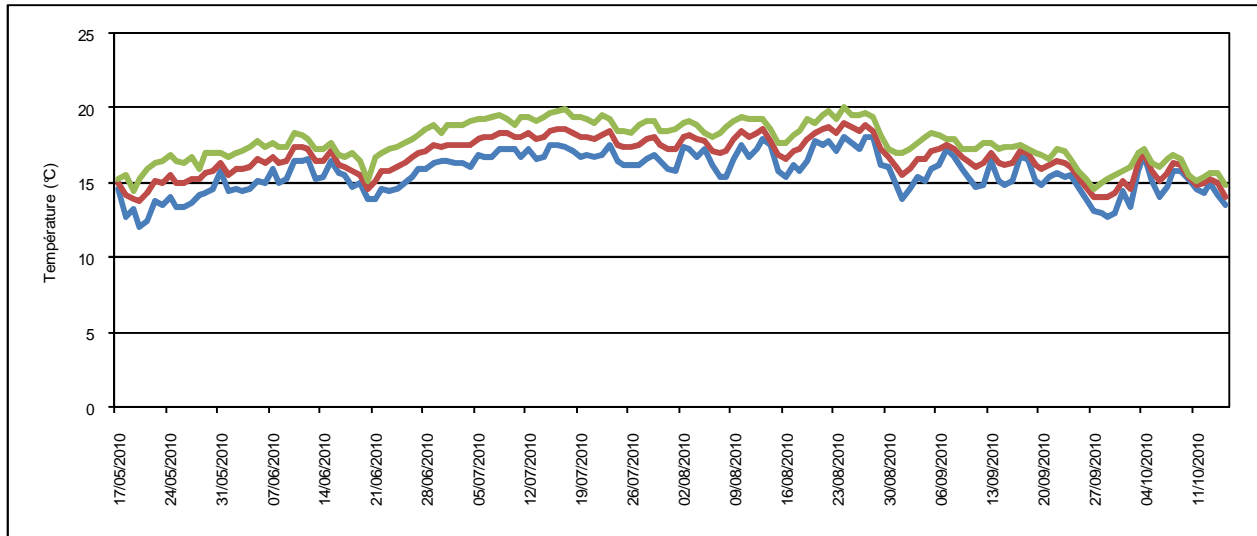


Figure 30 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R1)

5.2.2.2 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Vidaux (R2)

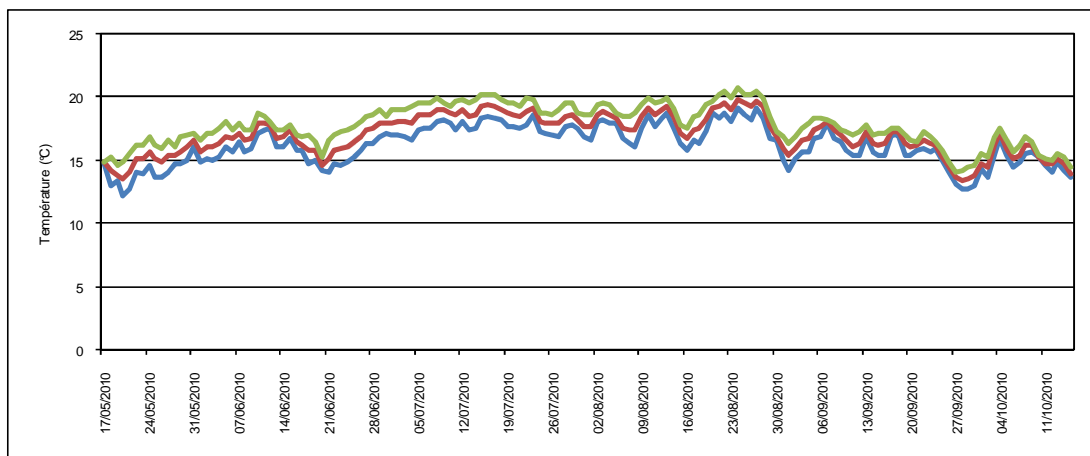


Figure 31 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R2)

Comme sur la station R1, le suivi thermique montre que les températures n'atteignent pas un niveau pénalisant pour la faune piscicole en place.

5.2.2.3 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit Mollo Trocado (R3)

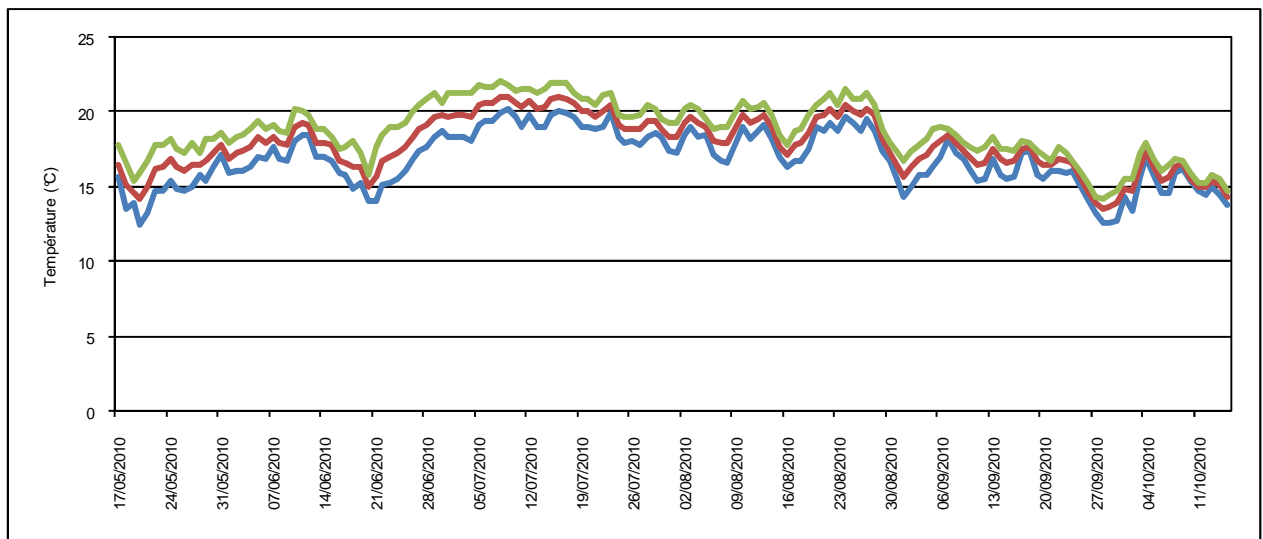


Figure 32 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R3)

Les températures journalières maximales atteignent près de 22°C au mois de juillet. On se rapproche des températures pénalisantes, au moins pour la truite. Cette situation serait d'autant plus aggravée en cas de réduction accrue des débits. On a considéré que la station R3 n'était plus située dans la zone à truite. Une marge importante subsiste quant aux températures létales pour les espèces potentiellement présentes. En revanche, un échauffement trop important peut pénaliser la reproduction. Le vairon, par exemple, se reproduit entre avril et juillet, à une température de 12 à 14 °C.

5.2.2.1 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Décapris (R4)

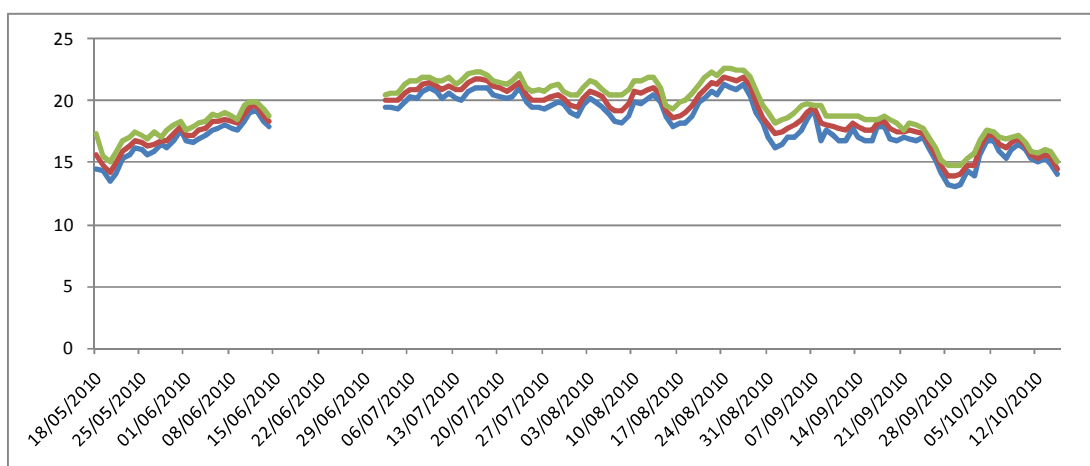


Figure 33 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station R4)

La sonde a été mise hors d'eau après la crue des 15 et 16 juin 2010, jusqu'à une visite de contrôle le 1^{er} juillet. Les températures maxi dépassent 22°C. Les caractéristiques des faciès (avec notamment une profondeur moyenne importante) limitent les risques d'échauffement estival trop importants. Le ralentissement du courant lié à une éventuelle réduction des débits devrait toutefois favoriser une augmentation des températures, ce qui peut se traduire de façon négative sur certaines espèces, notamment en ce qui concerne la reproduction.

5.2.2.2 Le Gapeau à Signes (G1)

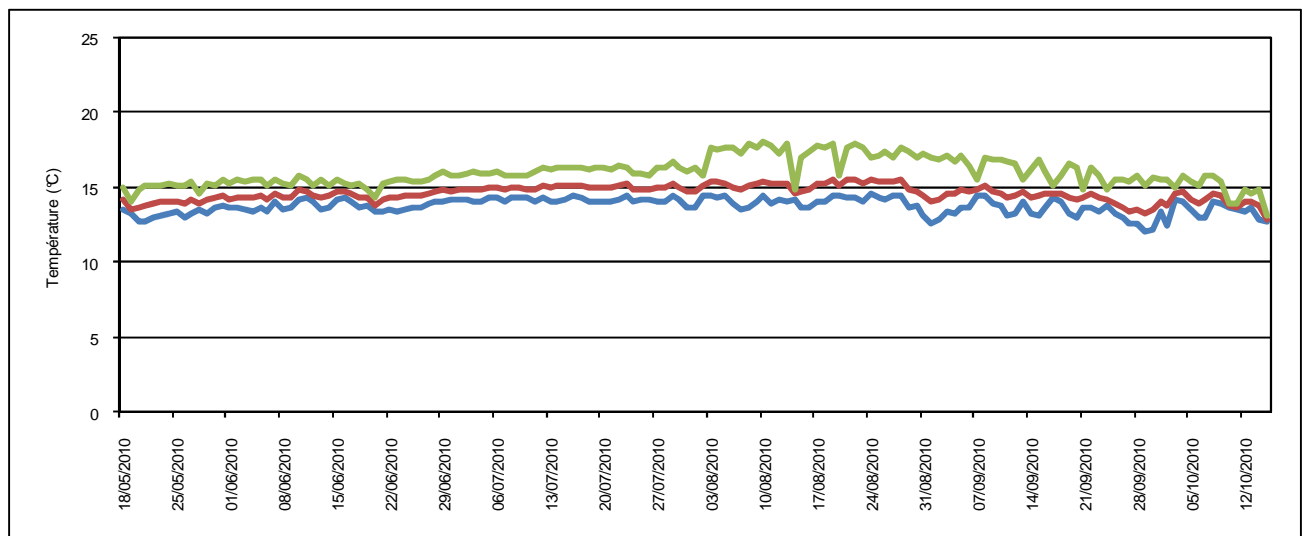


Figure 34 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G1)

Les températures restent stables tout au long du suivi. On est loin des températures pénalisantes pour les peuplements en place.

Les caractéristiques d'écoulement, homogènes, avec une lame d'eau assez importante, et des températures qui restent stables et fraîches en été, grâce à la proximité des sources, permettent de penser qu'une diminution jusqu'à 40 L/s aurait peu de conséquence en termes de peuplement piscicole au niveau de la station G1.

5.2.2.3 Le Gapeau à Méounes (G2)

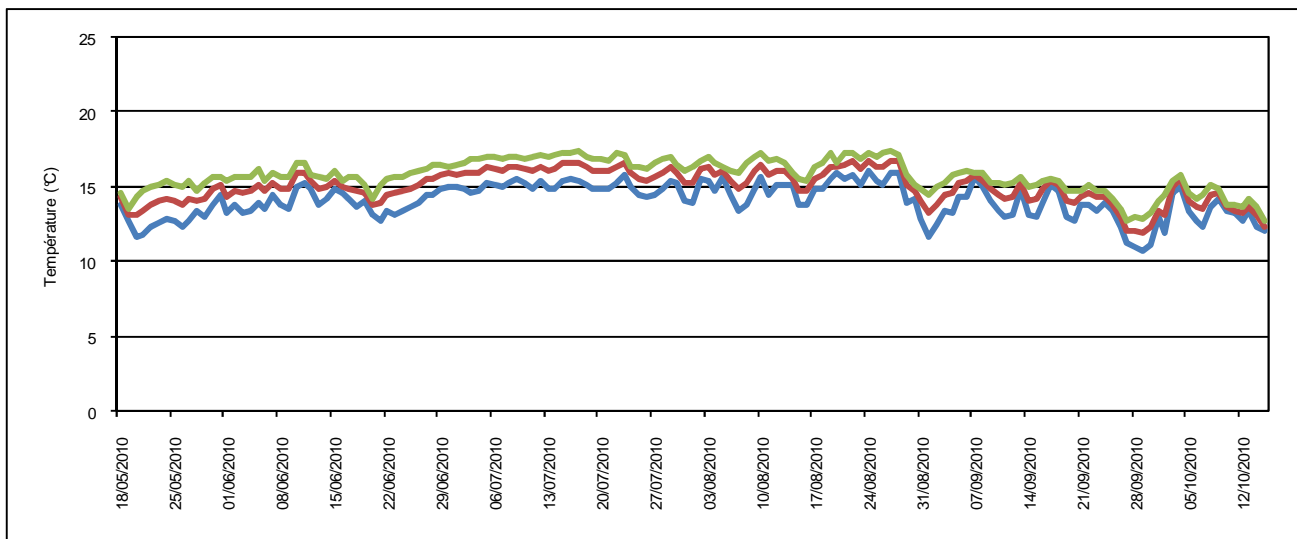


Figure 35 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G2)

Comme sur la station G1, les températures restent assez stables en été, du fait de la situation en haut du bassin versant, de la rapidité des écoulements, et de l'ombrage important. Les températures restent largement inférieures aux valeurs pénalisantes, même pour la truite. Les caractéristiques du cours d'eau font que même avec un débit faible, le risque de voir ces seuils atteints est faible.

5.2.2.4 Le Gapeau à Méounes : lieu-dit Pachoquin (G3)

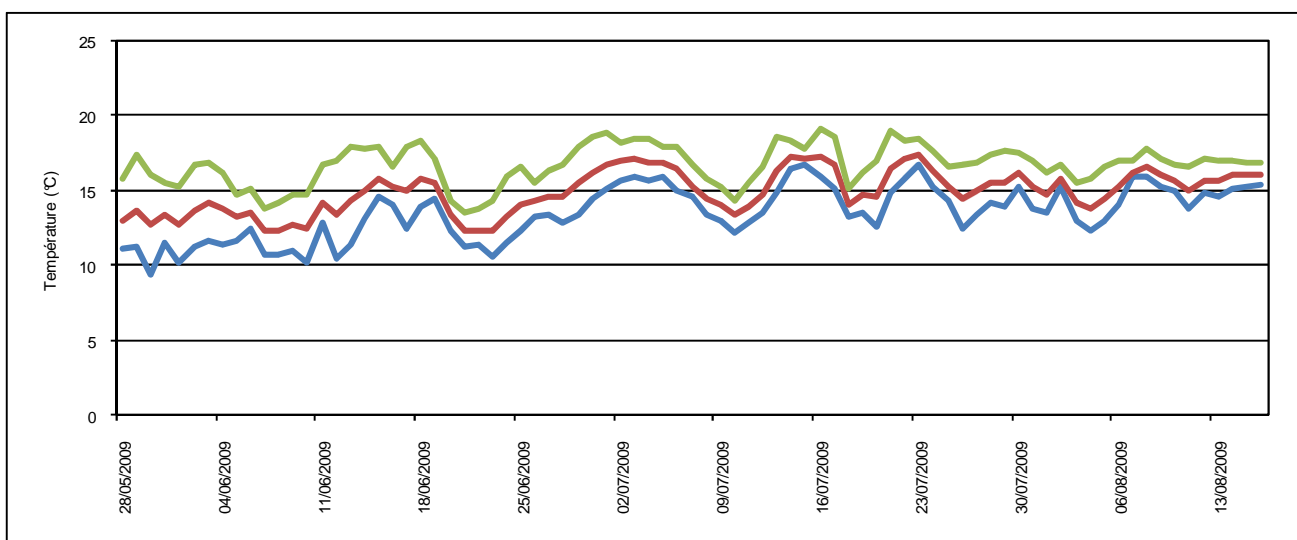


Figure 36 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G3)

Le suivi thermique réalisé sur cette station montre une amplitude journalière importante, et une stabilité moins grande que les stations G1 et G2 au cours de l'été.

Les températures journalières maximales restent loin des valeurs pénalisantes pour la faune piscicole en place. Une réduction des débits peut en revanche entraîner un accroissement des amplitudes journalières, ce qui peut s'avérer défavorable pour certaines espèces se reproduisant au printemps et en été.

5.2.2.5 Le Gapeau à Belgentier (G4)

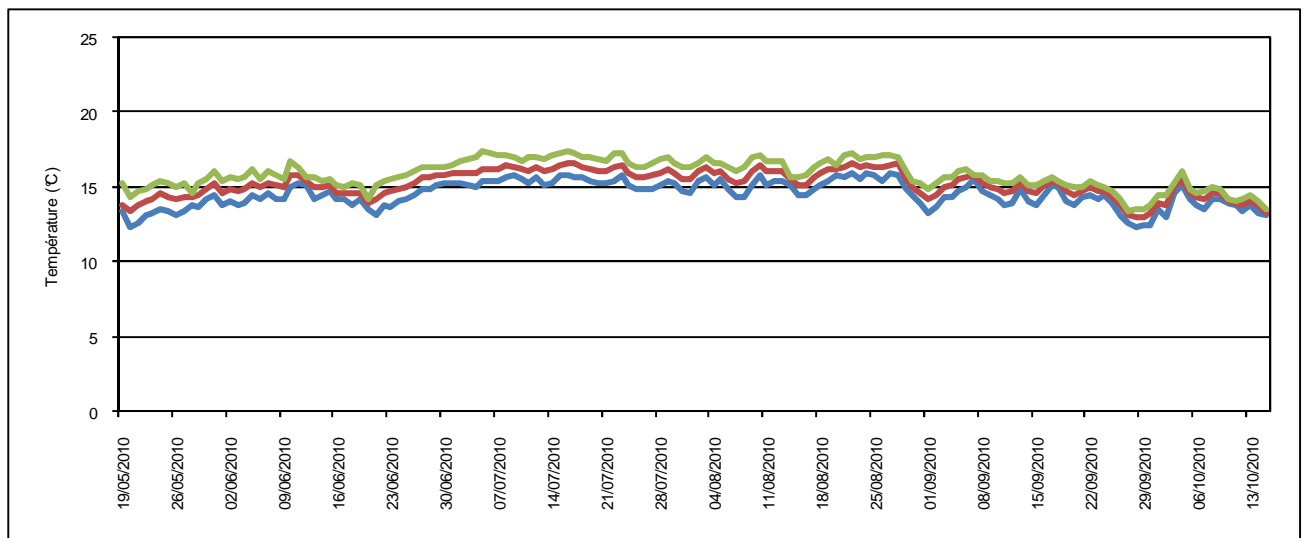


Figure 37 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G4)

Le suivi thermique met en évidence la stabilité des températures au cours des mois chauds. Celles-ci ne sont pas pénalisantes pour la faune piscicole. Une marge de 2 à 3 degrés existe ce qui permet d'envisager le maintien des peuplements piscicoles existants et de leur fonctionnalité en cas de diminution des débits.

5.2.2.6 Le Gapeau à Solliès-Toucas (G5)

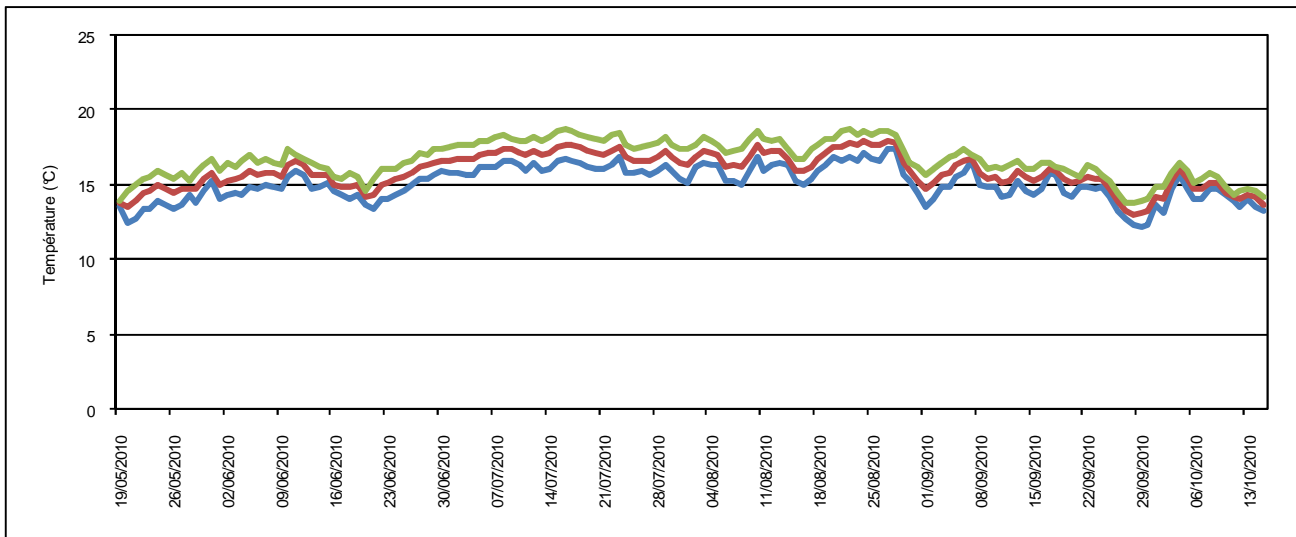


Figure 38 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G5)

Les températures atteintes en été restent acceptables, même pour la truite fario, avec une marge de deux à trois degrés. On est en revanche plus près des valeurs limites permettant la reproduction du vairon.

5.2.2.7 Le Gapeau à Solliès-Pont (G6)

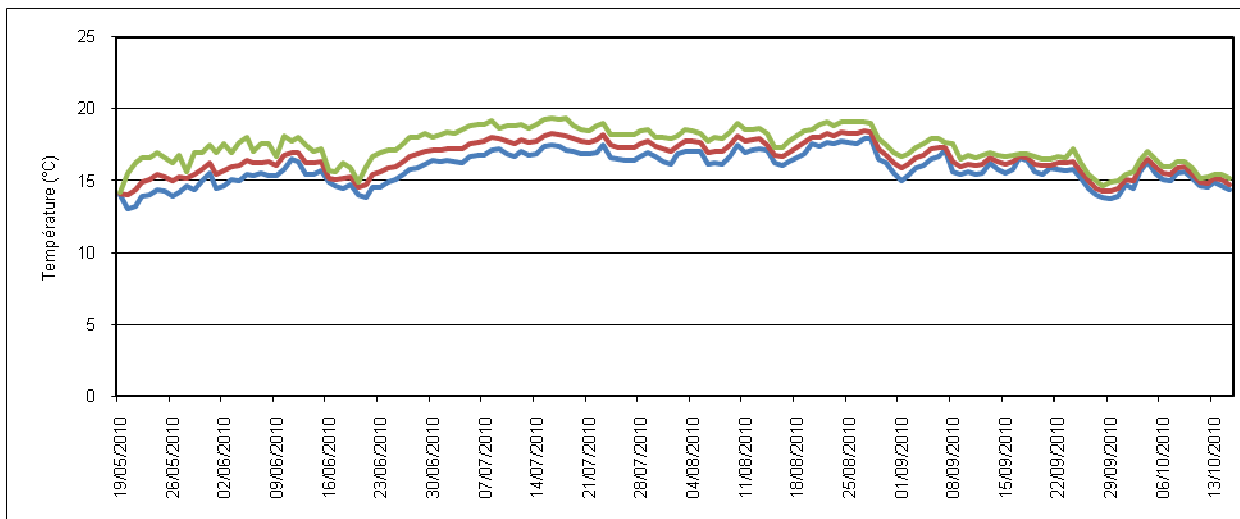


Figure 39 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G6)

Les températures estivales peuvent s'avérer pénalisantes pour certaines espèces. La reproduction du vairon peut ainsi être perturbée lors des épisodes les plus chauds. Une diminution des débits risque d'accentuer cela, même si la configuration du Gapeau à ce niveau, avec des successions de mouilles séparées par des seuils peut jouer le rôle de tampon.

5.2.2.8 Le Gapeau à La Crau (G7)

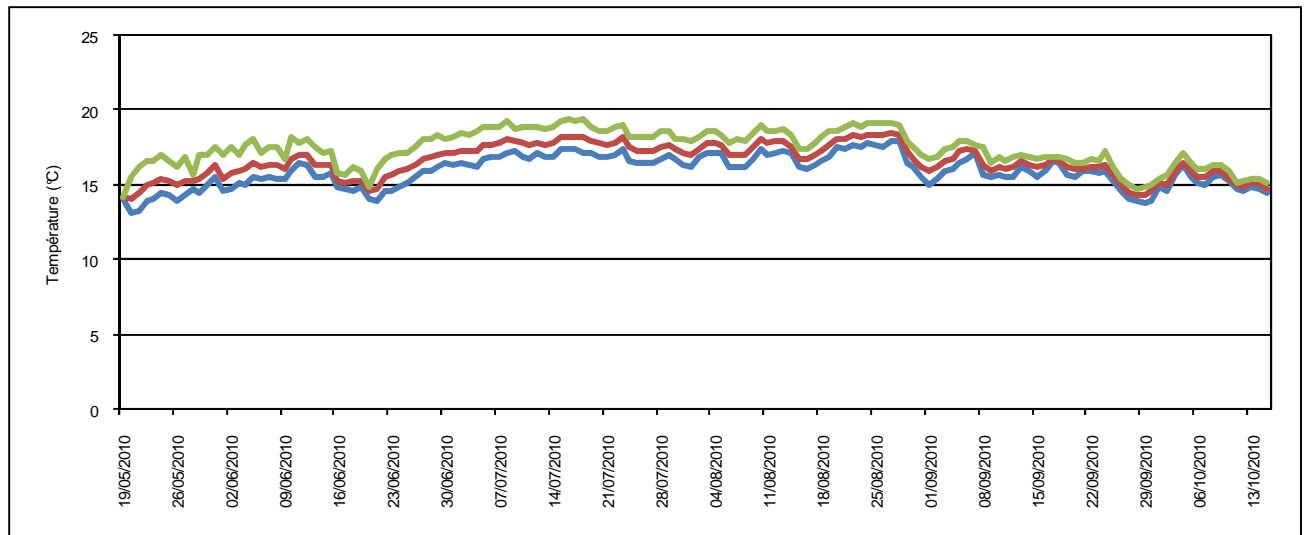


Figure 40 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G7)

On est ici dans une situation analogue à ce que l'on observait sur le Gapeau à Solliès-Pont et sur le Réal-Martin à la Décapris, avec des températures estivales qui peuvent être pénalisantes pour certaines espèces. L'échauffement estival serait entraîné par une diminution des débits.

5.2.2.9 Le Gapeau à Hyères (G8)

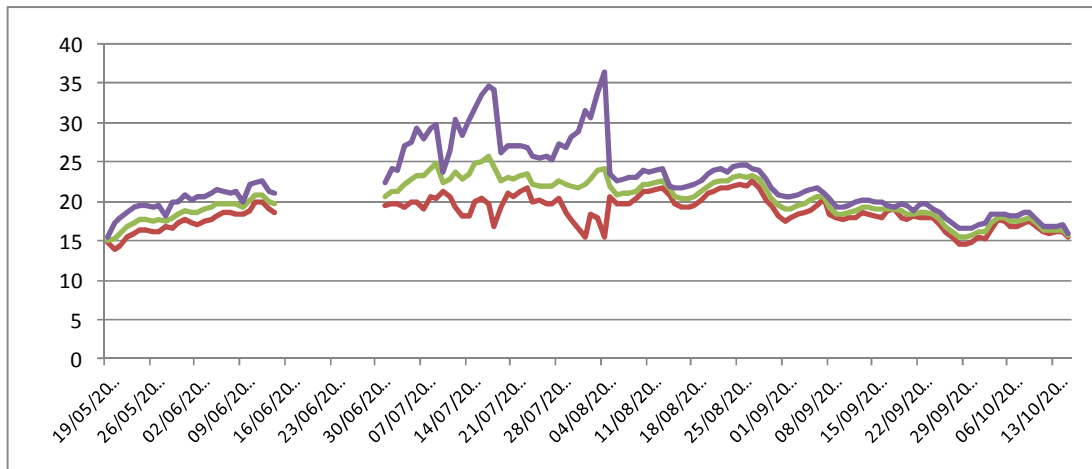


Figure 41 : Courbe des températures journalières moyennes, mini et maxi sur la période de suivi (station G8)

Le suivi thermique a été perturbé, d'abord par une mise hors d'eau de la sonde entre la crue des 15 et 16 juin et la visite du 1^{er} juillet. Il est en outre probable que la sonde ait été exondée au mois de juillet, ce qui expliquerait les amplitudes très importantes observées à cette période. Il convient donc de rester prudent face à ces courbes. Les niveaux atteints en août sont quoi qu'il en soit importants. Les maximales atteignent presque 25 °C.

5.3 Résultats EstimHab par Station

5.3.1 Le Réal Martin à Pignans (R1)

Espèce cible : blageon

La modélisation, effectuée sur le vairon et les deux stades de la truite fario, montre des valeurs d'habitat et de surface utiles favorables pour le vairon. Les valeurs d'habitats et les surfaces utiles sont faibles pour la truite et surtout pour le stade adulte. En termes de guildes, on peut inclure les espèces de rive et de radier. Notons que la valeur d'habitat décroît avec l'augmentation des débits pour la truite juvénile, ce qui va de pair avec une diminution du rôle de refuge hydraulique des zones de bordure lors des augmentations de débit.

L'évolution des valeurs d'habitat et des surfaces utiles par espèce selon les débits n'est pas flagrante. On peut considérer que celles-ci restent stables (la variation est de 10 à 20%) tant dans les débits faibles que dans les débits plus élevés. Cela s'explique par le faible gabarit du cours d'eau ainsi que par la bonne hétérogénéité des faciès d'écoulement (présence de fosses et de faciès lotiques profonds alternant avec des radiers). La modélisation montre qu'à partir d'environ 150 L/s il n'y a plus d'augmentation significative des valeurs d'habitat pour les espèces considérées.

Les simulations pour les guildes sont marquées par les caractéristiques du cours d'eau. Aux très faibles débits, le gabarit du cours d'eau fait s'apparenter la majeure partie de son lit à des habitats de rive (favorable aux petits cyprinidés d'eau vive : goujon, vairon, juvénile de chevaine, blageon).

Au contraire, la truite adulte, ainsi que la guildes correspondant au chenal (grands cyprinidés d'eau vive) ne sont pas favorisées par le gabarit du cours d'eau. Les valeurs d'habitat pour cette guildes ne deviennent significatives qu'à partir de débits importants, équivalents à celui mesuré lors de la campagne printanière.

Le QMNA5 est évalué à ce niveau à 309 L/s. D'après la modélisation, à un tel débit, on est à l'optimum de la station pour les surfaces utiles ainsi que pour les valeurs d'habitat, en particulier pour le vairon et la truite adulte. L'optimum d'habitat pour la truite de rivière (adulte et juvénile) se situe entre 60 et 300 l/s (valeur du QMNA5 naturel reconstitué).

Toutefois, compte-tenu des hauteurs d'eau mesurées lors de la campagne d'étiage (débit équivalent à celui du QMNA. naturel) variant entre 1 et 54 cm, on peut s'attendre à des assècs partiels, notamment sur les radiers pour des débits inférieurs.

Le débit minimum biologique se situe entre 60 et 100 l/s.

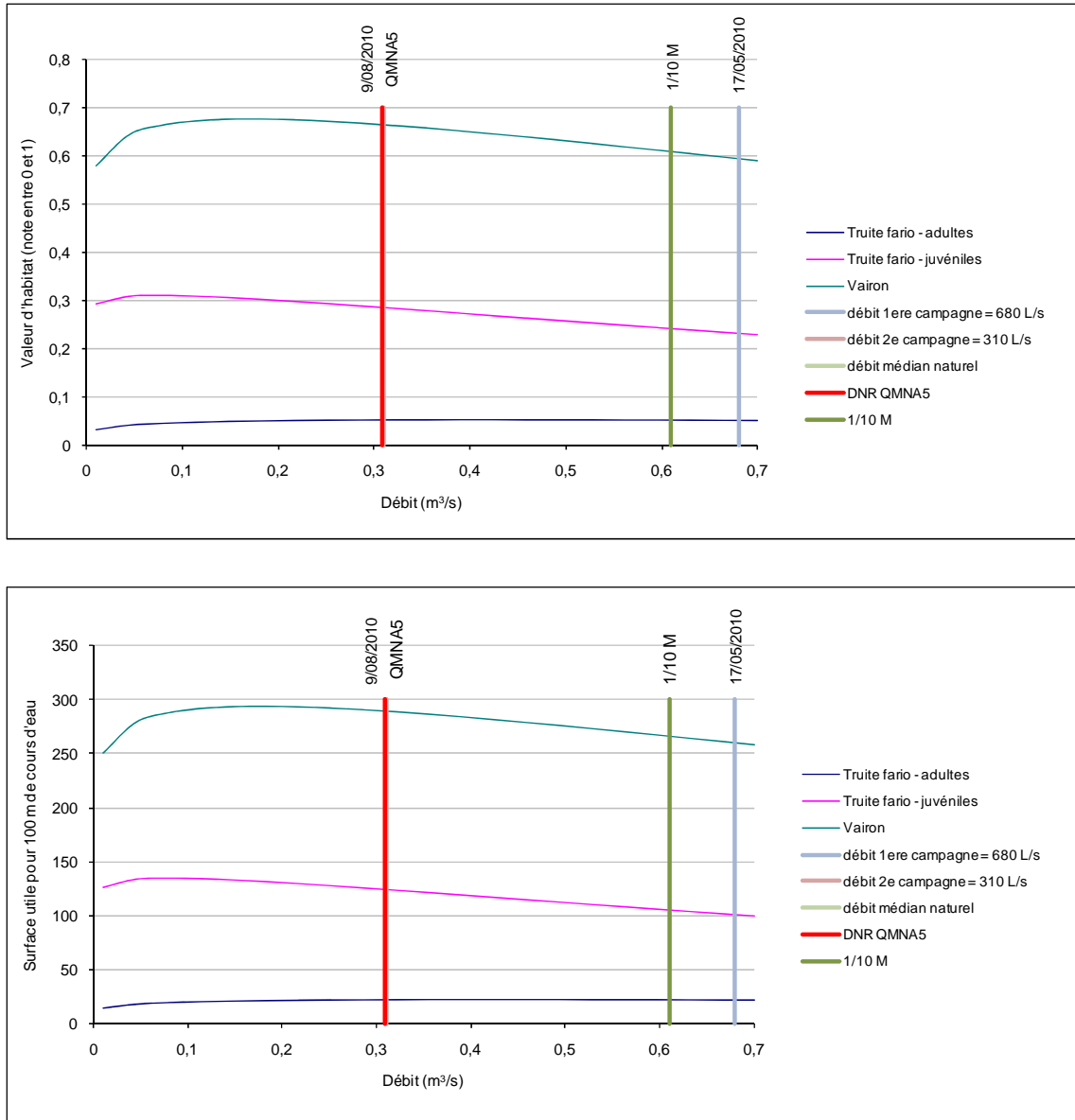


Figure 42 : Simulations par espèce (station R1)

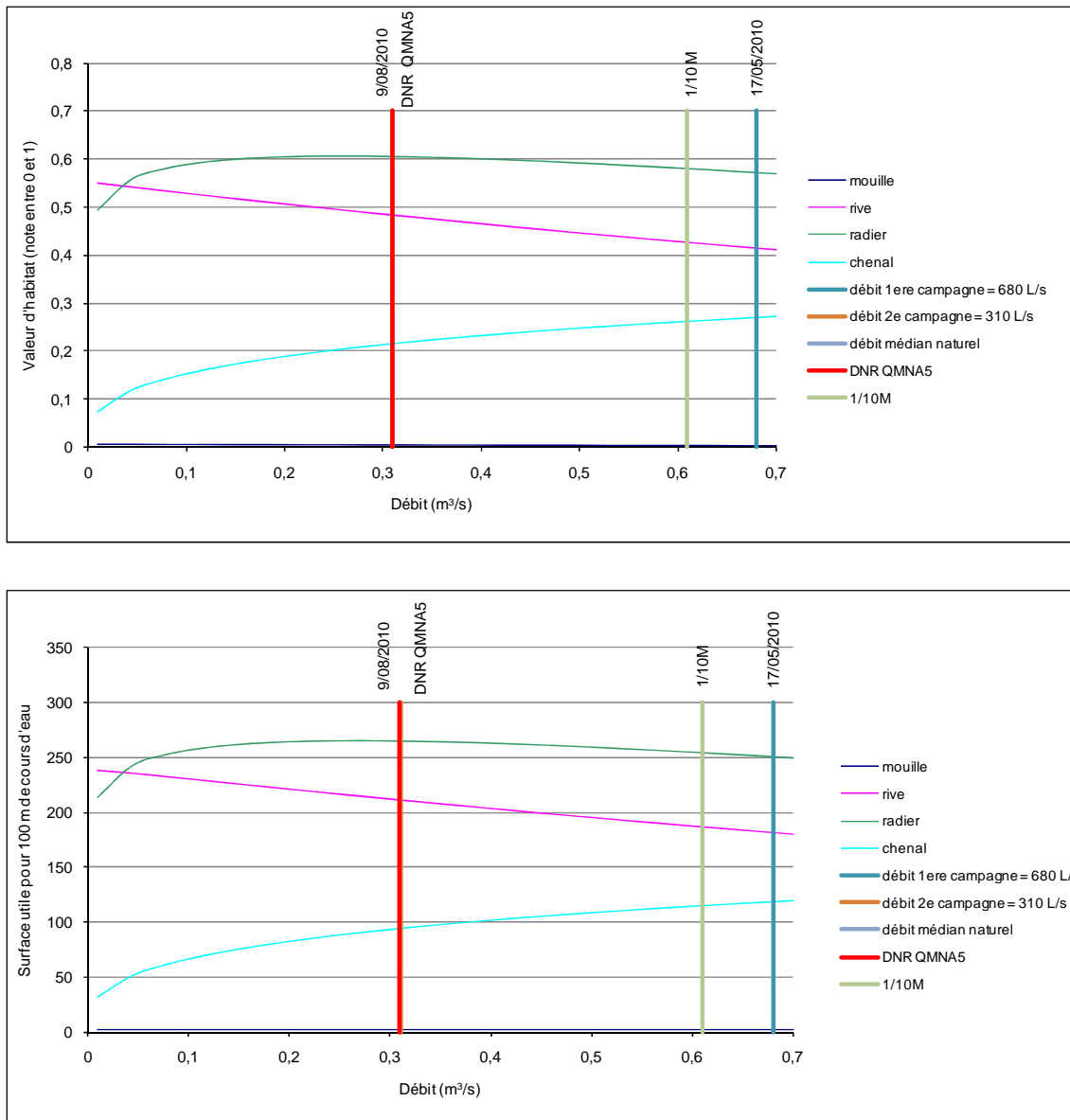


Figure 43 : Simulations par guilde (station R1)

5.3.2 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Vidaux (R2)

Espèce cible : blageon

Les faciès courants restent dominants sur cette station. L'évolution entre les stations R1 et R2 concerne essentiellement les surfaces utiles, qui s'accroissent légèrement avec l'augmentation du gabarit du cours d'eau. Les poissons de petite taille, ainsi que les guildes de rive et de radier, sont toujours favorisés. La truite fario adulte et les espèces de chenal se voient toutefois rééquilibrées par rapport aux espèces plus petites, intégrées aux guildes radier et rive.

D'après la modélisation, le débit optimum en ce qui concerne les valeurs d'habitat est autour 100 L/s. En deçà de 50L/s, on observe une diminution rapide de ces valeurs d'habitat ainsi que des surfaces utiles aux espèces et aux guildes modélisées.

Le débit minimum biologique se situe entre 50 et 80 l/s.

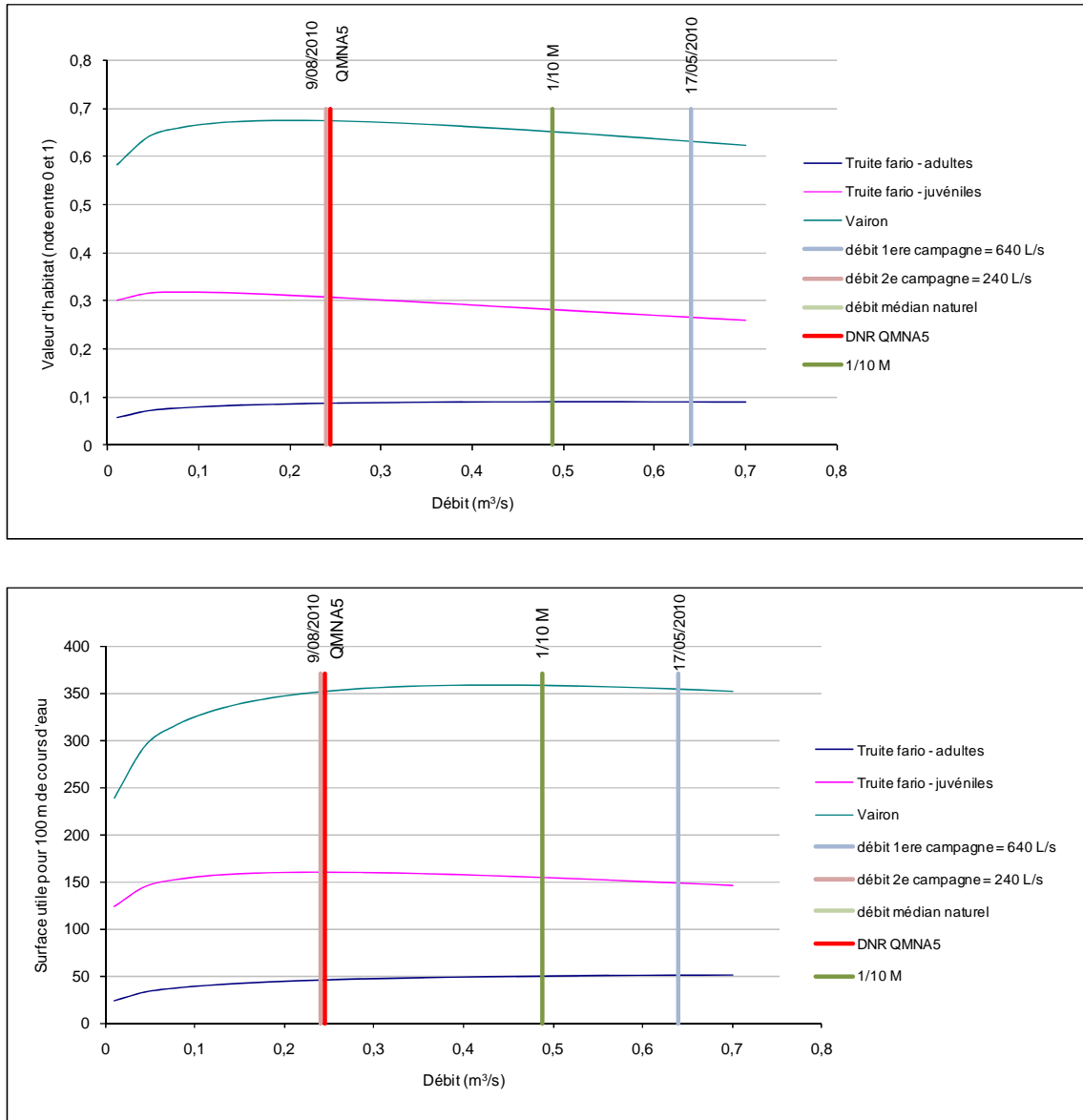


Figure 44 : Simulations espèce (station R2)

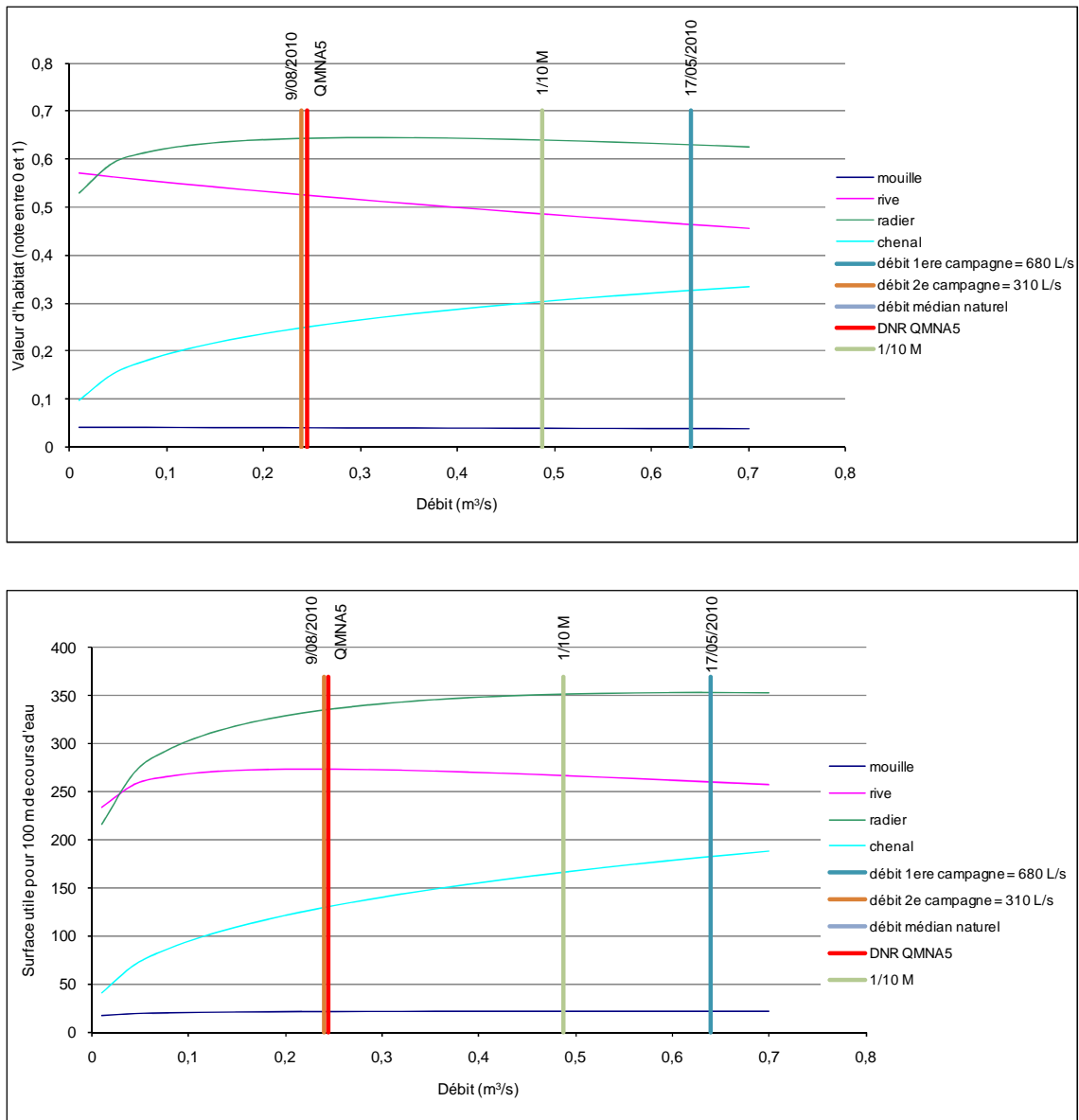


Figure 45 : Simulations par guilde (station R2)

5.3.3 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit Mollo Trocado (R3)

Espèce cible : blageon

La station R3 est située à l'aval de la confluence avec le Réal Collobrier. Le gabarit y est nettement supérieur à ce qu'il est sur les deux stations R1 et R2. Pour ce qui concerne les espèces, seules les simulations pour le vairon ont pu être effectuées. La pente et la largeur du Réal Martin à ce niveau le placent dans la zone à ombre selon la classification de Huet. Les simulations pour la truite ne sont donc pas valables.

La surface utile et les valeurs d'habitat sont favorables pour les espèces de rive, dès les très bas débits. La présence de faciès plats et de radiers, larges et peu profonds, explique cela. Au contraire, les caractéristiques d'écoulement pour les bas débits sont moins favorables aux espèces de chenal.

Sur cette station, le QMNA5 (évalué à 320 L/s) est supérieur au débit optimal, tant pour les valeurs d'habitat que pour les surfaces utiles. Les simulations montrent qu'en dessous de 80 l/s on observe une diminution franche des surfaces utiles et des valeurs d'habitats. Il est possible qu'un tel débit se traduise par des assècs au niveau des radiers, ce qui peut affecter, sans que cela n'apparaisse sur les modélisations, les peuplements en place.

Le débit minimum biologique se situe entre 80 et 120 l/s.

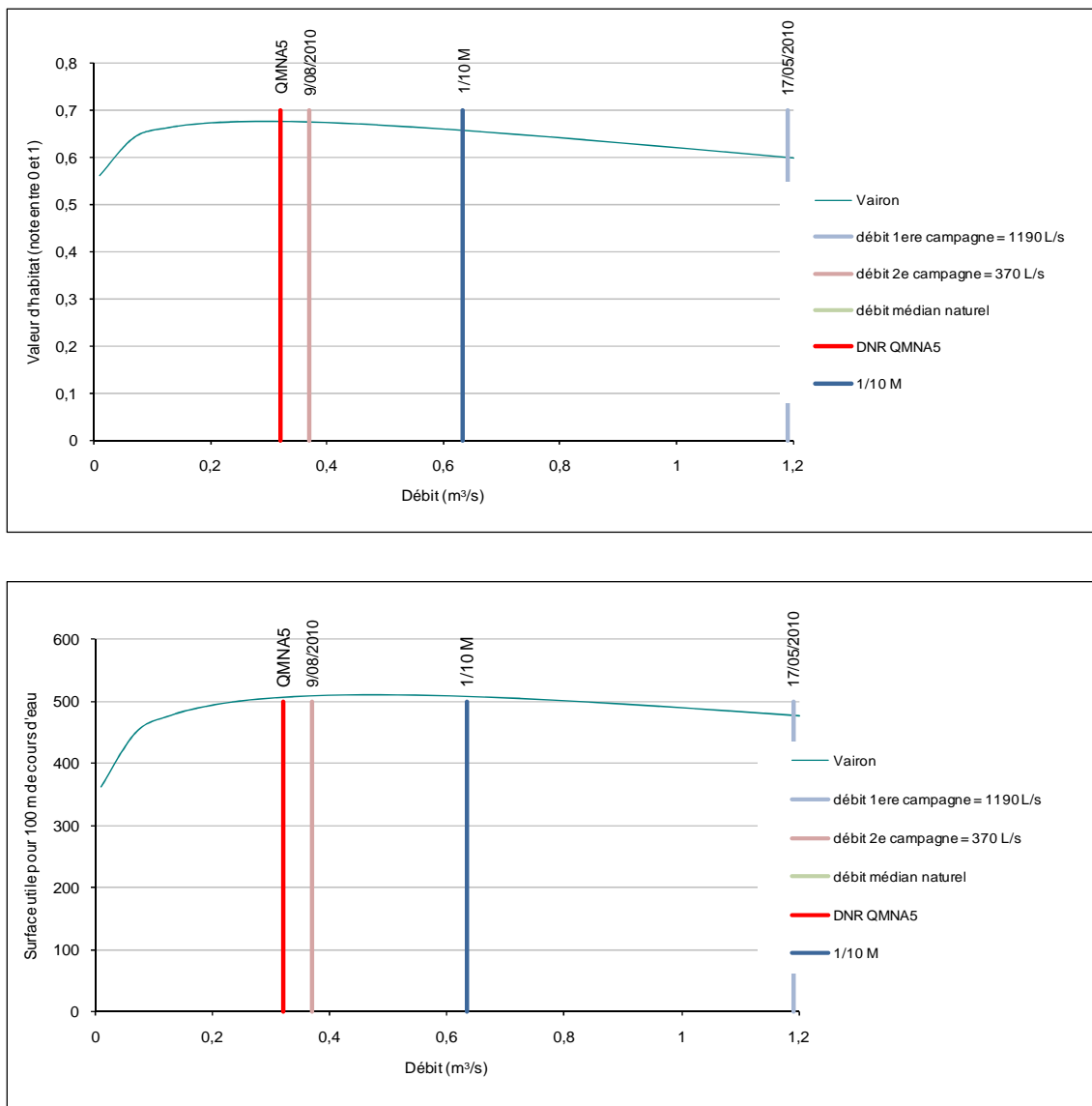


Figure 46 : Simulations par espèce (station R3)

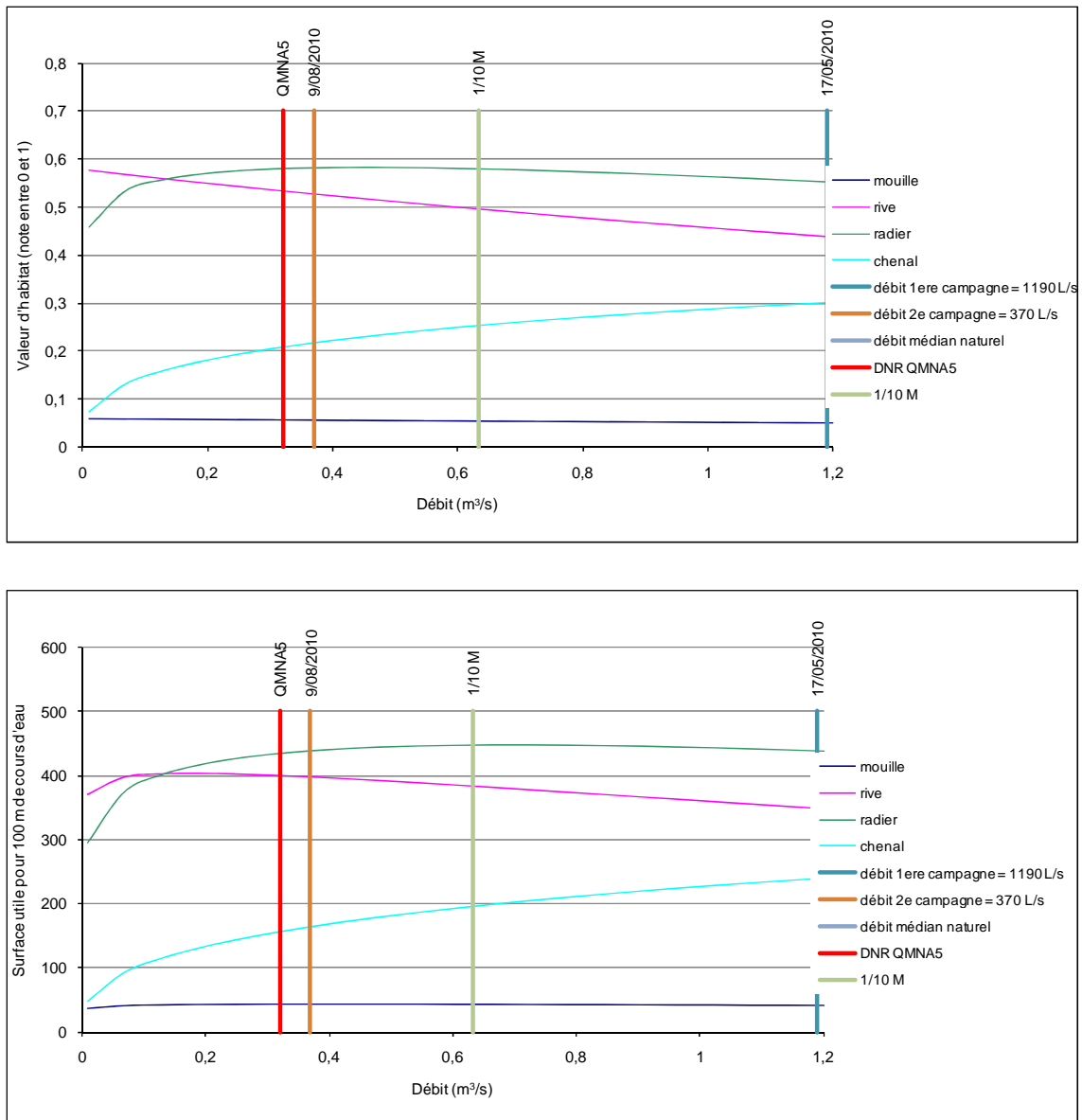


Figure 47 : Simulations par guilde (station R3)

5.3.4 Le Réal Martin à Pierrefeu : lieu-dit les Décapris (R4)

Espèce cible : blageon

La station R4 est située à l'aval du bassin versant du Réal Martin. Le gabarit ainsi que les caractéristiques du cours d'eau diffèrent nettement par rapport à la station R3. Le tracé est rectifié. Il en résulte des écoulements particulièrement homogènes, situant la station hors des limites de validité de la méthode. Le faciès dominant est un chenal lentique.

Les débits caractéristiques naturels reconstitués sont, sur cette station :

QMNA ₅ (l/s)	Q ₅₀ (l/s)	1/10 Module (l/s)
113	717	226

Le débit minimum biologique proposé se situe entre 80 et 120 l/s (identique au tronçon précédent).

5.3.5 Le Gapeau à Signes (G1)

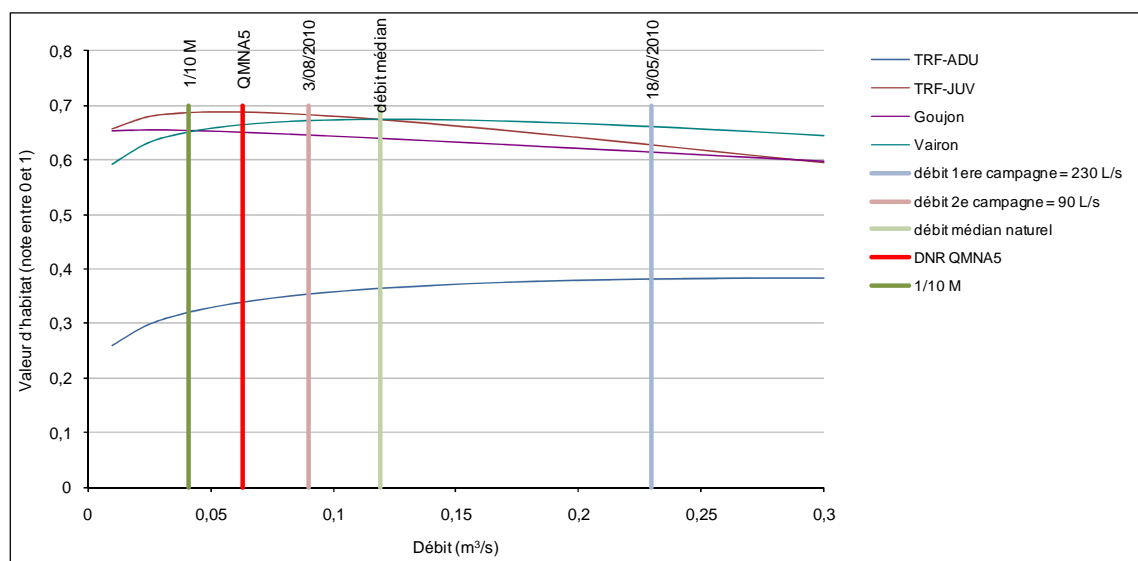
Espèce cible : truite de rivière

A l'amont de son bassin versant, le Gapeau dans la plaine de Signes présente des caractéristiques particulières, tant par son gabarit que par la pente.

Le goujon, présent dans les peuplements piscicoles bibliographiques a été intégré aux simulations par espèces. L'espèce peut être apparentée à la guildes « rive ». La domination des écoulements lents, et de substrats à granulométrie fine favorise ces espèces. Les espèces de radier et de chenal sont au contraire défavorisées.

Les valeurs d'habitat et les surfaces utiles varient peu en fonction des débits. On commence à voir une certaine diminution en deçà de 40L/s. L'optimum pour les peuplements piscicoles, et notamment pour la truite se situe au niveau de la valeur de débit mesurée lors de la seconde campagne, 90 L/s. On peut envisager sur cette station un débit nettement moindre, sans que cela n'ait de conséquences significatives sur les valeurs d'habitat et les surfaces utiles.

Le débit minimum biologique ciblé sur l'espèce repère se situe entre 40 et 60 L/s.



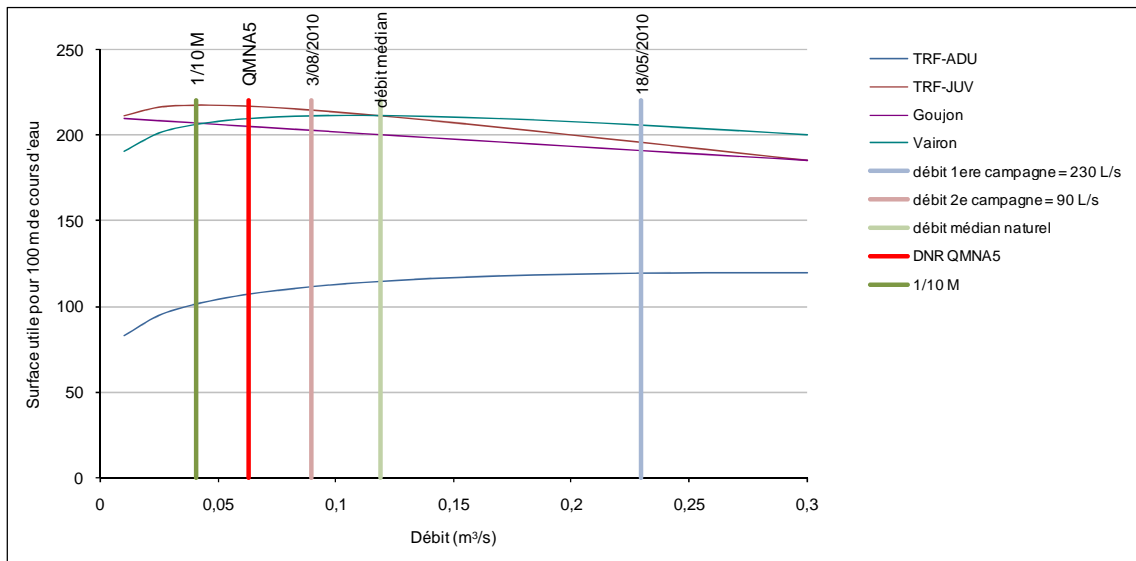


Figure 48 : Simulations par espèce (station G1)

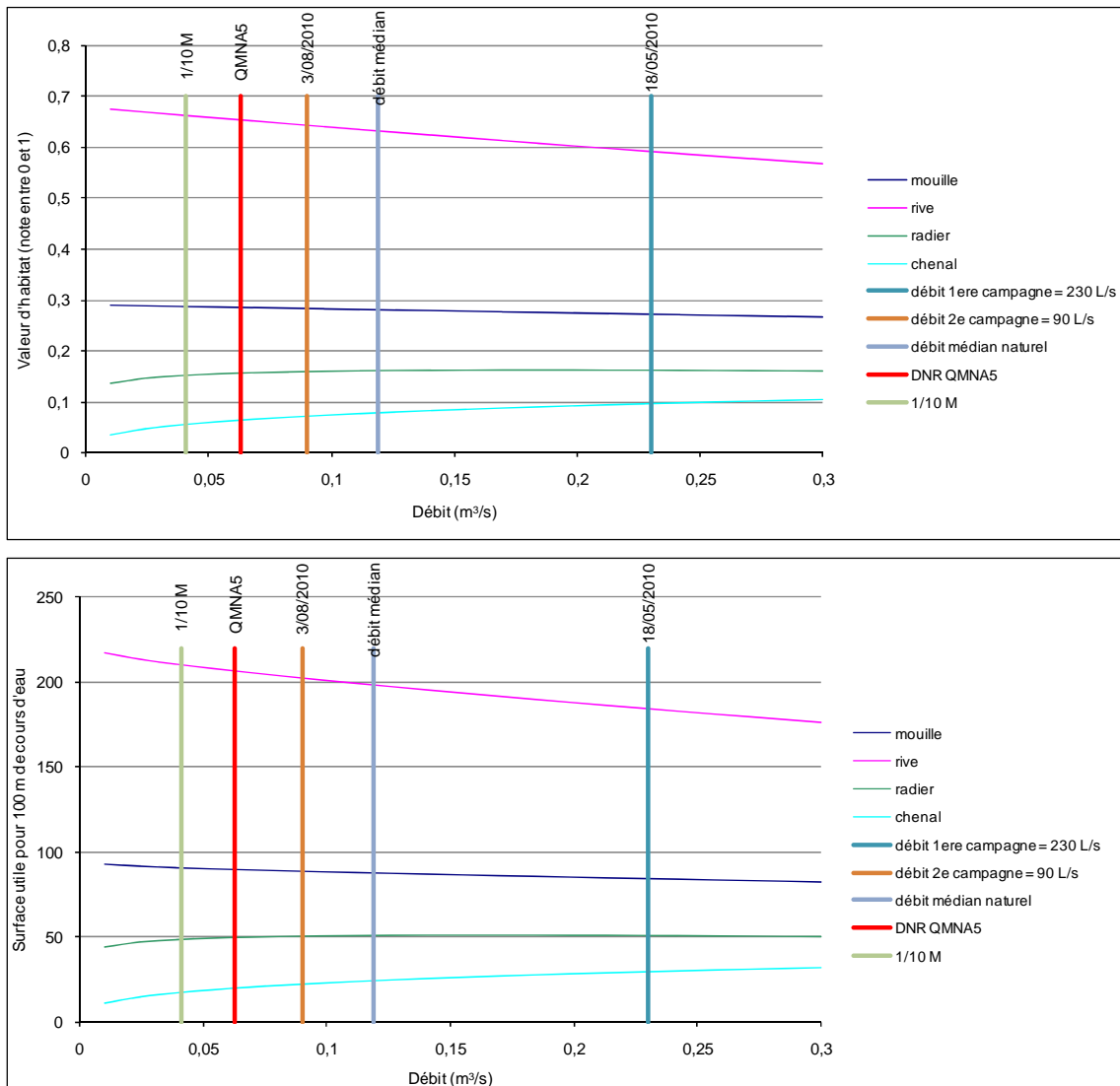


Figure 49 : Simulations par guilde (station G1)

5.4 Le Gapeau à Méounes (G2)

Espèce cible : truite de rivière

La station G2 est située dans un contexte plus pentu que sur la station G1. Ces modifications de caractéristiques géomorphodynamiques induisent des valeurs d'habitats globalement moins bonnes que pour la station G1 mais des surfaces utiles plus importantes, notamment pour le stade juvénile de la truite et le vairon. La guilde « rive » peut être apparentée à ces espèces.

La truite adulte est moins favorisée, de même que les espèces de mouille et dans une moindre mesure les espèces de chenal. En fait, sont pénalisées d'une part les espèces de grande taille, en raison du gabarit du cours d'eau, et d'autre part les cyprinidés et les espèces d'eau calmes, peu adaptées aux caractéristiques du cours d'eau.

En ce qui concerne l'évolution des valeurs d'habitat et des surfaces utiles selon les débits, on note une différence importante entre les bas débits et les débits moyens. Le point d'inflexion se situe autour de 50 L/s. En dessous de cette valeur, la perte en termes de valeurs d'habitat et de surface utile est rapide. Au dessus, elle continue de croître jusqu'à un optimum correspondant au débit médian. Le QMNA5 est évalué sur cette station à 141 L/s. Les surfaces utiles correspondant à ce débit sont proches de celles correspondant au débit médian.

Le débit minimum biologique se situe entre 60 et 80 L/s.

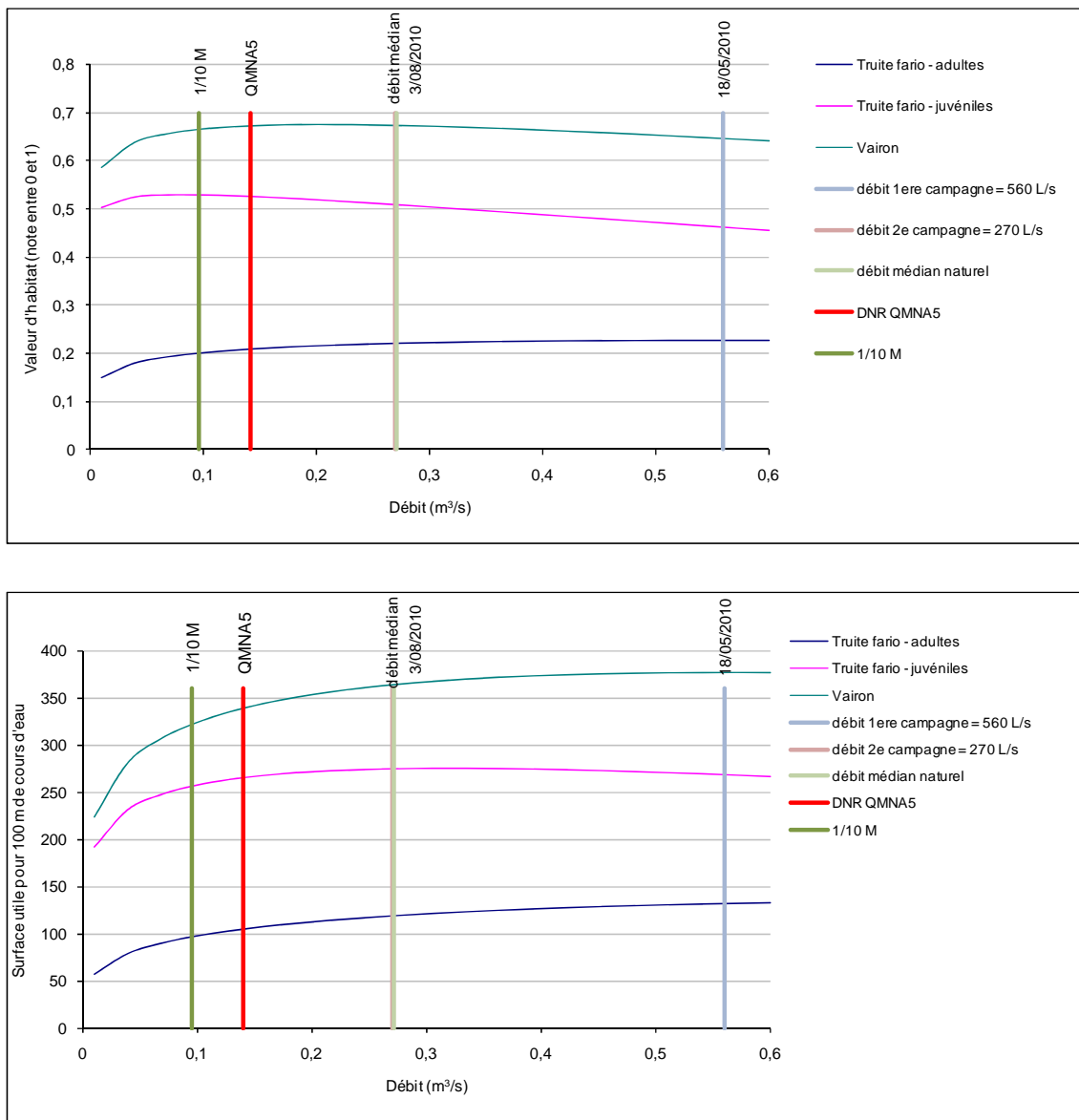


Figure 50 : Simulations par espèce (station G2)

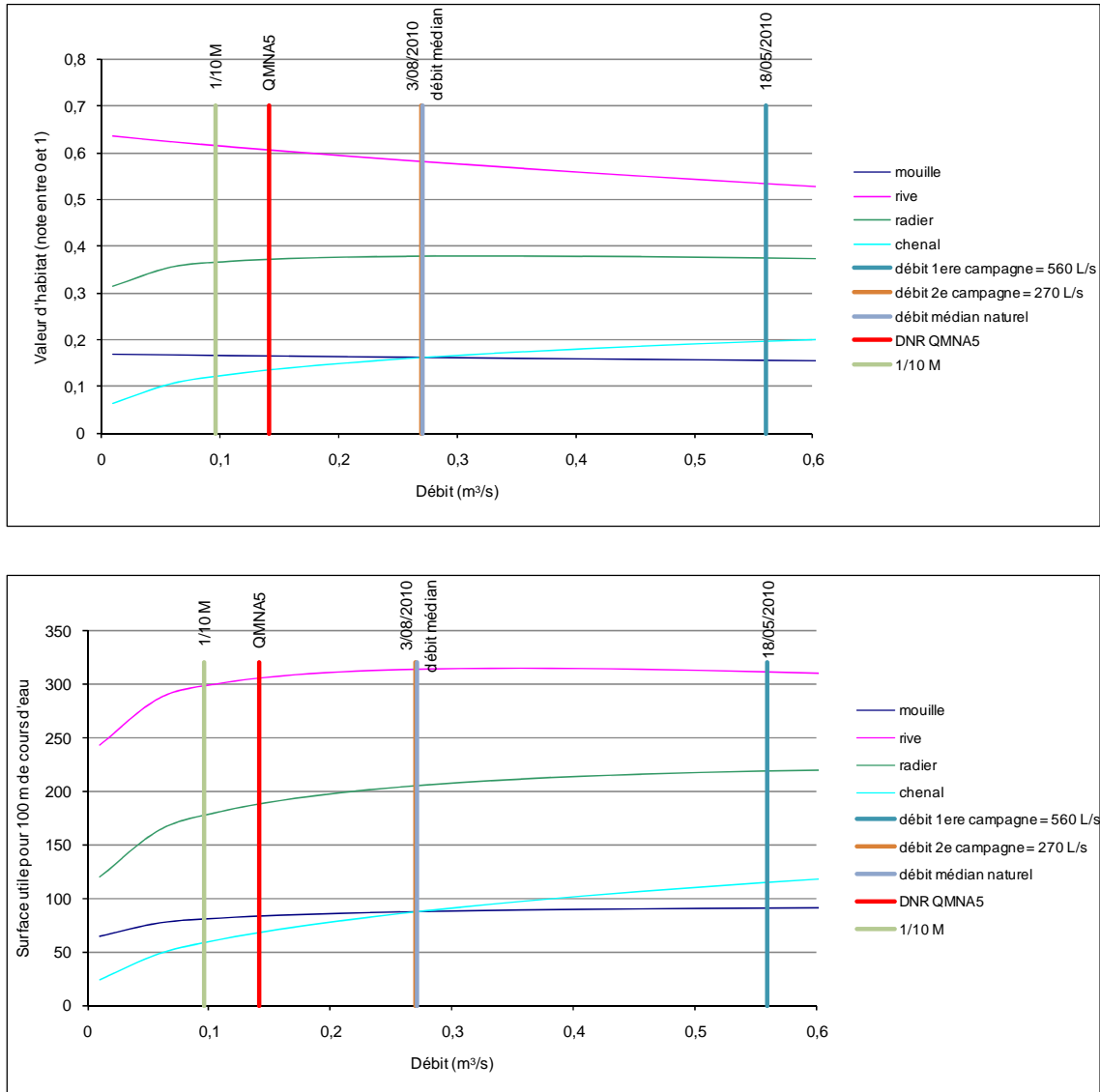


Figure 51 : Simulations par guilde (station G2)

5.4.1 Le Gapeau à Méounes : lieu-dit Pachoquin (G3)

Espèce cible : truite de rivière

La situation identifiée sur cette station est voisine de la station G2. Le contexte est le même, le gabarit plus important mis à part. La truite fario, quelque soit son écostade, est donc avantagée par rapport à la station précédente.

On note une plus grande stabilité que sur la station G2, à l'exception des très bas débits. Les caractéristiques propres de la station expliquent cela, avec une proportion importante de grandes mouilles profondes qui tamponnent les effets des variations de débit. La guilde chenal est toutefois favorisée lors des augmentations de débits, ces espèces pouvant alors coloniser l'ensemble des faciès présents.

Le QMNA5 est évalué à 153 L/s. Pour le modèle, les surfaces utiles et les valeurs d'habitat sont proches de l'optimum pour un tel débit. Cette situation optimale est observée jusqu'à un débit de 80 L/s environ. En deçà, la diminution des valeurs d'habitat et des surfaces utiles est plus accentuée.

Le débit minimum biologique se situe entre 70 et 100 L/s. Les caractéristiques des écoulements, marquées par un lit plutôt resserré, limitent les possibilités d'assec, qui concernent en premier lieu les radiers.

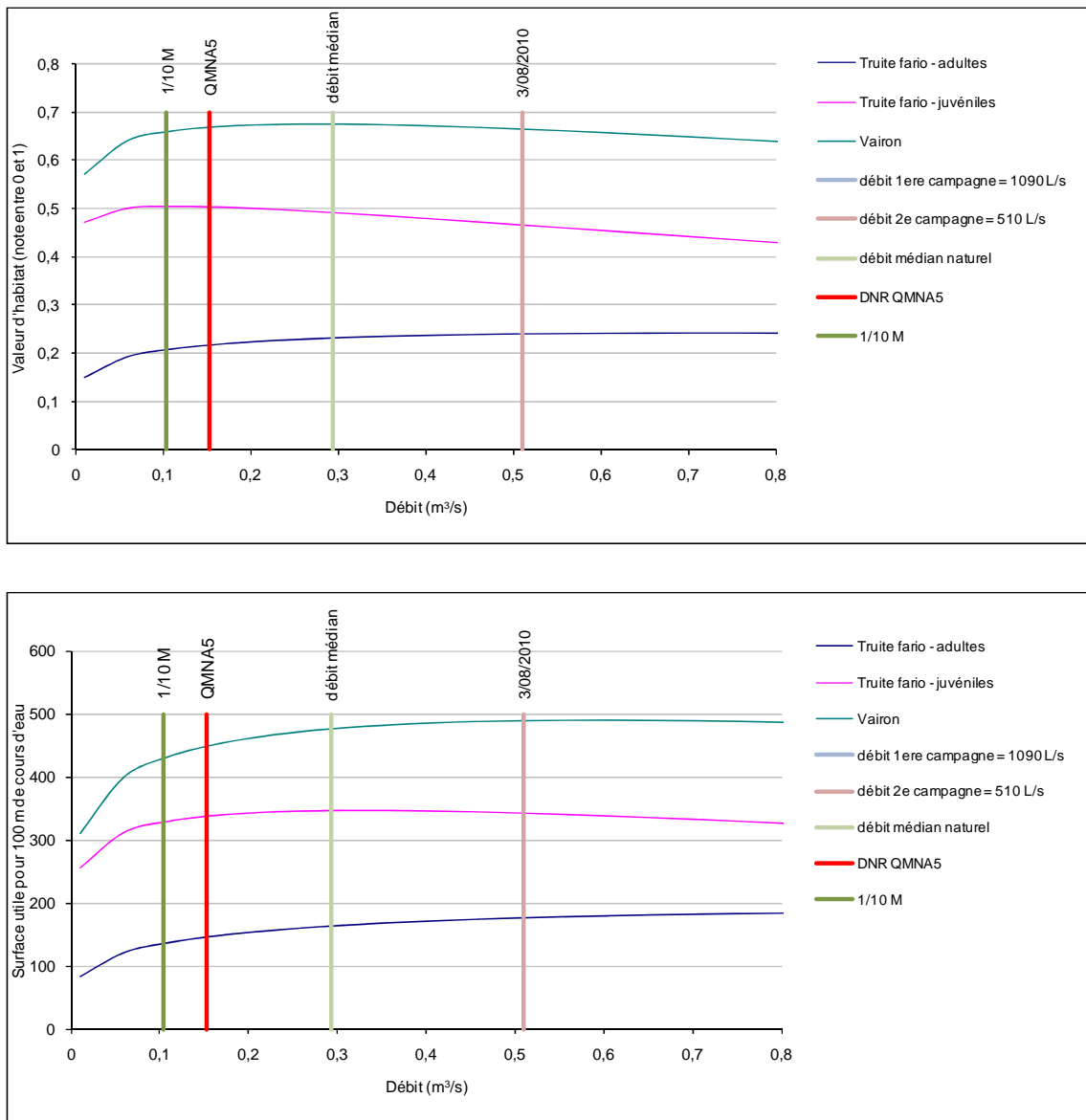


Figure 52 : Simulations par espèce (station G3)

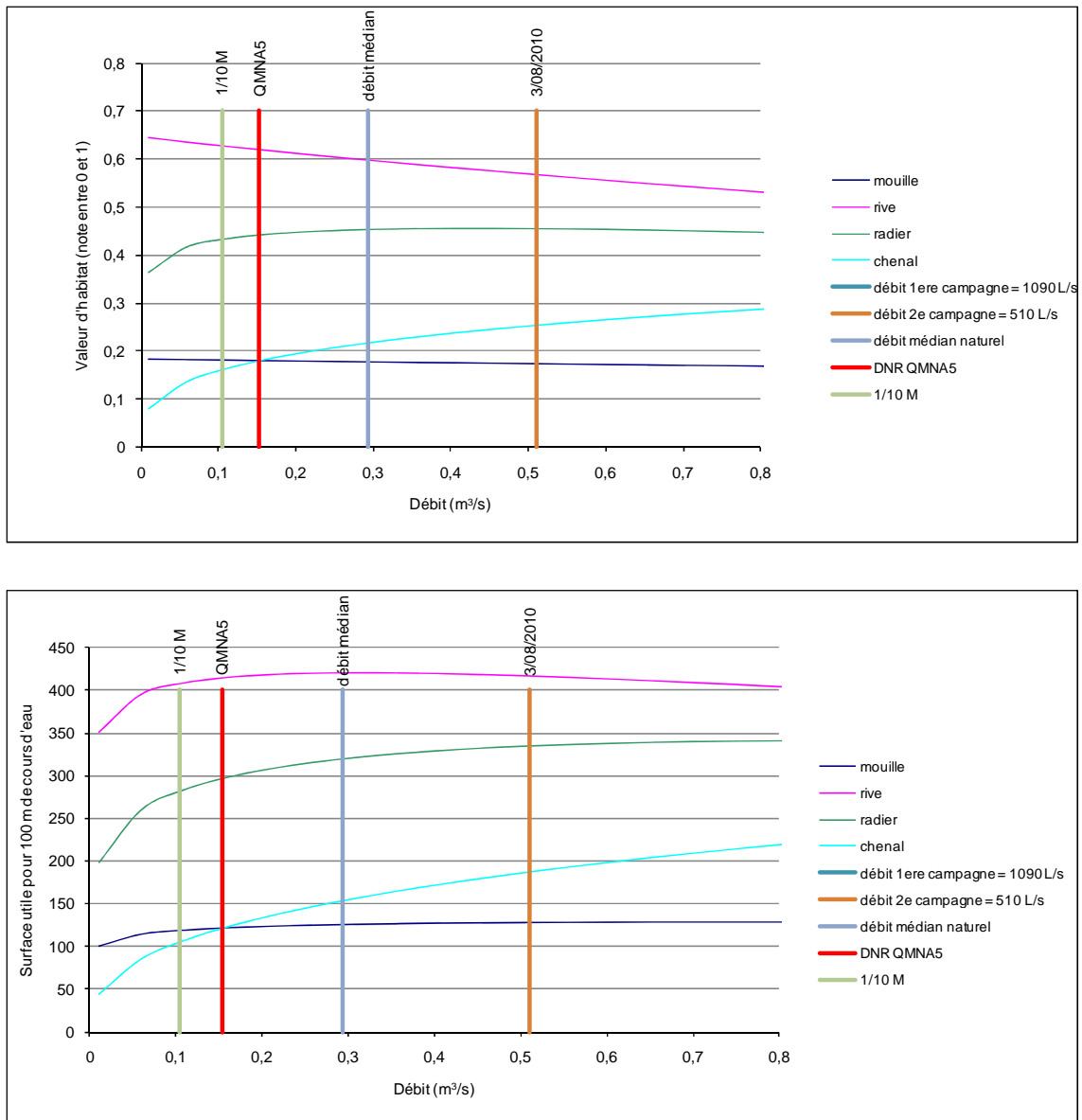


Figure 53 : Simulations par guilde (station G3)

5.4.2 Le Gapeau à Belgentier (G4)

Espèce cible : truite de rivière

La station G4 est marquée par une certaine homogénéité liée au recalibrage du lit entre des berges aménagées. Les faciès courants de type lotique et radier dominant. La truite fario adulte, ainsi que les espèces de la guilde « mouille » sont donc peu avantagées à ce niveau par rapport aux espèces de petite taille (vairon goujon, guildes « radier » et « rive »).

Il en résulte une situation favorable même pour des débits faibles. Le QMNA5 est évalué à 163 L/s. Les modèles montrent que ce débit est proche de l'optimum en termes de surfaces utiles et ne pénalise pas l'habitat. Le point d'inflexion en deçà duquel les valeurs d'habitat et les surfaces utiles diminuent de manière sensible est situé autour de 60L/s. En deçà de cette valeur, la diminution des surfaces utiles serait accentuée. Un débit légèrement supérieur à 50 L/s pourrait donc être considéré comme acceptable vis-à-vis de la faune piscicole. Cette valeur est toutefois près de trois fois inférieure au QMNA5 et l'impact négatif d'un tel débit sur les peuplements benthiques est certain. Cet impact sera qualitatif, avec une domination accrue des taxons ubiquistes et peu exigeants en termes de qualité de l'eau. Il sera également quantitatif avec la réduction des surfaces en eau. Un débit trop faible risque également d'avoir des conséquences sur la franchissabilité de certains seuils.

Le débit minimum biologique se situe entre 100 et 120 L/s.

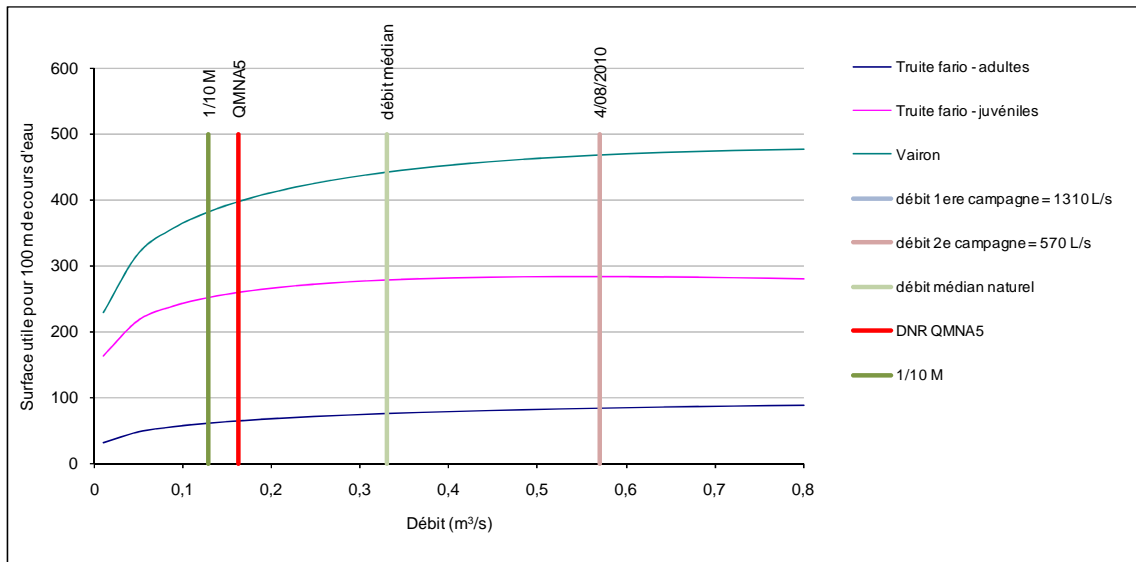
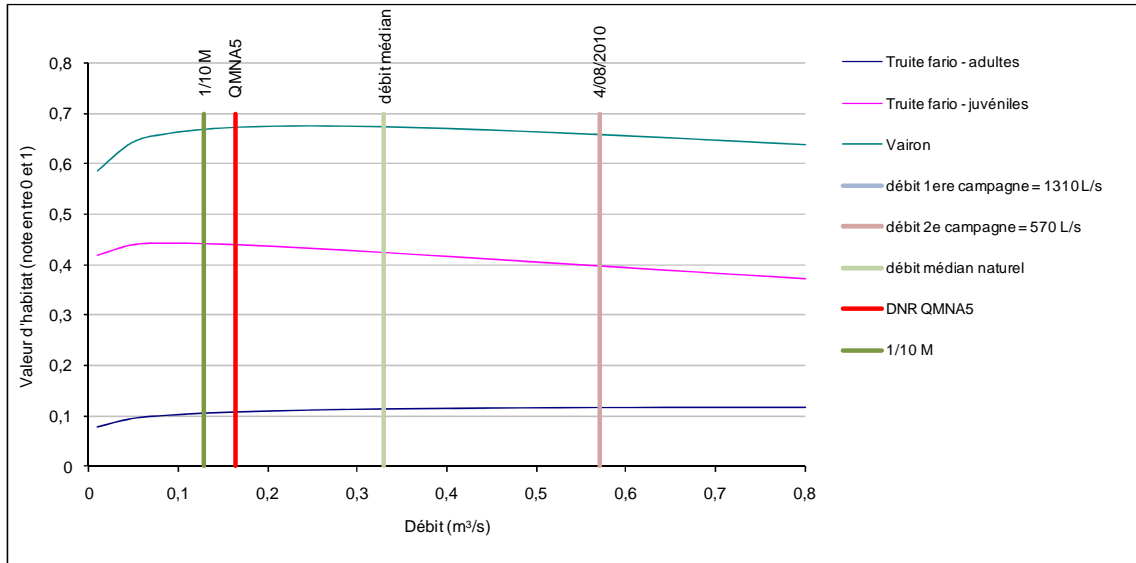


Figure 54 : Simulations par espèce (station G4)

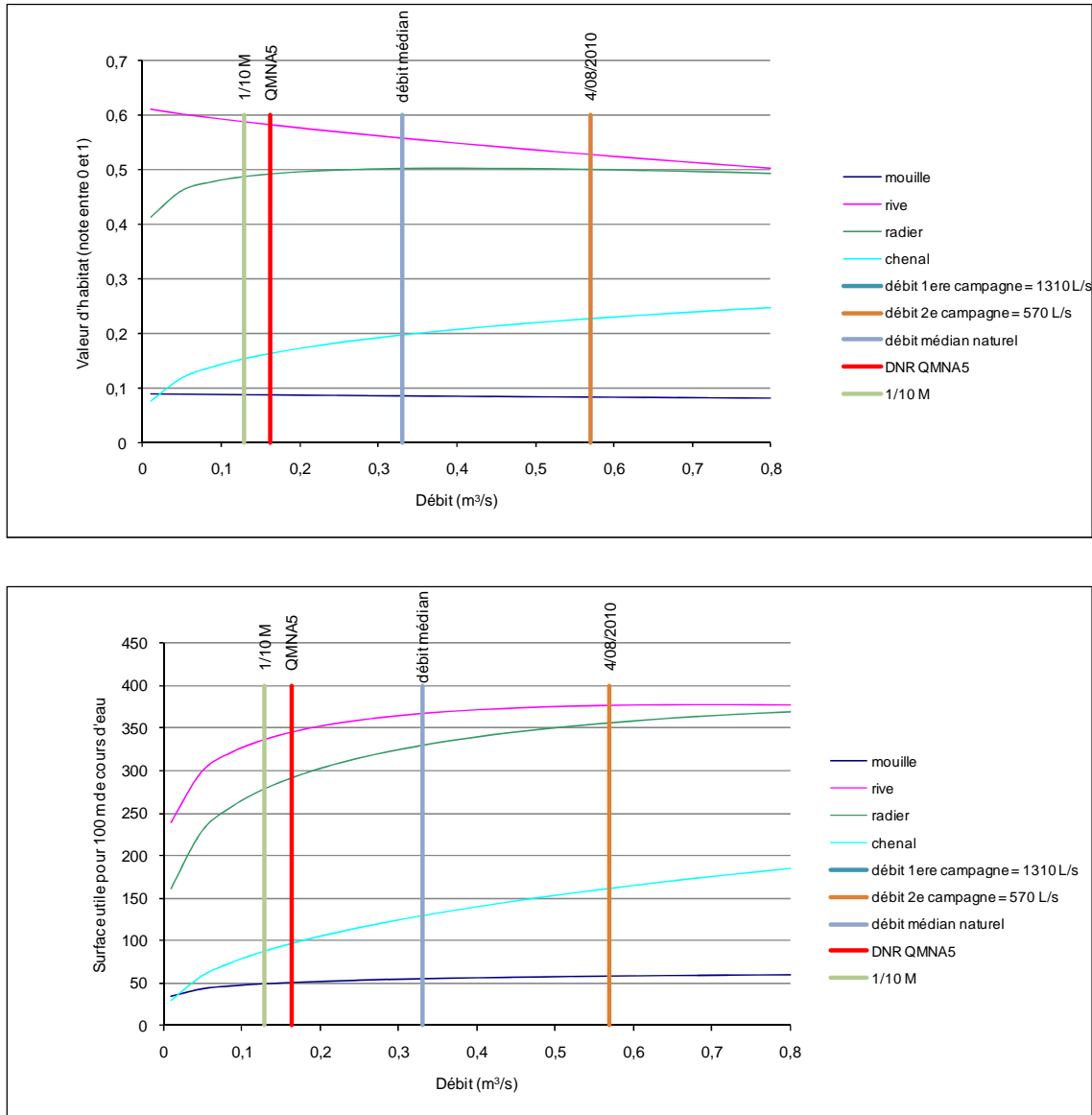


Figure 55 : Simulations par guilde (station G4)

5.4.3 Le Gapeau à Solliès-Toucas (G5)

Espèce cible : truite de rivière

La station G5 est caractérisée par une grande proportion de faciès de type mouille, ce qui la place hors du domaine de validité de la méthode.

La truite fario adulte est favorisée par rapport à la station G4, où les faciès étaient peu adaptés. Les caractéristiques physiques du Gapeau à ce niveau (vitesses d'écoulement, faciès), favorisent les guildes « mouille » et « rive », ce qui correspond aux espèces ubiquistes (chevaine, anguille) et aux espèces de courant lent (gardon, goujon).

5.4.4 Le Gapeau à Solliès-Pont (G6)

Espèce cible : blageon

La station G6 est influencée par deux seuils, le premier sous l'autoroute et le second sous le pont de l'avenue du Maréchal Juin. La méthodologie préconise d'éviter de se placer sur des stations influencées par des seuils sur plus de 40%. La station G6 est par ailleurs, située dans un secteur fortement anthropisé où le Gapeau se trouve influencé par de nombreux aménagements. Cette caractéristique est représentative du Gapeau sur ce secteur.

L'influence des seuils se traduit sur la station par la présence quasi exclusive d'un faciès de type mouille, ce qui place cette station en dehors de la limite de validité de la méthode.

5.4.5 Le Gapeau à La Crau (G7)

Espèce cible : blageon

La station G7 est située à l'amont de la confluence avec le Réal Martin. Le Gapeau y est caractérisé par une grande hétérogénéité des écoulements et des profondeurs. Des radiers larges et peu profonds succèdent à des fosses profondes et calmes.

Les simulations par espèces ne permettent pas de donner une image représentative du peuplement piscicole :

- le goujon n'est pas cité dans la bibliographie,
- la densité de truite est faible, si elle est présente.

Le vairon seul apporte peu d'information est peut être inclus dans la guildes "rive".

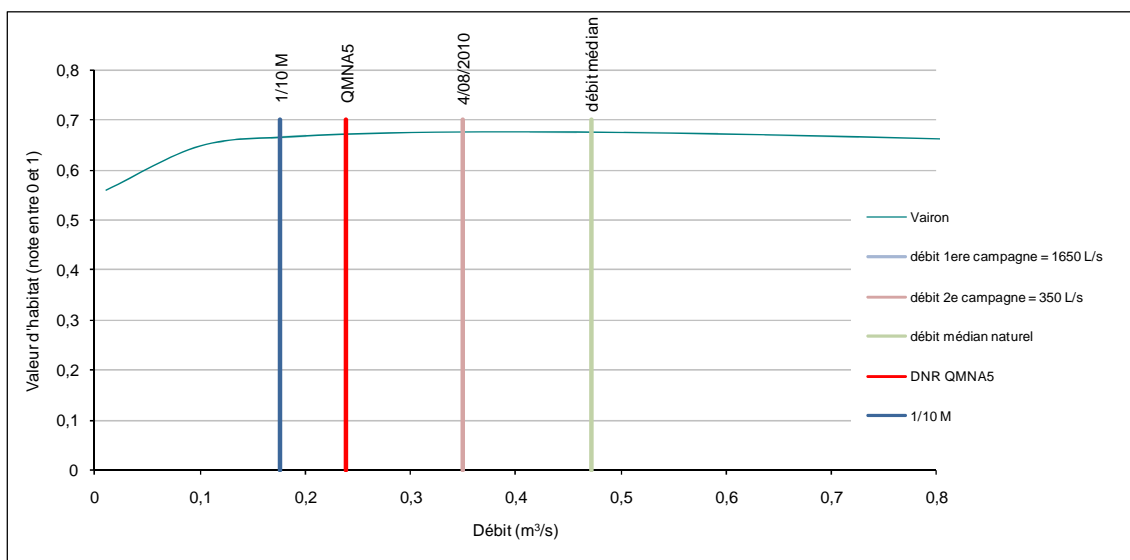
Les simulations par guildes d'habitat montrent que les variations de valeurs d'habitat et de surfaces utiles selon les débits sont tamponnées par la proportion de mouille.

A partir du point d'inflexion (100 L/s), l'habitat disponible pour les poissons se trouve stabilisé et n'évolue plus de façon significative. Seule la guildes « chenal » voit sa surface utile augmenter, grâce à l'accélération globale des écoulements qui accompagne les augmentations de débit.

Le QMNA5 (évalué à 239 L/s) est largement supérieur à ce seuil de 100-110 L/s. Une marge importante permet donc d'envisager une diminution du débit en deçà du QMNA5 sans qu'il n'y ait de conséquences directes sur les peuplements piscicoles.

Les modélisations montrent que les habitats piscicoles sont peu dépendants des débits, jusqu'à un seuil largement inférieur au QMNA5. La réduction des débits jusqu'à ce seuil évalué à 100 L/s aurait cependant des conséquences néfastes sur la faune benthique. Le Gapeau à ce niveau est marqué par une grande hétérogénéité de faciès d'écoulements et de type d'habitats. Une réduction drastique des débits se traduirait inévitablement par une homogénéisation des écoulements. Au sein de la faune benthique, les groupes les plus ubiquistes seraient alors favorisés. Il convient donc de maintenir un débit suffisant pour que l'alternance de fosses, de radiers et de cascades subsiste de manière fonctionnelle. Le débit minimum biologique ne doit donc pas être dans ce cas, uniquement établi sur la base de la modélisation de l'habitat piscicole. Il est donc préférable de ne pas accroître les prélèvements par rapport au tronçon précédent.

Le débit minimum biologique se situe entre 120 et 160 L/s.



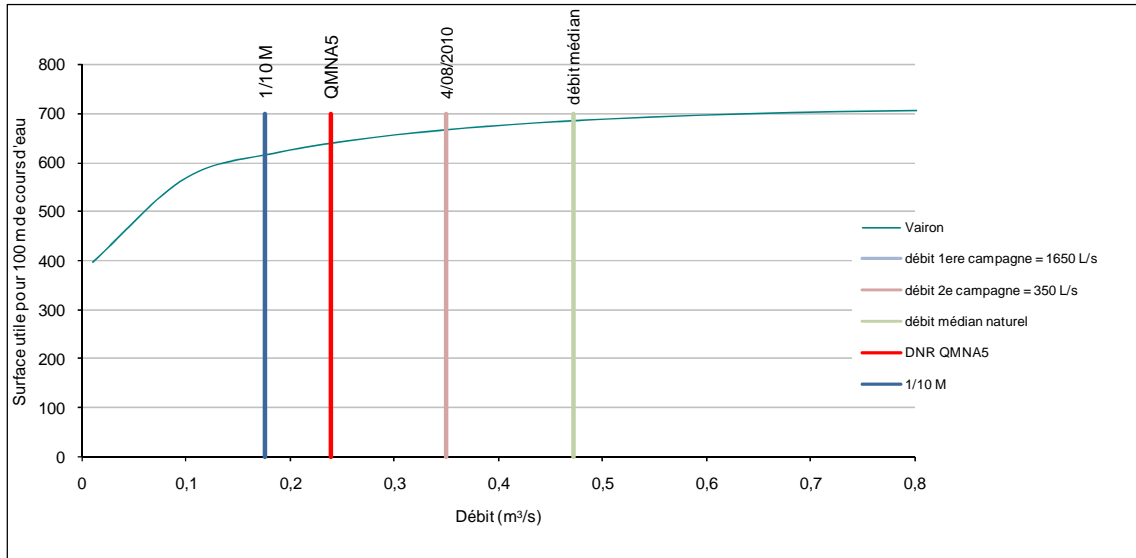
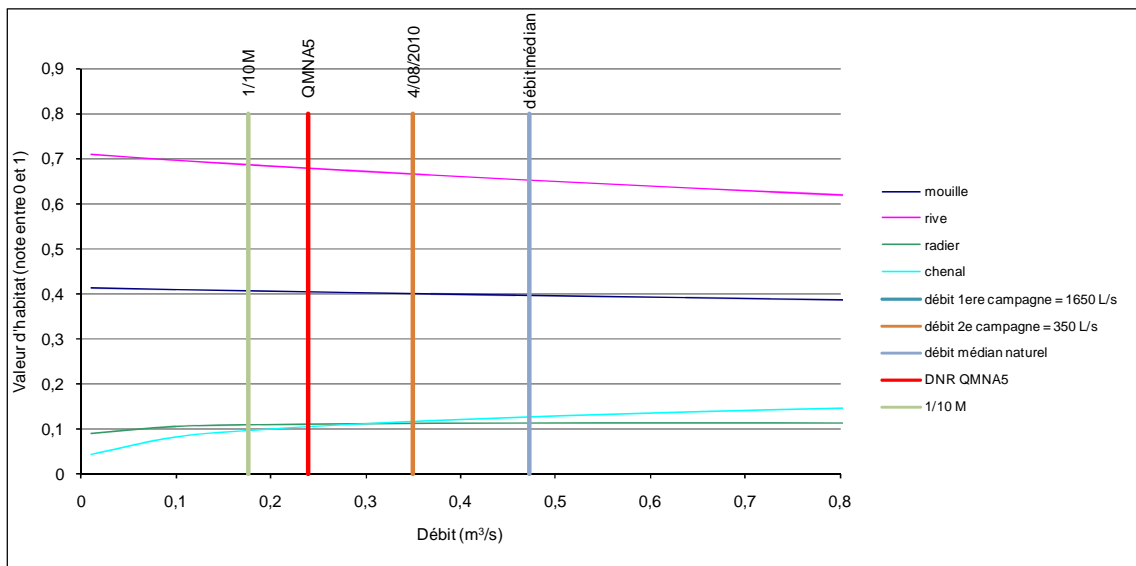


Figure 56 : Simulations par espèces (station G7)



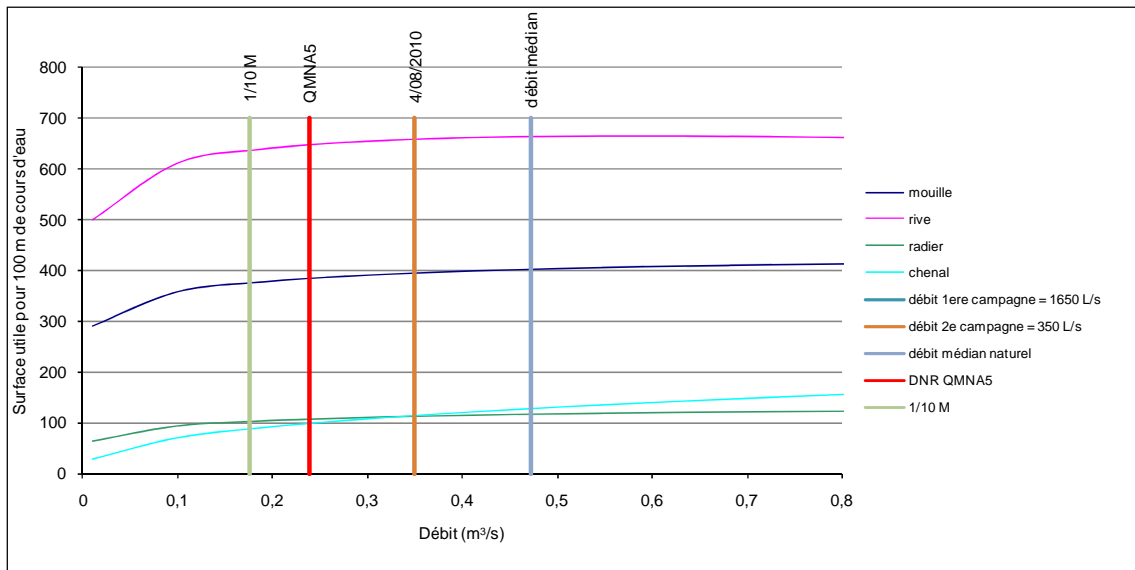


Figure 57 : Simulations par guilde (station G7)

5.4.6 Le Gapeau à Hyères (G8)

Espèce cible : brochet

La station G8 est la seule située en aval de la confluence avec le Réal Martin. Elle est en outre située très à l'aval du bassin versant, dans un secteur où la pente est quasi nulle. Le gabarit du Gapeau y est donc nettement supérieur à celui des autres stations. Les écoulements sont exclusivement lenticques et le faciès constitué d'un chenal lenticque sur la totalité du linéaire prospecté. La station se situe donc en dehors des limites de validité de la méthode.

Les inventaires effectués notamment lors du suivi effectué après le curage du Gapeau à Hyères montrent d'ailleurs une domination des espèces de plan d'eau et de l'anguille. Les espèces de rivière ne sont présentes que marginalement. Les caractéristiques du cours d'eau à ce niveau sont telles que les peuplements ne sont pas dépendants des débits. En raison de l'homogénéité des écoulements et du lit, elles resteraient d'ailleurs stables même pour des débits très faibles.

Aucun débit minimum biologique ne peut être proposé sur cette station.

5.5 Synthèse des propositions de débit minimum biologique

Tableau 28 : Synthèse des propositions pour chaque tronçon

Cours d'eau	Point de calcul des DNR	Station de mesure Estimhab	DNR QMNA5	Espèce cible	Point d'inflexion	Surface utile (SPU) pour l'espèce cible au QMNA5	Impacts possibles	Débit minimum biologique proposé mini maxi		Surface utile (SPU) pour l'espèce cible au DMB mini maxi	
			L/s		L/s	m ² /100 m linéaires		L/s	L/s	m ² /100 m linéaires	m ² /100 m linéaires
Le Réal Martin	REAL_A_am	R1	309	blageon	50	95	risque d'assec des radiers	60	100	56	66
	REAL_A_am_med	R2	245	blageon	50	154	risque d'assec des radiers	50	80	74	86
	REAL_A_av	R3	320	blageon	70	156	-	80	120	98	112
	REAL_B_av	R4	113	blageon	-	-	-	80	120	-	-
Le Gapeau	GAP_A_av	G1	63	truite	40	107	-	40	60	102	106
	GAP_B_av	G2	141	truite	50	105	-	60	80	88	93
	GAP_C_av	G3	153	truite	60	146	-	70	100	126	134
	GAP_D_med	G4	163	truite	50	64	Impact négatif sur la faune benthique - perte de franchissabilité des seuils	100	120	57	59
	GAP_D_av	G5	200	truite	-	-	diminution trop importante des vitesses d'écoulement	100	120	-	-
	GAP_E_av	G6	204	blageon	-	-	diminution trop importante des vitesses d'écoulement	100	120	-	-
	GAP_G_av	G7	239	blageon	100	100	perte d'hétérogénéité des écoulements	120	160	78	86
	GAP_H_av	G8	255	brochet	-	-	-	-	-	-	-

5.5.1 Le Réal Martin

Sur l'amont du bassin versant du réal Martin, les surfaces utiles varient peu à partir d'un débit équivalent au QMNA5 naturel reconstitué. Le débit minimum biologique se situe bien en deçà de cette valeur, même en intégrant les risques d'assecs.

A l'aval de la confluence avec le Réal Collobrier, les apports d'eau de celui-ci et la diminution de la pente modifient les caractéristiques du cours d'eau. On constate alors une augmentation de la proportion de faciès lenticques (mouilles, fosses). La profondeur moyenne du cours d'eau change également, du fait de l'endiguement et de la rectification du tracé au sein de la plaine agricole sur les communes de Pierrefeu-du-Var, La Crau et Hyères. L'impact des niveaux d'étiage est donc moins pénalisant qu'à l'amont. Les débits minimum biologiques proposés devraient peu affecter les peuplements piscicoles et devraient également permettre aux peuplements benthiques en place de se maintenir.

Sur le tronçon aval, le débit minimum biologique proposé reste identique au tronçon amont du fait de l'impossibilité de réaliser la modélisation compte-tenu des caractéristiques morphodynamiques de la station suivie.

5.5.2 Le Gapeau

Les caractéristiques du Gapeau au sommet de son bassin versant sont atypiques, avec une pente faible qui donne au cours d'eau des écoulements plutôt lents et homogènes. Les peuplements piscicoles sont, d'après nos modélisations, peu dépendants des débits. Les niveaux d'étiage sont peu pénalisants pour les peuplements piscicoles mais peuvent être contraignant pour la faune benthique. La plage de débits optimums définie par les modélisations est inférieure au QMNA5. Le prélèvement de la moitié du débit est donc envisageable sans que cela n'affecte de façon sensible les peuplements piscicoles en place. Toutefois la prise en compte de la faune benthique conduit à proposer des débits minimum biologiques situés entre le 1/10 du module (41 L/s) et le QMNA5 (63 L/s).

Dans les gorges entre la plaine de Signes et Solliès-Toucas, les caractéristiques hydrologiques du Gapeau permettent encore aux débits d'étiage d'être peu pénalisants pour la faune piscicole. Des prélèvements entre 40 et 100 L/s, selon les stations ne devraient donc pas pénaliser la faune piscicole. La modélisation effectuée au niveau de la station G4, à Belgentier, montre que les valeurs d'habitat et les surfaces utiles restent acceptables avec une réduction plus importante encore des débits. A ce niveau, le débit biologique minimum ne doit toutefois plus être défini uniquement par les modélisations sur les peuplements piscicoles. Une réduction trop drastique des débits aurait des conséquences négatives importantes au-delà des peuplements piscicoles sur les peuplements benthiques, ainsi que sur la franchissabilité des seuils.

De façon analogue, sur la partie aval, les débits minimums biologiques proposés ne sont pas définis uniquement par les modélisations pour les peuplements piscicoles. Ceux-ci sont en effet peu sensibles à l'évolution des débits du fait de la prédominance de mouille.

Si les peuplements piscicoles ne sont pas affectés directement, grâce aux caractéristiques du cours d'eau et à la structuration des habitats, la mise en place de tels débits aurait nécessairement un impact très important sur les peuplements benthiques. Le ralentissement à l'extrême des vitesses d'écoulement se traduirait par une simplification des listes d'espèce, et par la prédominance des espèces ubiquistes, peu exigeantes quant à la qualité de l'eau et des habitats. On pourrait dès lors s'attendre à des conséquences indirectes équivalentes sur les peuplements de poissons, avec notamment une raréfaction des espèces de rivière, remplacées par des espèces de plan d'eau ou invasives.

Pour G8, les caractéristiques du tronçon GAP-H qu'il représente sont plus proches de celles d'un plan d'eau que d'une rivière. Dans ces conditions, la définition d'un débit minimum biologique n'est pas possible.

PARTIE 5

PREMIÈRES RÉFLEXIONS SUR LES VOLUMES MAXIMUM PRÉLEVABLES

Un débit naturel reconstitué a été défini aux extrémités de chaque tronçon homogène piscicole.

Pour chacun de ces points, la valeur du débit minimum biologique le plus proche défini ci-dessus est attribuée.

Dans la fourchette proposée on retiendra pour l'exemple la valeur moyenne.

Le débit maximum prélevable sur l'ensemble du cours d'eau à l'amont du point de calcul est donné par DNR-DMB.

Tableau 29 : Premières définitions des débits prélevables par tronçon

	Tronçons homogènes piscicoles	DNR QMNA5	Point estimhab	DMB valeur moyenne	Debit prelevable sur l'ensemble des tronçons amont
		l/s		l/s	l/s
REAL	Amont de Réal A	309,00	R1	80,00	229
	REAL_A_am_med	245,00	R1	65,00	180
	REAL_A	320,00	R3	100,00	220
	REAL_B	113,27	R4	100,00	13
GAPEAU	GAP_A	63,00	G1	50,00	13
	GAP_B	141,00	G2	70,00	71
	GAP_C	153,00	G3	85,00	68
	GAP_D_med	163,00	G4	110,00	53
	GAP_D	200,66	G5	110,00	91
	GAP_E	204,56	G6	110,00	95
	GAP_G	239,00	G7	140,00	99
	GAP_H	255,07			

Les caractéristiques hydrogéologiques sur le Réal induisent une diminution naturelle des débits de d'étiage de l'amont vers l'aval très défavorables aux prélèvements.

Le débit maximum prélevable à la confluence avec le Gapeau n'est que d'une quinzaine de litre.

Sur le Gapeau, à la confluence avec le Réal Martin, le débit maximum prélevable est de 100 l/s.

Sur le dernier tronçon GAP_H, aucun débit minimum biologique n'a put être défini du fait de la très faible pente et du caractère totalement artificialisé du Gapeau sur ce secteur. Vu la morphologie du secteur et l'influence des seuils, le maintien de la continuité écologique ne nécessite qu'un très faible débit.

La définition du volume maximum prélevable sur ce secteur devra donc s'appuyer sur un autre élément.