

MAÎTRE D'OUVRAGE

SIVOM de LA MOTTE-TURRIERS

OBJET DE L'ETUDE

**ETUDE DE LA RESSOURCE EN EAU SUR
LE BASSIN VERSANT DU SASSE**

N° AFFAIRE

M08005

INTITULE DU RAPPORT

***Etat des lieux et diagnostic de la situation
actuelle (phases 1 et 2)***

V5	04/12/2009	Julien BERTHELOT	Philippe DEBAR	Finalisation pour le comité de pilotage
V4	16/11/2009	Julien BERTHELOT	Philippe DEBAR	Finalisation phase 2
V3	13/11/2008	Julien BERTHELOT	Philippe DEBAR	Complément phase 2
V2	08/10/2008	Julien BERTHELOT	Philippe DEBAR	remarque DDAF/ réunion du 8 octobre
V1	02/07/2008	Julien BERTHELOT	Philippe DEBAR	
<i>N° de Version</i>	<i>Date</i>	<i>Établi par</i>	<i>Vérifié par</i>	<i>Description des Modifications / Évolutions</i>



**Brigitte
Lambey**

Décembre 2009

Établi par CEREG Ingénierie / JBE

TABLE DES MATIÈRES

A.	PRESENTATION DE L'ETUDE.....	9
A.I	CONTEXTE.....	10
A.II	CONTENU DE L'ETUDE.....	11
A.III	METHODOLOGIE GENERALE.....	12
A.IV	DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT.....	13
B.	PHASE 1 : ETAT DES LIEUX.....	16
B.I	ANALYSE DES USAGES.....	17
<i>B.I.1</i>	<i>Eau potable et eaux usées.....</i>	<i>17</i>
B.I.1.1	Analyse démographique.....	17
B.I.1.2	Etude de l'alimentation en eau potable.....	19
B.I.1.3	Gestion des eaux usées.....	22
B.I.1.4	Synthèse.....	23
<i>B.I.2</i>	<i>Irrigation.....</i>	<i>25</i>
B.I.2.1	Présentation de l'irrigation dans la vallée.....	25
B.I.2.2	Contexte réglementaire.....	26
B.I.2.3	Présentation des réseaux d'irrigation.....	27
B.I.2.4	Besoins théoriques et données d'analyse.....	32
B.I.2.5	Bilan prélèvements besoins.....	33
<i>B.I.3</i>	<i>Usage industriel.....</i>	<i>37</i>
<i>B.I.4</i>	<i>Synthèse des usages.....</i>	<i>38</i>
B.II	ETUDE DE LA RESSOURCE.....	41
<i>B.II.1</i>	<i>Analyse des données météorologiques.....</i>	<i>41</i>
<i>B.II.2</i>	<i>Analyse des données hydrologiques.....</i>	<i>47</i>
<i>B.II.3</i>	<i>Présentation du modèle et de la méthodologie.....</i>	<i>48</i>
<i>B.II.4</i>	<i>Résultats.....</i>	<i>54</i>
B.III	CAMPAGNES DE MESURES.....	58
<i>B.III.1</i>	<i>Jaugeages sur le sasse.....</i>	<i>58</i>
<i>B.III.2</i>	<i>Mesure sur les réseaux sous pression du SIVOM.....</i>	<i>62</i>
B.III.2.1	Mesure des fuites des réservoirs.....	62
B.III.2.2	Etude du fonctionnement des réseaux en période d'irrigation.....	63
<i>B.III.3</i>	<i>Mesures sur les réseaux gravitaires.....</i>	<i>66</i>
B.III.3.1	Campagne n°0 : détermination des lois H/Q et du débit mécanique.....	66
B.III.3.2	Fonctionnement des réseaux en période d'irrigation.....	68
<i>B.III.4</i>	<i>Informations apportées par les mesures sur le fonctionnement des réseaux.....</i>	<i>69</i>
B.III.4.1	Fonctionnement des réseaux sous pression du SIVOM.....	70
B.III.4.2	Estimation des retours d'eau dans les canaux gravitaires.....	70
B.IV	ETUDE DU MILIEU NATUREL AQUATIQUE.....	74
<i>B.IV.1</i>	<i>QUALITE GENERALE DU MILIEU AQUATIQUE.....</i>	<i>74</i>
B.IV.1.1	Qualité des eaux de surface.....	74

B.IV.1.2	Les peuplements piscicoles.....	75
B.IV.1.3	Les adoux (cf planche 13).....	77
B.IV.1.4	Projet SDAGE et DCR.....	77
B.IV.2	ANALYSE MICROHABITATS	78
B.IV.2.1	Objectifs de l'analyse.....	78
B.IV.2.2	La méthode.....	78
B.IV.2.3	Programme d'étude et contexte	78
B.IV.2.4	Résultats et interprétation	81
C.	PHASE 2 : DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	84
C.I	MODALITE D'ETABLISSEMENT DU BILAN BESOINS/RESSOURCES	85
C.I.1	<i>Objectif du bilan besoins/ressources</i>	85
C.I.2	<i>Découpage en sous bassins versants</i>	86
C.I.3	<i>Critères d'analyse</i>	88
C.II	BILAN BESOINS/RESSOURCES	89
C.II.1	<i>Présentation des scénarios simulés</i>	89
C.II.2	<i>Scénario n°1, aucun prélèvement</i>	89
C.II.3	<i>Scénario n°2, prélèvement AEP uniquement</i>	89
C.II.4	<i>Scénario n°3, prélèvements de l'irrigation au débit moyen journalier avec restitution des refus d'irrigation</i>	90
C.II.5	<i>Scénario n°4, prélèvements pour l'irrigation au débit moyen journalier sans restitution des refus d'irrigation</i>	92
C.II.6	<i>Scénario n°5, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec restitution des refus</i> 93	
C.II.7	<i>Scénario n°6, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans restitution des refus</i> 94	
C.II.8	<i>Scénario n°7, prélèvements moyens à ETP</i>	96
C.II.9	<i>Scénario n°8, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec refus partiel</i>	97
C.II.10	<i>Scénario n°9, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans le prélèvement de la station bas plan avec refus partiel</i>	99
C.III	SYNTHESE.....	100
C.III.1	<i>Limite de la méthodologie</i>	100
C.III.2	<i>Synthèse des scénarios</i>	102
C.III.3	<i>Identification des points noirs</i>	103

LISTE DES PLANCHES

➤	Planche n°1 : Localisation géographique.....	10
➤	Planche n°2 : Réseau hydrographique	13
➤	Planche n°3 : Carte des altitudes.....	13
➤	Planche n°4 : Couvert végétal.....	15
➤	Planche n°5 : Captages AEP et rejets STEP	17
➤	Planche n°7 : Installations du SIVOM.....	27
➤	Planche n°6 : Prélèvements irrigation gravitaire	29
➤	Planche n°10 : Importance relative des prélèvements	38
➤	Planche n°11 : Bd Alti : vue illustrative du bassin versant.....	50
➤	Planche n°8 : Points de jaugeage	58
➤	Planche n°9 : Découpage en sous bassin versants et points nodaux.....	86

LISTE DES TABLEAUX

	Tableau n°1 : Répartition par classes des altitudes	13
	Tableau n°2 : Evaluation de la population par commune	18
	Tableau n°3 : Présentation des réseaux AEP	20
	Tableau n°4 : Estimation des prélèvements et consommations	22
	Tableau n°5 : Liste des stations d'épuration existantes.....	22
	Tableau n°6 : Détermination des rejets dans le milieu naturel.....	23
	Tableau n°7 : Synthèse AEP-STEP.....	23
	Tableau n°8 : Surfaces irriguées.....	25
	Tableau n°9 : Descriptif des trois réseaux du SIVOM.....	29
	Tableau n°10 : Synthèse des réseaux gravitaires collectifs	31
	Tableau n°11 : Prélèvements individuels	32
	Tableau n°12 : Besoins théoriques des cultures en m ³ /ha/an.	32

Tableau n°13 : Synthèse mensuelle des prélèvements moyen (1997-2007) et besoins (en m ³).....	36
Tableau n°14 : Synthèse des prélèvements des réseaux gravitaires collectifs	36
Tableau n°15 : Prélèvements individuels	37
Tableau n°16 : Synthèse des prélèvements	38
Tableau n°17 : Synthèse des besoins.....	38
Tableau n°18 : Débits de prélèvement	39
Tableau n°19 : Synthèse des données météorologiques	43
Tableau n°20 : Précipitation moyenne (1997-2007)	44
Tableau n°21 : Précipitations annuelles en mm sur la station de Faucon du Caire.....	44
Tableau n°22 : Nombre de jours où le sol est recouvert de neige (moyennes de 2004 à 2007).....	46
Tableau n°23 : Débits du Sasse et du Syriez sur la période 1973-1977	47
Tableau n°24 : Données pluviométriques reconstituées.....	51
Tableau n°25 : Influence comparée des stations.	51
Tableau n°26 : Valeurs des paramètres de modélisation après calage	52
Tableau n°27 : Caractéristique du débit du Sasse à Clamensanne entre 1973-1977.....	53
Tableau n°28 : Caractéristiques du Sasse au pont de Valernes (1982-2007).....	54
Tableau n°29 : Module et Qmna5 dans les Alpes des hautes Provence.....	55
Tableau n°30 : Synthèse des jaugeages.....	60
Tableau n°31 : Résultats des mesures de fuite sur les réservoirs	63
Tableau n°32 : Synthèse des résultats, réseau de la Motte du Caire	64
Tableau n°33 : Synthèse des résultats, réseau du Caire	64
Tableau n°34 : Synthèse des résultats, réseau de Faucon du Caire.....	65
Tableau n°35 : Synthèse des débits journalier	65
Tableau n°36 : Synthèse de mesures sur les canaux gravitaires.....	67
Tableau n°37 : Synthèse des mesures sur les réseaux gravitaire.....	69
Tableau n°38 : Comparaison des données sur les volumes.....	70
Tableau n°39 : Synthèse des résultats de l'étude de la FDSIC	71
Tableau n°40 : Données de l'étude des ASA	72
Tableau n°41 : résultat des mesures	72
Tableau n°42 : résultat du suivi qualité du CG04	74
Tableau n°43 : données piscicoles	76
Tableau n°44 : présentations des stations ESTIMHAB	79
Tableau n°45 : Module et Qmna5 au stations ESTIMHAB	80
Tableau n°46 : Débits jaugés au stations ESTIMHAB	80

Tableau n°47 : Débit biologiques minimum	83
Tableau n°48 : Prélèvement et rejet par sous bassin versant.....	87
Tableau n°49 : Débits caractéristiques pour chaque sous bassin	88
Tableau n°50 : Résultats du scénario n°3.....	91
Tableau n°51 : Résultats du scénario n°4.....	92
Tableau n°52 : Résultats du scénario n°5.....	94
Tableau n°53 : Résultats du scénario n°6.....	95
Tableau n°54 : Résultats du scénario n°7.....	96
Tableau n°55 : Résultats du scénario n°8.....	98
Tableau n°56 : Résultats du scénario n°9.....	99
Tableau n°57 : Dépassement de seuil mesuré par la DDEA	102
Tableau n°58 : Synthèse des scénarios.....	102

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration n°1 : Courbe hypsométrique	13
Illustration n°2 : Courbes isochrones	14
Illustration n°3 : Evolution de la population globale	19
Illustration n°4 : Répartition mensuelles des consommations.....	24
Illustration n°5 : Surfaces irriguées	25
Illustration n°6 : Type d'irrigation	26
Illustration n°7 : Volume consommé depuis 1988	34
Illustration n°8 : Volume consommé par ha depuis 1997	34
Illustration n°9 : Répartition de la consommation par irrigant.....	35
Illustration n°10 : Synthèse prélèvement/besoin.....	39
Illustration n°11 : Synthèse des débits de prélèvements	39
Illustration n°12 : Localisation des stations météorologiques.....	42
Illustration n°13 : Variation des cumuls annuels de pluies	43
Illustration n°14 : Nombre de jours de pluie et par an et intensité sur la période 1997-2007.....	44
Illustration n°15 : Cumuls des précipitations moyenne (4 stations, 1997-2007)	45
Illustration n°16 : Température moyenne mensuelle à Saint-Auban	45

Illustration n°17 : Variations de l'ETP sur l'année (moyenne 1997-2007)	47
Illustration n°18 : Variations moyennes du débit du Sasse à Clamensane de 1973 à 1977	48
Illustration n°19 : Fonctionnement du modèle ATHYS (source : IRD).....	49
Illustration n°20 : Exemple de carte des altitudes (à gauche) et du réseau hydrographique (à droite)	50
Illustration n°21 : Chaîne de calcul	52
Illustration n°22: Débits simulés entre juin et décembre 1976	53
Illustration n°23: Comparaison du module avec d'autres bassins versant du département	55
Illustration n°24: Comparaison du Q_{mna5} avec d'autres bassins versant du département	56
Illustration n°25: Débit moyen mensuel simulé au pont de Valernes (1984-2007)	56
Illustration n°26 : Comparaison débits simulés avec prélèvement et débits mesuré.....	57
Illustration n°27 : Synthèse des jaugeages	61
Illustration n°28 : Relation $Q_{entrée}/Q_{sortie}$ pour le canal de Clamensane.....	67
Illustration n°29 : Relation $Q_{entrée}/Q_{sortie}$ pour le canal de Nibles.....	68
Illustration n°30 : Devenir des volumes prélevés dans les canaux gravitaires.....	73
Illustration n°31 : Comparaison entre les scénario de prélèvement et les jaugeages	101

PRÉAMBULE

La présente étude est menée conjointement avec une étude hydraulique et morphologique du Sasse qui fait l'objet d'un second rapport.

A. PRESENTATION DE L'ETUDE

A.I CONTEXTE

□ Localisation géographique

➤ *Planche n°1 : Localisation géographique*

Le bassin versant du Sasse est situé dans le département des Alpes de Haute Provence au nord est de Sisteron et à une trentaine de kilomètres au nord de Digne les Bains, la préfecture du département.

Onze communes faisant partie du SIVOM de la Motte-Turriers, commanditaire de l'étude, sont situées sur le bassin versant du Sasse : Bayons, Chateaufort, Clamensane, Faucon du Caire, La Motte du Caire, Le Caire, Nibles, Sigoyer, Valavoire, Valernes et Vaumeilh.

Le Sasse présente un bassin versant de 330 km² et une longueur de 36 km avant de confluer avec la Durance à environ 6 km au nord de Sisteron.

□ Contexte

Le Sasse est une rivière située dans une zone encaissée à l'amont, où la pression démographique est faible. Le bassin versant du Sasse est resté naturel et présente de ce fait un caractère patrimonial remarquable qu'il faut préserver.

La qualité du milieu aquatique est fragile en raison des étiages sévères en saison estivale. Ces étiages, typiques des cours d'eau sous influence méditerranéenne sont préjudiciables à la vie piscicole et sont aggravés par des prélèvements importants.

En effet, un réseau dense d'irrigation permettant d'irriguer environ 1000 hectares de surfaces agricoles a été mis en place sur le bassin versant. Les terres irriguées sont principalement regroupées sur le cours aval du Sasse et dans la vallée du Grand Vallon dominées par l'arboriculture. On recense actuellement 9 réseaux collectifs et 10 prélèvements individuels.

De plus et de manière générale, les besoins du milieu naturel sont progressivement reconnus comme des besoins à part entière, à respecter aux même titre que les usages traditionnels de l'eau en milieu rural (irrigation) ou bien l'alimentation en eau potable. Cette prise en compte s'est traduite dans le département des Alpes de Haute Provence par la mise en place d'un plan d'action sécheresse qui permet de limiter certains prélèvements en cas d'étiage sévère.

A.II CONTENU DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude est double :

- Proposer des solutions pour aboutir à une gestion équilibrée de la ressource.
- Valoriser les milieux aquatiques par le maintien ou la restauration de la qualité hydrobiologique du cours d'eau.

Dans le détail, cette étude doit traiter des aspects suivants :

- Recenser et évaluer les usages de l'eau sur le bassin versant
- Analyser les ressources en eau disponibles
- Evaluer et identifier les zones naturelles présentant une vie aquatique remarquable
- Identifier les problèmes occasionnés par les prélèvements
- Proposer un ensemble d'indicateurs pour l'évaluation d'un déséquilibre entre la ressource et les prélèvements
- proposer des outils de gestion et des pistes d'amélioration de situations problématiques

L'étude est décomposée en 3 phases :

- **Phase 1 : Un état des lieux**, avec pour composante principale une évaluation des prélèvements, besoins et ressources en eau
- **Phase 2 : Un diagnostic de la situation actuelle** basé sur une comparaison prélèvements/ressources
- **Phase 3 : La proposition d'actions et d'indicateurs** pour l'évaluation et la résorption des déséquilibres entre les usages et la ressource.

A.III METHODOLOGIE GENERALE

La méthodologie générale de l'étude repose sur un bilan ressources/prélèvements confronté à un certain nombre de débits de référence (Débit Objectif d'Etiage, DOE ; Débit de Crise, DCR ; Débit biologique, DMB). Le bilan est dépendant du schéma des prélèvements et plusieurs scénarios seront élaborés dans cette étude.

L'estimation des besoins repose sur :

- des analyses bibliographiques
- des reconnaissances de terrain,
- des enquêtes
-
- des mesures pour affiner la connaissance des réseaux et leurs fonctionnements.

L'estimation de la ressource repose sur:

- Une analyse bibliographique de données préexistantes tels que des jaugeages sur le Sasse.
- Une modélisation hydrologique sur 25 années de pluies à partir du code ATHYS

La modélisation hydrologique présente l'avantage de ré estimer les données existantes en termes de débits et **d'apporter un éclairage fréquentiel aux problèmes de ressource** en permettant une analyse statistique des chroniques sur les 25 années simulées.

La ressource est ensuite confrontée aux prélèvements qui sont soustraits aux débits naturels simulés, ce qui permet par comparaison avec des critères de débit minimal tel que DOE, DCR et DMB, d'identifier les crises :

- **dans l'espace du bassin versant**, par sectorisation du bassin versant.
- **sur leur durée**, par calcul quotidien des débits
- **sur le plan fréquentiel** à partir des analyses statistiques des chroniques constituées sur la base des 25 années de débits moyens journaliers.

En dernier lieu (phase 3 de l'étude), des scénarios d'aménagements seront proposés (en concertation avec les utilisateurs de l'eau). Ces scénarios seront comparés sur les critères exposés précédemment.

A.IV DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

➤ *Planche n°2 : Réseau hydrographique*

➤ *Planche n°3 : Carte des altitudes*

Le Sasse draine au droit de la confluence avec la Durance un bassin versant de 330 km². Les deux affluents principaux sont en rive droite : le Grand Vallon qui draine 170 km² et le Syriez qui draine 38 km². Le réseau hydrographique est très ramifié.

Le bassin versant du Sasse est situé entre 482 et 2072 m NGF. Le tableau et le graphique ci-dessous indiquent la répartition de l'altitude entre ces deux extrêmes.

Altitudes (m)	Surface (km ²)	Surface (%)	Pourcentage cumulé (%)
< 550	7,92	2	2
550 – 800	67,88	21	23
800 – 1050	82,63	25	48
1050 – 1300	78,52	24	72
1300 - 1550	62,95	19	91
1550 - 1800	24,43	8	99
> 1800	4,592	1	100

Tableau n°1 : Répartition par classes des altitudes

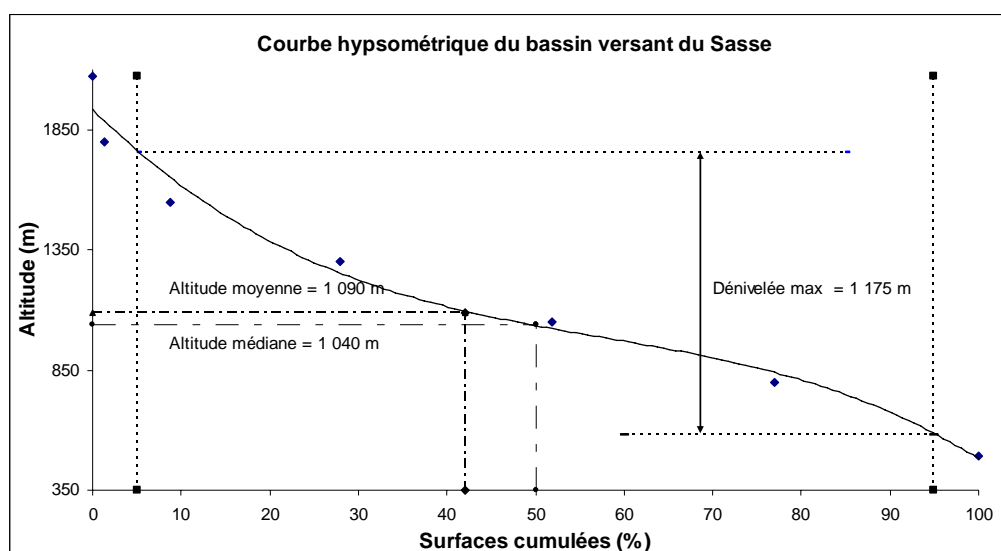


Illustration n°1 : Courbe hypsométrique

□ Les courbes isochrones

La figure ci-dessous indique les différentes classes de courbes isochrones (courbes d'égal temps de concentration des eaux) du bassin versant du Sasse. **Le temps de concentration (Tc) du Sasse est de l'ordre de 39 heures.**

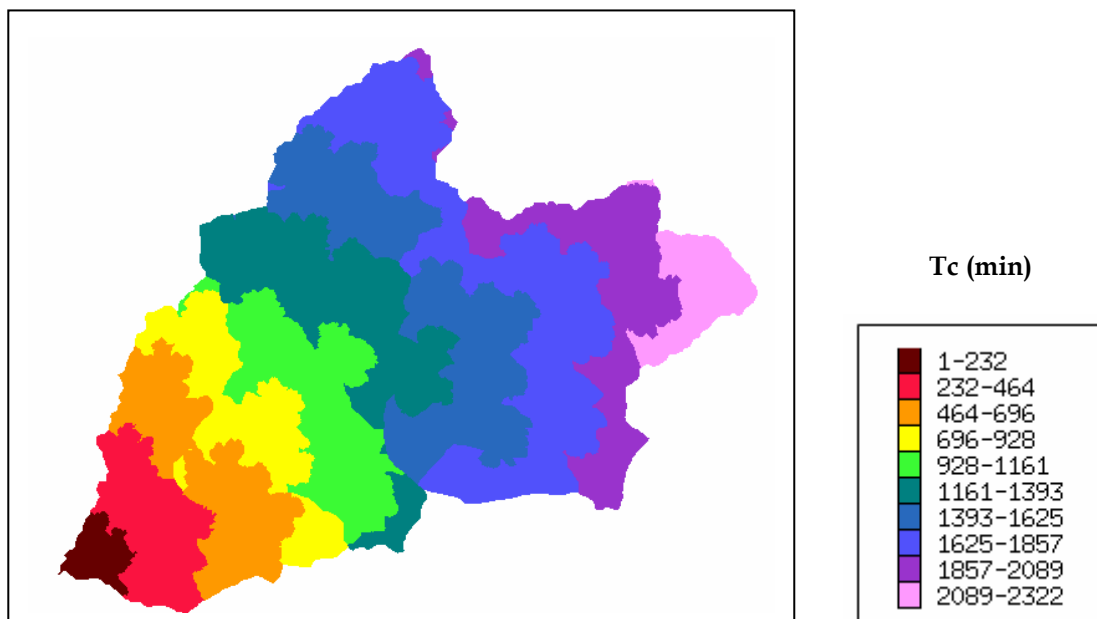


Illustration n°2 : Courbes isochrones

□ Géologie, hydrogéologie

En amont de Bayons, le substrat est constitué de calcaires lités. Au droit du village, le Sasse traverse des alluvions fluviatiles et des moraines. Le reste du bassin est surtout constitué de schistes noirs, de calcaires marneux et de marnes noires. Un affleurement de gypse est présent aux environs de Nibles.

Une partie du bassin versant est située dans les marnes noires du jurassique, le terrain y est particulièrement instable, surtout dans les zones à très forte pente ou très entaillées. En bordure est et sud-est, des recouvrements triasiques calcaires des écailles de Digne apparaissent

Les terrains sur le Sasse sont globalement peu perméables et il ne semble pas exister de nappe importante. Néanmoins, il existe de nombreux aquifères de faible développement disséminés sur l'ensemble du bassin versant. Ces aquifères sont de trois types :

- Des aquifères d'éboulis, constitués de sables, graviers et galets. Ces aquifères sont à l'origine de nombreuses sources.
- Des aquifères karstiques, dans les filons calcaires notamment autour du ruisseau de Reynier.
- Des aquifères alluviaux sur le Sasse essentiellement. Ces aquifères parfois très épais sont présents dans les cailloutis du lit de la rivière.

□ **La couverture végétale**

➤ *Planche n°4 : Couvert végétal*

La couverture végétale du bassin versant du Sasse a été analysée à partir des données de l'Inventaire Forestier National (IFN). Les données parcellaires de l'IFN ont été regroupées en trois grandes classes :

- 63 km² (19% de la surface totale) de lande et de pâturage
- 105 km² (32% de la surface totale) de végétation clairsemée, futaies moyenne
- 162 km² (49% de la surface totale) de forêt

Le couvert forestier est essentiellement localisé sur le bassin versant du Grand Vallon et du Syriez. Le service de Restauration des Terrains de Montagne (RTM) a contribué au reboisement de cette partie du bassin versant du Sasse, ce qui explique cette forte proportion de forêt.

Les landes sont surtout présentes dans les zones de hautes altitudes au sud est du bassin versant.

En conclusion sur cette description du bassin versant, il faut retenir les idées suivantes

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Le bassin versant du Sasse est situé dans une zone de moyenne montagne• Les sols sont globalement peu perméables, mais on note de nombreuses nappes dans des petites poches perméables.• Le couvert forestier important sur le bassin versant Grand Vallon se traduit par une aptitude plus faible au ruissellement. |
|--|

B. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX

B.I ANALYSE DES USAGES

B.I.1 Eau potable et eaux usées

➤ *Planche n°5 : Captages AEP et rejets STEP*

La consommation d'eau potable et les rejets des stations d'épuration (STEP) sont fonctions de la population. De ce fait, l'analyse démographique précède donc la présentation des prélèvements et rejets.

B.I.1.1 Analyse démographique

Dans le cadre de cette étude, seules les communes (soit 11 communes) disposant d'au moins un point de prélèvement pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) sur le bassin versant ont été étudiées. Sur ces communes, l'ensemble des recensements réalisés par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) depuis 1968 ont été utilisés : 5 recensements complets et 1 recensement partiel sur 8 communes.

Deux indicateurs de population ont été retenus :

- **La population permanente**, données brutes de l'INSEE
- **La population saisonnière**. Cette population est estimée à 3 personnes par résidence secondaire (Le nombre de résidences secondaires est une donnée brute de l'INSEE) + le nombre de lit d'accueil recensé par le conseil général. La population ainsi estimée est un maximum.

Pour une estimation des besoins futurs en AEP, les populations permanentes et saisonnières en 2030 sont estimées à partir d'une courbe de tendance sur les recensements précédents (illustration n°3). Cette extrapolation est corrigée pour tenir compte de projets municipaux tels que :

- La construction d'une maison de retraite à la Motte du Caire
- L'agrandissement de la maison de retraite à Bayons.

On constate une augmentation de la **population permanente de 0.9 % par an**. La population **saisonnière augmente quant à elle de 1.65 % par an**. Ces valeurs moyennes couvrent de fortes disparités avec des communes dont la population stagne (Valavoire, Chateaufort, Nibles, Faucon du Caire) et d'autres à forte croissance (Vaumeilh, la Motte du Caire).

Date		1968	1975	1982	1990	1999	2007	2030	Taux croissance retenu
Bayons	<i>Population principale</i>	175	150	138	194	198	250	330	1.21
	<i>Population saisonnière</i>	242	323	398	428	527	527	763	1.87
Clamensane	<i>Population principale</i>	125	106	110	115	131	151	175	0.64
	<i>Population saisonnière</i>	258	267	294	216	411	477	608	1.57
Nibles	<i>Population principale</i>	35	33	43	51	42	48	60	0.97
	<i>Population saisonnière</i>	12	12	15	18	36	30	65	3.42
Chateaufort	<i>Population principale</i>	29	26	25	30	28	29	39	1.30
	<i>Population saisonnière</i>	18	15	27	30	42	52	65	0.97
Valernes	<i>Population principale</i>	174	142	178	222	231	238	260	0.39
	<i>Population saisonnière</i>	69	84	99	117	117	145	209	1.69
Vaumeilh	<i>Population principale</i>	159	152	159	170	197	266	320	0.81
	<i>Population saisonnière</i>	278	299	281	212	311	335	359	0.57
La Motte du Caire	<i>Population principale</i>	347	420	403	438	484	506	600	0.74
	<i>Population saisonnière</i>	314	395	401	431	467	464	594	1.45
Le Caire	<i>Population principale</i>	68	69	72	85	76	85	100	0.71
	<i>Population saisonnière</i>	54	51	60	84	81	90	125	1.44
Faucon du Caire	<i>Population principale</i>	38	34	35	49	35	45	62	1.40
	<i>Population saisonnière</i>	9	30	42	39	42	45	75	2.25
Valavoire	<i>Population principale</i>	45	36	45	40	27	27	27	0.00
	<i>Population saisonnière</i>	21	42	45	69	78	88	145	2.20
Sigoyer	<i>Population principale</i>	70	72	83	88	75	81	100	0.92
	<i>Population saisonnière</i>	48	21	30	36	51	51	92	2.60
TOTAL	<i>Population principale</i>	1265	1240	1291	1482	1524	1726	2108	0.87
	<i>Population saisonnière</i>	1323	1539	1692	1680	2163	2304	3100	1.65

Tableau n°2 : Evaluation de la population par commune

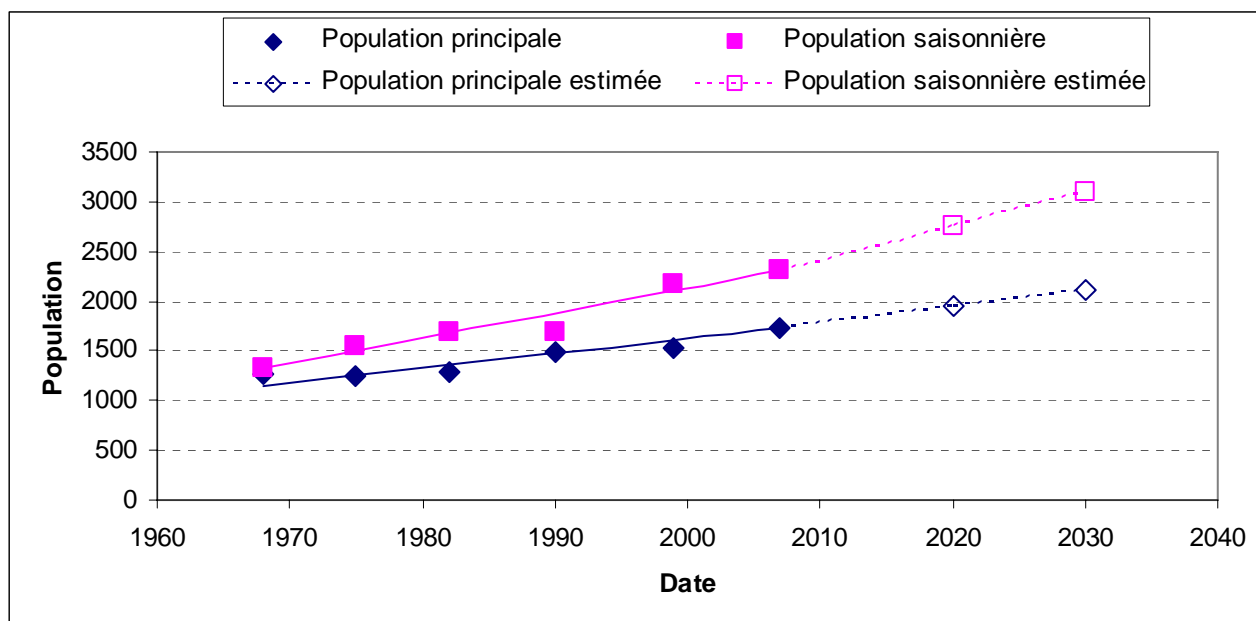


Illustration n°3 : Evolution de la population globale

B.I.1.2 Etude de l'alimentation en eau potable

□ Présentation des réseaux

➤ *Annexe C : fiches communales des prélèvements AEP*

Les communes concernées par l'étude sont alimentées en eau potable par des sources captées. L'alimentation en eaux potables est intégralement gérée par les communes (les communes de Nibles et Chateaufort ont formé un syndicat intercommunal) et le mode de facturation est essentiellement au forfait, mais les communes basculent progressivement vers un système de facturation réelle.

Les communes sont confrontées à deux problèmes :

- Une raréfaction de la ressource en fin de période d'étiage qui nécessite d'améliorer l'efficacité des captages ou la recherche de nouvelles sources
- Un problème ponctuel de qualité.

Commune	Gestion	Type de ressource et nombre	Type de facturation	Compteur	Evaluation ressource	Nombre d'abonnés	Consommation par habitant (l/ha/j)	Informations diverses
Bayons	commune	source (12)	forfait	production	jaugeage sources	214	118	abandon d'une source : le Tomachon
Clamensane	commune	source (2)	réelle	consommation	x	95	165	
Nibles	commune	source (1)	forfait	production	jaugeage sources	13	162	problème de qualité et de ressource en fin de période d'étiage
Chateaufort						23		
Faucon du Caire	commune	source (4)	réelle	consommation	x	34	150	
Le Caire	commune	source (5)	forfait	x	estimation SATEP	55	257	problème de qualité en fin de saison et de quantité en 2008
La Motte du Caire	commune	source (6)	réelle	consommation	x	282	228	réhabilitation des captages
Valavoire	commune	source (2)	forfait	x	x	32	135	
Valernes	commune /réseau de la Pinole	piquage réseau Pignole+sources (3)	réelle	production/ consommation	x	121	174	réseau de la Pinole insuffisant en été. Réhabilitation d'un captage
Vaumeilh	commune	source (2)	réelle	consommation	x	116	207	
Sigoyer	commune	source (3)	réelle	production/ consommation	x	40	261	

Tableau n°3 : Présentation des réseaux AEP

□ *Méthode de calcul*

Pour l'analyse de l'utilisation de l'eau potable sur le bassin versant deux variables sont utilisées :

- Le prélèvement qui représente le volume entrant dans les réseaux. Le volume produit est donc le volume prélevé.
- La consommation présentée partiellement par le volume facturé. Il existe d'autres consommations non facturées qui ne sont pas appréhendées

En cas de données manquantes, celles-ci ont été recalculées en suivant les indications de la DDAF (basée sur l'analyse des réseaux du département) :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Consommation facturée}}{\text{Prélèvement}} = 45\%$$

Le rendement de 45% est utilisé par la DDAF. Il intègre les volumes non facturés (fontaines...) et les fuites des réseaux.

A partir des volumes consommés annuellement, la consommation par habitant de chaque commune a été établie à l'aide du calcul suivant :

$$\text{Consommation individuelle} = \frac{\text{consommation totale annuelle}}{\text{nb hab permanents} \times 365 + \text{nb hab non permanents} \times 21}$$

Enfin à partir des estimations de la DDAF, les prélèvements/consommations annuelles ont été ventilés sur l'année par des ratios indiqués dans les fiches AEP de chaque commune. Ces ratios prennent en compte l'augmentation de la population en période estivale. Le prélèvement journalier est ensuite obtenu en divisant le prélèvement mensuel par le nombre de jour.

□ *Estimation des consommations actuelles*

Les consommations sont issues des données de 2006 ou 2007 selon les sources d'informations et les communes (cf. tableau n°4).

Les données peuvent parfois ne pas correspondre : les données fournies par les communes ont été retenues de façon préférentielle. En cas de manque les données DDAF sont utilisées.

La consommation globale par habitant s'élève à 188 l/jour pour un prélèvement global de 417 l/jour. Les plus gros prélèvements sont effectués par les communes de la Motte du Caire et de Valernes. La commune de Bayons présente un niveau de prélèvement important mais au vu de la dispersion des points d'approvisionnement, ces prélèvements sont diffus.

Commune	DDAF (m ³ /an)		Déclaration commune (m ³ /an)		Agence de l'eau (m ³ /an)	Données retenues (m ³ /an)	
	Prélèvement	Consom	Prélèvement	Consom	Prélèvement	Prélèvement	Consom
Bayons	27 000	12 118	25 000	x	25 000	27 000	12 118
Clamensane	10 534	4 740	x	10 718	10 718	23818	10718
Nibles	10 745	4 835	12000	x	10 000	10 745	4835
Chateaufort							
Faucon du Caire	2627	1182	x	x	x	5838	2627
La Motte du Caire	92 274	44 292	41907	x	52 000	92 274	44 292
Le Caire	18 147	8 166	x	x	25 500	18 147	8 166
Valavoire	4 058	1 826	x	x	x	4 058	1 826
Valernes	47 688	14 529	47 839	15 584	45 000	47 688	15 584
Vaumeilh	47 040	21 168	x	22069	28 000	47 040	21 168
Sigoyer	17 909	6 509	x	6894	6894	17 909	6894
Total						294 517	128 228

Tableau n°4 : Estimation des prélèvements et consommations

B.I.1.3 Gestion des eaux usées

□ Identification des stations d'épuration existantes

A ce jour, 5 communes sont équipées de stations d'épuration. Sur 4 d'entre elles le Service d'Assistance Technique à l'Eau Potable (SATEP) et l'Agence de l'eau, a communiqué les éléments techniques indiqués dans le tableau ci-après.

Commune	Lieu-dit	Capacité m3/j	Capacité EH
Bayons	Forest Lacour	15	100
	Hameau d'Esparron	7.5	50
	Hameau du Pont	7.5	50
	Reynier	15	90
	La Batie	7.5	50
	Village	37.5	250
Faucon du Caire	Village	22.5	150
La Motte du Caire	Village	120	800
Nibles	Village	15	100
Vaumeilh	x	x	x

Tableau n°5 : Liste des stations d'épuration existantes

Les communes non actuellement équipées sont engagées dans un processus d'étude et de réalisation de station d'épuration et ont réalisé ou finalisent un schéma directeur d'assainissement.

□ *Estimation des rejets au milieu naturel*

En l'absence de mesure des rejets (du fait essentiellement des très faibles débits), une estimation des rejets à été réalisée à partir des consommations AEP. Ces estimations de rejet sont basées sur le calcul suivant :

$$\text{Rejet} = \text{conso AEP} \times \text{taux raccordement} \times \text{taux de retour au milieu (80\%)}$$

Commune	Consommation AEP	Taux de raccordement	Rejet STEP
	m3/an	%	m3/an
Bayons	12 118	70	6 786
Faucon du Caire	2 627	65	1 366
La Motte du Caire	44 292	65	23 032
Nibles/Chateaufort	4 835	65	2 514
Vaumeilh	21 168	65	11 007
TOTAL	85 040		44 706

Tableau n°6 : Détermination des rejets dans le milieu naturel

B.I.1.4 Synthèse

Le tableau n°7 synthétise les prélèvements et les rejets dans le milieu naturel associées à l'usage de l'eau potable. Ces deux indicateurs ont été ventilés sur les mois d'été pour une comparaison avec les autres prélèvements. Pour les communes non équipées de STEP, nous n'avons considéré aucun rejet dans le milieu naturel.

Commune	Prélèvement (m ³)					Rejet (m ³)				
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Annuel	Juin	Juillet	Août	Septembre	Annuel
Bayons	3 246	3 628	3 224	1 857	27 000	816	912	810	467	6 786
Clamensane	1 085	1 246	1 225	790	23 818					
Faucon du Caire	590	677	666	429	5 838	138	158	156	100	1 366
La Motte du Caire	6 614	9 539	7 729	7 516	92 274	1 651	2 381	1 929	1 876	23 032
Nibles/Chateaufort	1 085	1 246	1 225	790	10 745	254	292	287	185	2 514
Vaumeilh	4 751	5 457	5 363	3 458	47 040	1 112	1 277	1 255	809	11 007
Valernes	3 776	3 624	4 390	3 945	47 688					
Le Caire	1 833	2 105	2 069	1 343	18 147					
Valavoire	410	471	463	300	4 058					
Sigoyer	1 809	2 077	2 042	1 317	17 909					
TOTAL	27 840	32 920	31 489	22 198	294 517	3 970	5 020	4 437	3 437	44 706

Tableau n°7 : Synthèse AEP-STEP

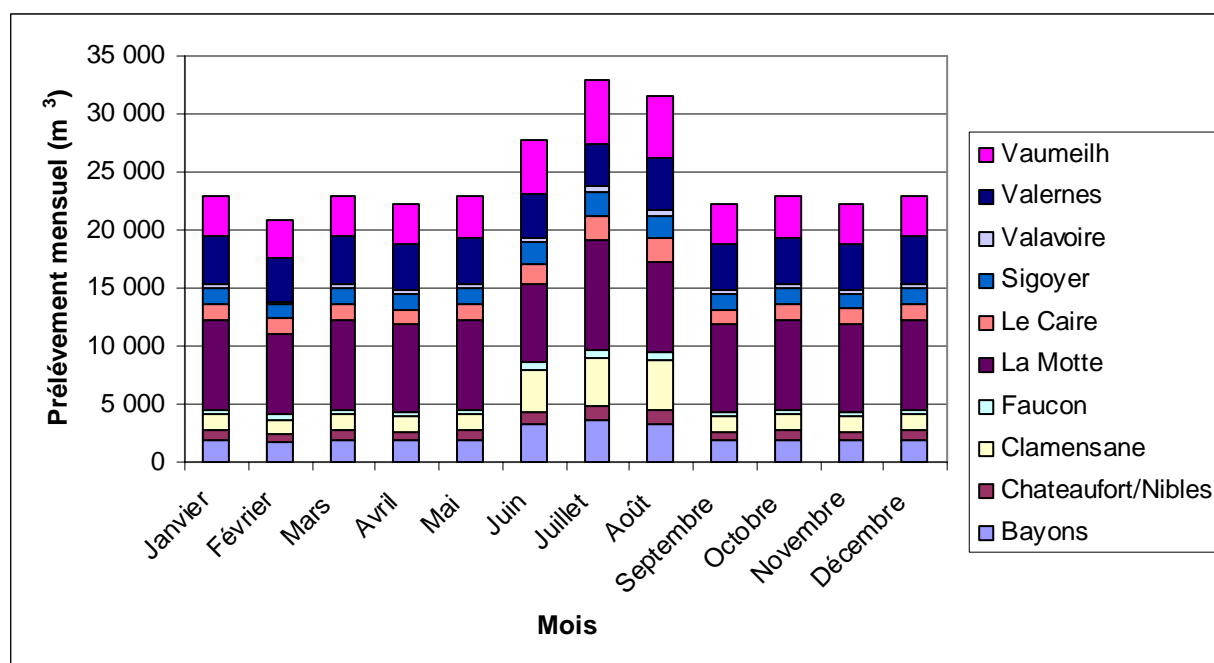


Illustration n°4 : Répartition mensuelles des consommations

En considérant une répartition uniforme sur le mois et sur la journée du volume prélevé, **le débit de pointe, de prélèvement pour l'AEP sur l'ensemble du bassin versant est de 12 l/s (valeur atteinte au mois de juillet).**

B.I.2 Irrigation

B.I.2.1 Présentation de l'irrigation dans la vallée

Type de culture	Surfaces irriguées (ha)	Importance
Vergers	343	35%
Fourrage	407.5	42%
Mais	30	3%
Blé	82	8%
Tournesol	9.5	1%
Maraîchage	3	0%
Pois	88	9%
Jardins	13	1%
Total	976	100%

Tableau n°8 : Surfaces irriguées

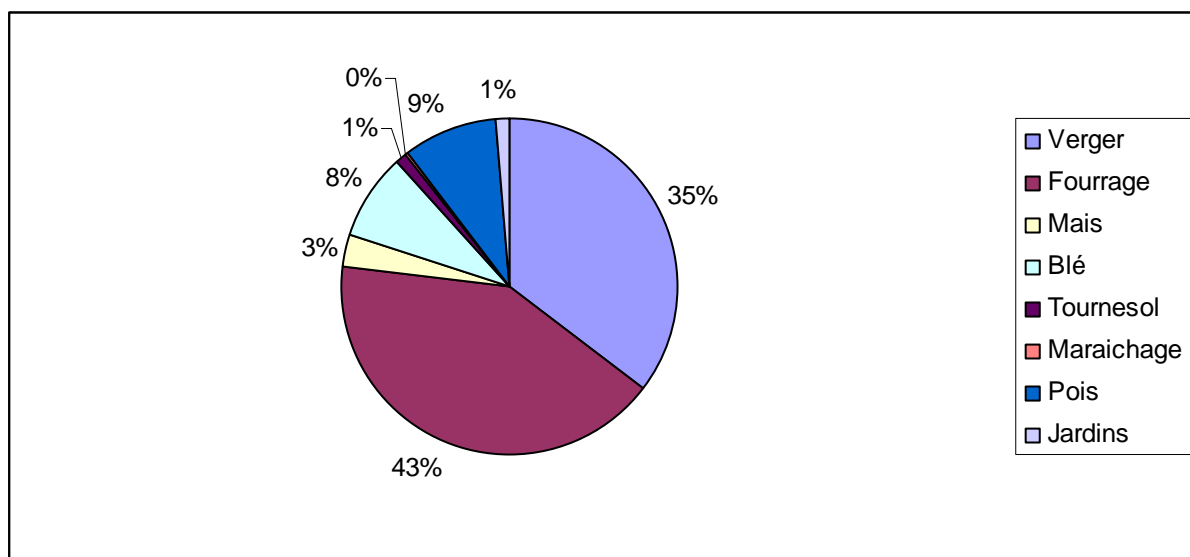


Illustration n°5 : Surfaces irriguées

976 ha sont irrigués dans la Vallée soit 2.8 % de la surface du bassin versant. Les surfaces irrigables sont estimées à 1136 ha. Les cultures irriguées sont principalement des vergers (35 %) et des prairies (43%).

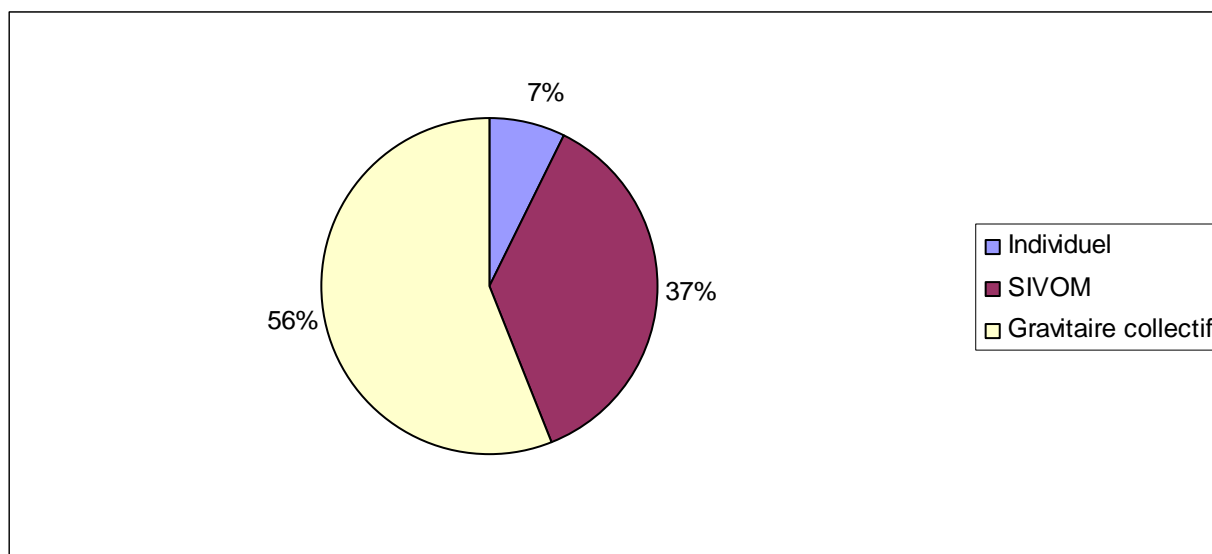


Illustration n°6 : Type d'irrigation

Sur le bassin versant on distingue trois types d'irrigations :

- Une irrigation **collective gravitaire**, 56% de la surface irriguée ;
- Une irrigation **collective sous pression**, 37% de la surface irriguée ;
- Une irrigation **individuelle gravitaire**, 7% de la surface irriguée ;

L'irrigation est donc à dominante gravitaire (63% de la surface irriguée) et collective (93% de la surface irriguée)

B.I.2.2 Contexte réglementaire

Les prélèvements dans le milieu naturel sont soumis à des autorisations préfectorales. Ces autorisations diffèrent en fonction du système de gestion du réseau d'irrigation :

- Pour les réseaux collectifs (ASA notamment) chaque structure possède un droit d'eau reconnu par arrêté préfectoral. Ces droits d'eau donnent l'autorisation de prélèvement mais ne sont pas obligatoirement assorti de valeurs quantifiées (débit maximum prélevé ou débit réservé en aval).
- Pour les réseaux individuels, les autorisations de prélèvement sont accordées temporairement (pour la période d'irrigation en général) et donc doivent être réactualisées chaque année. Le législateur a prévu de pouvoir regrouper les demandes sur une même zone par l'intermédiaire de la procédure mandataire (article R214-24 du code de l'environnement) réalisée dans les alpes de Haute Provence par la chambre d'agriculture. La procédure mandataire contient des indications de débit et volume prélevé pour chaque agriculteur.

La police de l'eau est chargée d'appliquer et de veiller au respect des autorisations accordées.

B.I.2.3 Présentation des réseaux d'irrigation

□ Description des réseaux du SIVOM

- Annexe D

- Planche n°7 : Installations du SIVOM

Réseau de Faucon du Caire

Le prélèvement permettant d'irriguer 50 ha de cultures, est assuré par un forage dans la nappe phréatique du Grand Vallon (Le Mas). Le débit maximal de pompage est de **22 l/s**. L'eau est refoulée vers un réservoir de 500 m³ (Saint-Barthélemy). Son remplissage se fait en 6h30.

Le réservoir permet de fournir une partie de la demande. Une fois vide, l'alimentation se fait en direct sur le forage.

L'approvisionnement en eau se fait donc en fonction de la **demande** des irrigants. Les cultures sont irriguées principalement la nuit mais, le réseau n'étant pas confronté à des problèmes de ressource en eau et les irrigants étant peu nombreux, **aucun tour d'eau** n'est organisé sur ce réseau.

Réseau du Caire

Le prélèvement permettant d'irriguer les 115 ha de surfaces agricoles est assuré par :

- pour le réseau nord : une prise d'eau sur la rivière du Grand Vallon avec bassin de reprise (station de la Roche) (**Q = 21 l/s**) et un forage dans la nappe phréatique (station de Rouchasset) (**Q = 25 l/s**).
- pour le réseau sud : une prise d'eau sur la rivière du Grand Vallon (station du Gendarme) et deux forages dans la nappe phréatique aux stations du Village (**Q = 35 l/s**) et des Cassettes (**Q = 30 l/s**).

L'eau est refoulée :

- pour le réseau nord ; dans le réservoir des Escourts (800 m³). Le remplissage se fait en 4h environ.
- pour le réseau sud ; dans le réservoir du Plan (800 m³). Le remplissage se fait en 5h30 environ.

Les réservoirs fournissent une partie de la demande. Une fois vide, l'alimentation se fait en direct sur le forage.

Dans un souci d'économie (eau de surface), les stations de la Roche (réseau nord) et du Gendarme (réseau sud) sont utilisées au printemps et ce, tant que le débit du Grand Vallon le permet.

Un **règlement** d'eau a été établi. L'arrosage se fait uniquement la nuit : l'ouverture des bornes est autorisée de 19h à 7h. Le remplissage des bassins se fait le jour de 7h à 19h. Le tour d'arrosage se fait sur 15 jours. Celui-ci est décalé en fonction des jours de pluie.

Toujours dans un souci de gestion, les irrigants de l'ASA du Caire ont installé des micro-jets remplaçant les asperseurs (14 ha sur l'ASA soit environ 10% de la surface irriguée). Les micro-jets fonctionnent de façon automatique 2h30 chaque jour.

Réseau de la Motte du Caire

Le prélèvement permettant d'irriguer les 261 ha de surfaces agricoles est assuré par :

- trois forages dans la nappe phréatique au confluent des rivières Sasse et Grand Vallon (capacité de pompage de 180 l/s)
- une prise d'eau sur le ravin du Grand Vallon et un canal de dérivation alimentant le réservoir de compensation de la Médecine
- une prise d'eau sur la rivière du Sasse et un canal de dérivation alimentant le réservoir de reprise du Bas Plan

Deux stations de pompage alimentent le réseau de la Motte du Caire :

- le Bas Plan (exhaure et pompage de reprise) à un débit de maximal de **240 l/s** (180 l/s pour les forages et 60 l/s pour le canal)
- la Médecine (**Q = 49 l/s** pour alimenter le réservoir des Escourts)

Les trois forages et la prise d'eau sur le Sasse viennent alimenter la station de reprise du Bas Plan. Le refoulement se fait dans le réservoir du Rouast (250 m³), point haut du réseau, qui alimente ensuite gravitairement les réservoirs de la Médecine (2400 m³) et du Champ de la Dame (800 m³). Le réservoir des Escourts (800 m³) est alimenté par un refoulement depuis le bassin de la Médecine mais aussi par un piquage direct sur le réseau. La prise d'eau sur le Grand Vallon est assurée jusqu'à mi-juillet environ (tant que la ressource est disponible en quantité suffisante).

Pour une meilleure gestion du réseau d'irrigation, l'ASA de la Motte du Caire a établi un **règlement** visant à mieux répartir les prélèvements.

Il stipule qu'à compter du 1^{er} juillet et jusqu'à la fin de la période d'irrigation :

- chaque irrigant ne peut arroser quotidiennement plus de 10% de sa superficie souscrite
- les réseaux haut (irrigation exceptionnelle de jour) et central peuvent irriguer de 18h à 8h soit pendant 14h
- le réseau bas peut irriguer de 17h30 à 8h soit pendant 14h30.

Synthèse

Les surfaces irriguées sont principalement occupées par des vergers (77 % de la surface irriguée), suivent ensuite les cultures fourragères (11%).

Réseau		La Motte du Caire	Le Caire	Faucon du Caire	Total
Surfaces irriguées (ha)	Total	223	89	46	358
	Pommier	200 (90%)	70 (79%)	18 (39%)	288 (77%)
	Fourrage	10 (4%)	10 (11%)	20 (43%)	40 (11%)
	Autres	13 (6%)	9 (10%)	8 (18%)	30 (8%)
Capacité de pompage théorique (l/s)		180 (nappe) +60 (Sasse)	90 (+21 au printemps)	22	352
débit réservé		114 l/s (nappe)	nc	nc	nc
Capacité de stockage (m ³)		4250	1600	500	6350

Tableau n°9 : Descriptif des trois réseaux du SIVOM

Il semblerait qu'aujourd'hui les surfaces irriguées soient un peu plus faibles, notamment sur le réseau de la motte du Caire ou il n'y aurait que 160 ha irrigués.

□ Description des réseaux gravitaires collectifs

- Annexe D
- Planche n°6 : Prélèvements irrigation gravitaire

Pour chaque réseau étudié, les éléments techniques sont synthétisés sur une fiche dans l'annexe E, excepté pour les deux ASL de Landronne et Mardaric (car leurs surfaces irriguées s'élèvent à 1ha).

ASA de Clamensane

L'ASA du canal de Clamensane ne dispose pas de restriction sur le prélèvement. Elle dérive une partie du cours d'eau en vue de l'irrigation en gravitaire de 27 ha de prairie.

Des **tours d'eau** ont été établis en 2007 et sont précisés sur la fiche de présentation du canal. D'après le Président de l'ASA, ces tours d'eau établis ne sont pas respectés par les irrigants.

ASA de Nibles-Calabris

L'ASA du canal de Nibles-Calabris est autorisée à dériver l'eau du Sasse à raison de **100 l/s**. Le canal permet d'irriguer les terres de 3 exploitants agricoles sur une surface globale de 19 ha. **Aucun tour d'eau** n'est réellement établi.

ASA de Valernes

Par arrêté préfectoral, l'ASA du canal de Valernes est autorisée à dériver gravitairement **100 l/s** de dans le Sasse à condition que débit réservé à l'aval soit au moins de 200 l/s. En dehors des mesures de restriction, **aucun tour d'eau** n'est actuellement établi.

ASA du Canal de Saint Tropez.

L'ASA du canal de Saint-Tropez est autorisée à dériver l'eau du Sasse par le traité du 24 octobre 1784 est dont droit d'eau est inaliénable.

Un arrêté préfectoral lui confère le droit de prélever un débit de **560 l/s** dans la mesure où les débit réserve à l'aval est d'au moins 300 l/s réservé à raison de 100 l/s pour la prise de l'ASA du canal de Valernes et de 200 l/s pour la sauvegarde des intérêts généraux.

Il existe des tours d'eau. Ceux-ci varient chaque année en fonction des besoins des irrigants puisqu'il peut être compris entre 15 et 40 jours.

ASA d'Esparron la Batie

Le canal est géré par un seul irrigant. Le modulation des prélèvements est assuré par l'irrigant en fonction des ses besoins. Aucun problème de ressource ne nous a été signalé.

Canal privé collectif de la Laune

Le canal de la Laune est le canal le plus en aval de la zone d'étude. Aucun problème de ressource ne nous a été indiqué. Néanmoins au vu des débits mesurés sur l'échelle limnimétrique posée (en tête de réseau) en 2006, les prélèvements mesurés en 2007 sont de l'ordre de 100 l/s puis 80l/s lors de la mise en alerte du département (plan d'action sécheresse). Les irrigants semblent donc respecter les restrictions imposées par la DDAF en période de sécheresse. Les types de cultures irriguées varient fortement d'une année sur l'autre, ce qui implique une forte variabilité des besoins en conséquence.

ASL des arrosants de Landronne et du Mardaric

Au vu des surfaces irriguées (1ha), les prélèvements réalisés par ces deux réseaux sont très faibles. Les installations sont démontables (bidons et tuyaux).

Synthèse

Réseau	Surface irriguée (ha)	Débit autorisé (l/s)	Débit usuel (l/s)	Débit réservé (l/s)	Débit réel : source DDEA (l/s)
Clamensane	27		76		78
Nibles/calabris	19		100		nc
Valernes	53	100	100	200	
Saint Tropez	373	560	560	300	nc
Esparron la Batie	12		30		50
Canal de la Laune	63		67		80-100
Landronne	0.5		nc		5
Mardaric	0.5		nc		5
Total	548		945		

Tableau n°10 : Synthèse des réseaux gravitaires collectifs

 Réseau d'irrigation individuel

Commune	Type culture en 2001	Surface irriguée	Retenue (m3)	Débit réservé (l/s)	mode d'irrigation
Bayons	Prairies	6	500	62	aspersion
Bayons	Maïs	4			aspersion
Bayons	Blé	3		44	-
Bayons	Maraîchage	0.5			gravitaire
La Motte du Caire	Vergers	1	600	nc	aspersion
La Motte du Caire	Vergers	7	20 000	44	aspersion
Valavoire	Prairies	2.5		nc	aspersion
Valavoire	Maraîchage	0.5			aspersion
Valavoire	Prairies	1		142	aspersion
Valavoire	Maïs	1			aspersion
Valavoire	Prairies	7			gravitaire
Valernes	Prairies	3		nc	gravitaire
Melve	Blé	9	6 000	nc	aspersion
Melve	Tournesol	3.5			aspersion
Melve	Prairies	10	20 000	28	aspersion
Melve	Vergers	4			aspersion
Melve	Vergers	7			20 000
Total		70	67 100	348	

Tableau n°11 : Prélèvements individuels

Sur le bassin, quelques agriculteurs réalisent des prélèvements individuels sur le Sasse ou ses affluents. Les surfaces irriguées couvrent 70 ha ce qui est peu au regard des 938 ha en irrigation collective. Les données (surface irriguée, type de culture, volume prélevé, débit réservé) sont issues de la procédure mandataire (réalisée par la Chambre d'agriculture) recueilli auprès de la DDAF entre 2005 et 2007 (valeurs moyennes). La plupart irriguent par aspersion.

B.I.2.4 Besoins théoriques et données d'analyse

□ Besoins théoriques

Les valeurs de références qui figurent sur le tableau n°12 ont été communiquées par la Chambre d'Agriculture des Alpes de Haute Provence. Ces valeurs sont basées sur un bilan hydrique simplifié sur trois années (1999 à 2001). En 2007, ces valeurs ont été révisées pour le bassin du Sasse.

Ces références sont comparées avec les besoins théoriques estimés pour le Languedoc (source : BRL, mémo irrigation). Les besoins sont similaires, excepté pour le fourrage, le blé et le tournesol. Pour ces cultures, la période d'irrigation est plus longue dans le Languedoc. La répartition mensuelle des besoins est indiquée en annexe B.I

Type de culture	Pour les Alpes de Haute Provence			Pour le Languedoc
	Moyen	Sasse Amont	Sasse Aval	
Antigel pommier	1400	1120	1260	nc
Blé dur	1400	1120	1260	1980
Fourrage	4300	3440	3870	6710
Jardins	4800	3840	4320	nc
Légumes plein-champ	4800	3840	4320	nc
Maïs	4800	3840	4320	4280
Pois protéagineux	1050	840	945	1950
Pommier	5000	4000	4500	5270
Soja	4800	3840	4320	3230
Sorgho	4800	3840	4320	3430
Tournesol	2600	2080	2340	3090

Tableau n°12 : Besoins théoriques des cultures en m³/ha/an.

□ Hypothèses de calcul et paramètres étudiés

Les variables suivantes ont été estimées :

- Les prélèvements dans le cours d'eau
- Les besoins théoriques basés sur l'exploitation des valeurs de référence. En pratique, le besoin de chaque structure d'irrigation est calculé comme une moyenne pondérée par la surface des besoins de chaque type de culture

Ces deux variables seront mensualisées sur la période d'été du cours d'eau.

Les hypothèses de calcul sont présentées ci-dessous :

- Pour les réseaux gravitaires collectifs, les prélèvements sur le Sasse sont basés sur les débits maximum usités, excepté pour le canal de Clamensanne ou le débit prélevé en 2007 est retenu car le droit d'eau n'inclut pas de valeur de débit.
- Pour les réseaux du SIVOM, le volume facturé moyen sur les 10 dernières années sert de référence pour le calcul du prélèvement.
- Pour l'irrigation individuelle, les prélèvements sont basés sur une moyenne des prélèvements déclarés à la DDAF via la chambre d'agriculture.
- La limite Sasse amont et aval pour les besoins en eau est située à la confluence Sasse Grand Vallon.
- Le rendement de l'irrigation gravitaire est de l'ordre de 50 % (à l'échelle de la parcelle, analyse bibliographique, enquête auprès du CEMAGREF). **Les besoins théoriques pour ce type d'irrigation sont alors le double des valeurs de la Chambre d'Agriculture.** En effet, il a été inclus les pertes dues au mode d'irrigation dans le calcul des besoins.

B.I.2.5 Bilan prélèvements besoins

□ Réseau du SIVOM

Analyse des consommations facturées de 1988 à 2007

Les archives des rôles pour les réseaux sous pression du Caire, de la Motte du Caire et de Faucon du Caire, ont permis d'obtenir les graphes ci-dessous. Pour chaque graphe, seul le **volume d'eau facturé est reporté**. Le prélèvement total sur le milieu aquatique est par conséquent supérieur à ce volume en raison des fuites sur le réseau, de l'irrigation de jardins au forfait non inclus dans les consommations. Néanmoins en supposant que les surface de jardin n'évoluent pas et que les pertes dans le réseau sont constantes, le volume facturé suit les mêmes évolutions que le volume prélevé.

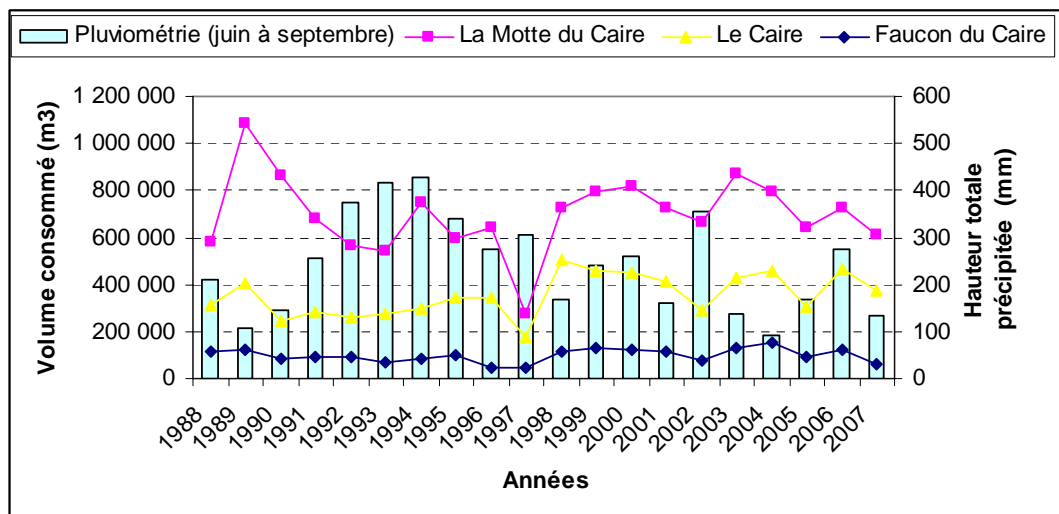


Illustration n°7 : Volume consommé depuis 1988

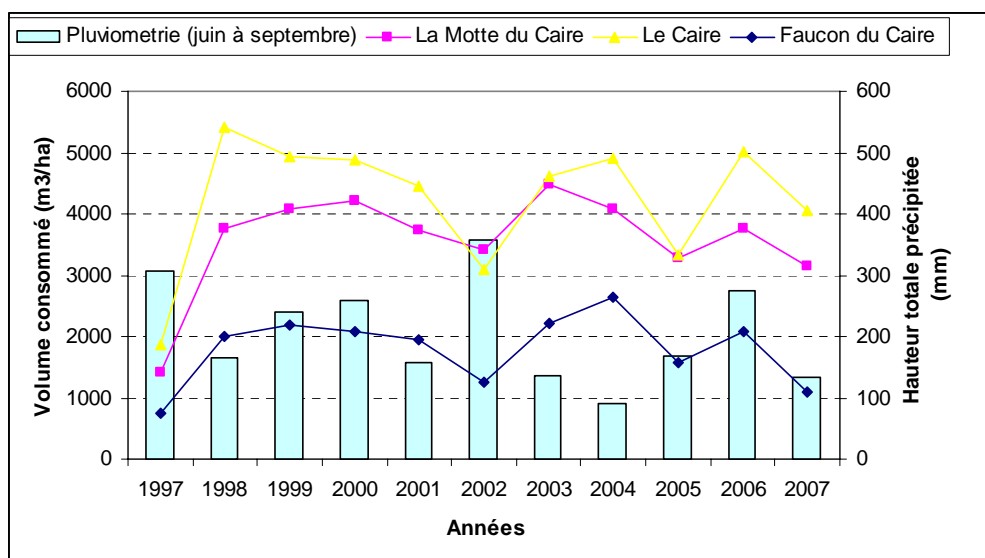
Le volume d'eau facturé par le SIVOM depuis 19 ans a augmenté. En effet, les moyennes de volumes facturés par les trois réseaux sont :

- 1 040 000 m³ de 1988 à 1997
- 1 260 000 m³ de 1998 à 2007

Soit **une augmentation de 21%** du volume facturé.

Deux raisons expliquent cette évolution de la consommation :

- une pluviométrie déficitaire.
- l'évolution vers des cultures plus consommatrices.

*Illustration n°8 : Volume consommé par ha depuis 1997*

Le volume annuel théorique déterminé à partir des volumes de référence (Cf. paragraphe B.I.2.3) pour les cultures irriguées (pondération des besoins par type de culture) par le SIVOM est de

- 3700 m³/ha pour le réseau du Caire
- 3400 m³/ha pour le réseau de Faucon du Caire
- 3900 m³/ha pour le réseau de la Motte du Caire

Sur l'illustration n°7, on observe :

- **une sous-consommation par rapport aux besoins théoriques définis par la Chambre d'Agriculture, pour le réseau de Faucon du Caire.** Cette situation s'explique par un manque de ressource accentué par la faible capacité des réseaux.
- **une consommation conforme aux besoins théoriques définis par la Chambre d'Agriculture, pour le réseau de la Motte du Caire.**
- **une sur-consommation par rapport aux besoins théoriques définis par la Chambre d'Agriculture, pour le réseau du Caire.** Cela peut s'expliquer par la présence de zone irriguée non-déclaré. De plus sur ce réseau, certains irrigants ont mis en place des micro jets qui ont tendance à réduire les consommations.

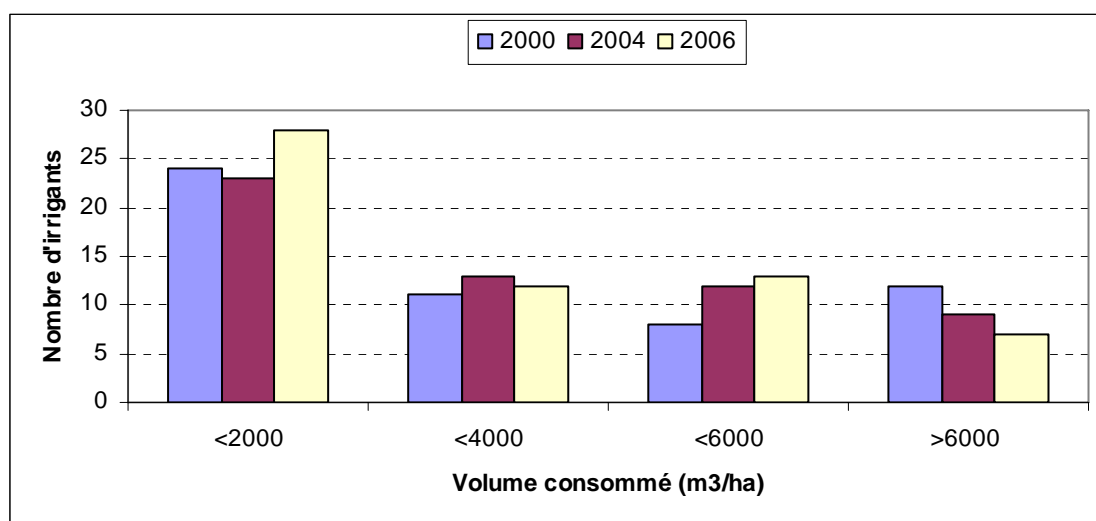


Illustration n°9 : Répartition de la consommation par irrigant

L'illustration n°8 montre que malgré une sous consommation globale, il existe une forte disparité des consommations par hectare. Une part non négligeable des irrigants consomme plus de 6000 m³ à l'hectare ce qui est supérieur aux recommandations. Néanmoins, le nombre de gros consommateurs diminue nettement (de 12 à 7 irrigants).

En conclusion :

- **Le volume facturé par le SIVOM a augmenté sur les 20 dernières années.**
- **Les consommations se situent globalement en deçà des valeurs de référence de la Chambre d'Agriculture, mais avec de fortes disparités.**

Analyse prélèvements /besoins

Les prélèvements sont obtenus en multipliant par 1.1 les volumes facturés (rendement du réseau de 91%, source : Agence de l'eau)

Comme indiqué précédemment les besoins en eau pour l'irrigation sont équivalents aux prélèvements : il n'y a pas sur-prélèvement

Les prélèvements sont ventilés mensuellement sur la période d'irrigation suivant la répartition des besoins. Le pic de consommation est atteint au mois de juillet.

Réseau		Juin	Juillet	Août	Septembre	Total annuel
La Motte du Caire	Prélèvements	129 450	291 280	258 910	129 450	809 100
	Besoins théoriques	140 460	314 400	276 800	139 200	870 860
Le Caire	Prélèvements	72 982	164 210	142 960	72 982	456 140
	Besoins théoriques	54 040	117 840	102 080	52 880	326 840
Faucon du Caire	Prélèvements	19 580	44 060	39 160	19 580	122 380
	Besoins théoriques	25 660	58 560	46 720	27 200	158 140
Total	Prélèvement	222 020	499 540	444 040	222 020	1 387 620
	Besoins théoriques	220 160	490 800	425 600	220 160	1 355 840

Tableau n°13 : Synthèse mensuelle des prélèvements moyen (1997-2007) et besoins (en m³)

□ Canaux gravitaires collectifs

Analyse prélèvement besoin

Réseau	Surface irriguée (ha)	Débit réel : source DDAF (l/s)	Volume prélevé (millier m ³ /an)	Volume déclaré à l'agence de l'eau en 2006 (millier m ³ /an)	Besoin total (millier m ³ /an)	besoin /prélèvement (%)
Clamensane	27	78	822		186	23
Nibles/Calabris	19	100	1 322	180	147	11
Valernes	53	100	1 054	1 183	397	38
Saint Tropez	373	560	6 629	10 740	2 081	31
Esparron la Batie	12	30	316		76	24
Canal de la Laune	63	67	1 054		152	14
Landronne	0.5	5	59		1.9	3
Mardaric	0.5	5	59		1.9	3
Total	548	945	11 315		3 038 840	24

Tableau n°14 : Synthèse des prélèvements des réseaux gravitaires collectifs

Le volume prélevé par les réseaux gravitaires est largement supérieur aux besoins théoriques. Ceci s'explique par l'écoulement continu dans le réseau sans ajustement sur la demande.

Le rapport besoins/prélèvements varie sensiblement d'un canal à l'autre, celui de Valernes semble le plus économe.

❑ *Prélèvements individuels*

Le rapport besoins (basé sur les besoins théorique de la Chambre d'Agriculture) /prélèvements est en moyenne de 80%, ce qui est largement supérieur au rapport calculé pour les réseaux collectifs. Néanmoins, les prélèvements sont basés sur les déclarations des irrigants et peuvent donc être supérieurs.

Commune	Type culture en 2001	Surface irriguée	Volume prélevé (m3/an)	Besoins (m3/an)	Retenue (m3)	Débit réservé (l/s)	mode d'irrigation
Bayons	Prairies	6	40 430	34 080 (85%)	500	62	aspersion
Bayons	Maïs	4					aspersion
Bayons	Blé	3					-
Bayons	Maraîchage	0.5	9 000	4 800 (53%)		44	gravitaire
La Motte du Caire	Vergers	1	3 420	4 000(116%)	600	nc	aspersion
La Motte du Caire	Vergers	7	36 860	28 000 (76%)	20 000	44	aspersion
Valavoire	Prairies	2.5	7 740	10 940(130%)		nc	aspersion
Valavoire	Maraîchage	0.5					aspersion
Valavoire	Prairies	1	19 080	56 970 (300%)		142	aspersion
Valavoire	Maïs	1					aspersion
Valavoire	Prairies	7					gravitaire
Valernes	Prairies	3	6 860	21 060 (300%)		nc	gravitaire
Melve	Blé	9	38 280	11 430 (29%)	6 000	nc	aspersion
Melve	Tournesol	3.5					aspersion
Melve	Prairies	10	119 370	53 100 (45%)	20 000	28	aspersion
Melve	Vergers	4					aspersion
Melve	Vergers	7					aspersion
Total		70	318 420	255 880(81%)	67 100	348	

Tableau n°15 : Prélèvements individuels

B.I.3 Usage industriel

Il n'y a pas de prélèvements industriels à proprement parler sur les cours d'eau du bassin versant mais simplement un **usage** industriel de la ressource. Une **micro-centrale** située à Bayons dérive une partie du Riou du Pont, un affluent du Sasse et la restitue intégralement au milieu une fois turbinée.

Les caractéristiques sont les suivantes :

- **débit réservé : 64 l/s**
- volume turbiné en 2006 : 2 379 800 m³
- volume turbiné en 2007 : 1 865 880 m³
- hauteur de chute : 273 m

- debit maximal : 256 l/s

Aux mois de janvier et février, le peu d'eau gèle et bloque la prise d'eau.

Durant les 20 ans d'exploitation, la centrale n'a jamais tourné de juillet à septembre.

B.I.4 Synthèse des usages

➤ *Planche n°10 : Importance relative des prélèvements*

Les différents prélèvements et besoins en eau sont synthétisés dans les tableaux 13 et 14. Les prélèvements les plus importants sont réalisés par l'irrigation gravitaire collective (85%) et par les réseaux du SIVOM (10%). Les réseaux du SIVOM compte pour 28% des besoins.

Les besoins en eau pour l'AEP sont très faibles (3% des besoins totaux). Il en est de même pour l'irrigation individuelle.

Type de prélèvement	Prélèvement (millier m ³)					Importance relative (%)
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Total annuel	
AEP (2006 ou 2007)	28	33	32	22	295	2
Irrigation SIVOM (moyenne 1997-2007)	222	500	444	222	1 388	10
Irrigation gravitaire collective (2007)	2 475	2 558	2 558	2 475	11 315	85
Irrigation individuelle (moyenne 2005-2007)	44	107	84	51	318	2
Total	2 769	3 197	3 117	2 770	13 316	100

Tableau n°16 : Synthèse des prélèvements

Type de prélèvement	Besoin (millier m ³)					Importance relative (%)
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Total annuel	
AEP	13	15	14	10	128	3
Irrigation SIVOM	220	4901	426	220	1 356	28
Irrigation gravitaire collective	512	1 042	724	525	3 039	64
Irrigation individuelle	44	96	71	44	256	5
Total	789	1 643	1 235	799	4 779	100

Tableau n°17 : Synthèse des besoins

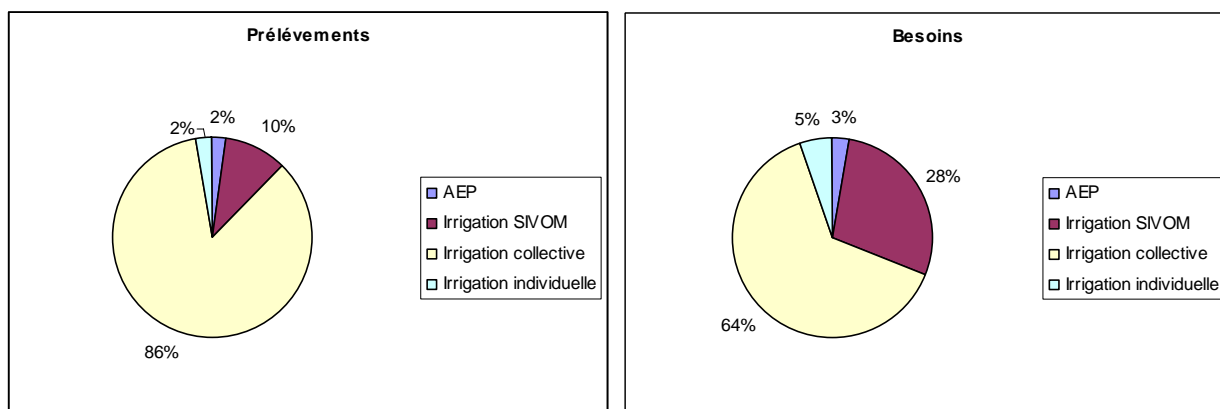


Illustration n°10 : Synthèse prélèvement/besoin

En terme de débit instantané, nous disposons des données suivantes :

Type de prélèvement	Débit autorisé (l/s)	Débit de pointe prélevé (l/s)
Irrigation SIVOM	114 (uniquement pour le réseau Motte du Caire)	352 (débit max des pompes)
Irrigation collective	945	1008 (étude 2001 DDAF)
Irrigation individuelle	207	207 (en l'absence d'information)
AEP	nc	12
Total	1266	1579

Tableau n°18 : Débits de prélèvement

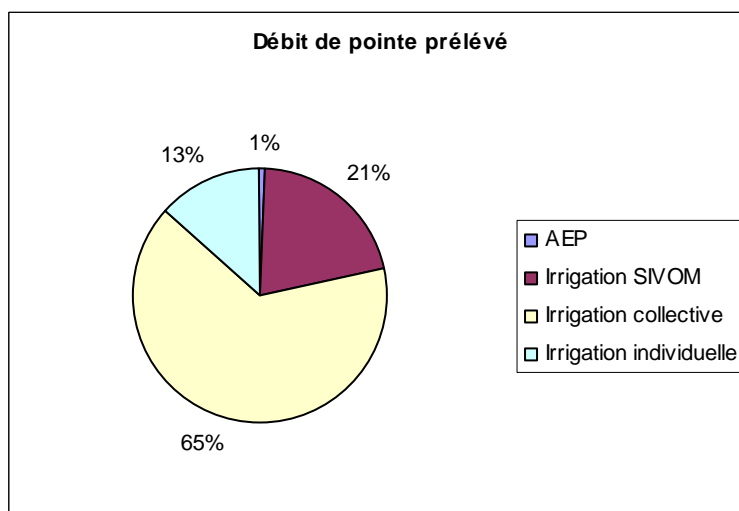


Illustration n°11 : Synthèse des débits de prélèvements

En conclusion :

- L'irrigation collective gravitaire est la principale consommatrice d'eau sur le bassin versant du Sasse (60% des besoins, 64% du débit de pointe). Les prélèvements sont souvent sans relation avec les besoins (25 % de l'eau prélevée est utile).
- Le SIVOM est aussi un gros consommateur d'eau (28% des besoins). Les prélèvements sont en adéquation avec les besoins.
- L'irrigation individuelle déclarée représente 5% des besoins sur le bassin versant, elle reste donc peu importante mais non négligeable. En terme de débit de pointe de prélèvement de l'irrigation individuelle est importante (21%).
- Les prélèvements pour l'AEP sont mineurs par rapport aux autres prélèvements (2% des prélèvements).
- Les besoins annuels s'élèvent à 4.8 millions de m³

B.II ETUDE DE LA RESSOURCE

Actuellement, il n'existe pas de station de mesure de débit sur le bassin versant du Sasse. En conséquence la ressource en eau a été estimée par une modélisation hydrologique sur les 25 dernières années (1982-2007). Le calcul a été réalisé à l'aide d'un **logiciel de modélisation spatialisée, qui utilise un modèle numérique de terrain**. Les données topographiques (MNT) sont combinées aux données météorologiques pour le calcul des débits aux exutoires souhaités.

B.II.1 Analyse des données météorologiques

La ressource en eau sur le bassin versant du Sasse a été étudiée à partir d'un ensemble de données météorologiques sur 6 stations. Ces données permettent d'apprécier la variabilité spatiale et temporelle des phénomènes météorologiques sur la zone d'étude.

□ Données acquises

Les données suivantes ont été acquises :

- La pluviométrie, donnée de base ;
- L'EvapoTranspiration Potentielle (ETP), permettant d'évaluer les pertes par évaporation et les besoins des plantes pour l'irrigation ;
- La température, utile pour le calcul de la formation et fonte des neiges ;
- La hauteur de neige, nécessaire pour caler le modèle de production de neige basé sur la température.

Pour tenir compte de la variabilité spatiale des phénomènes météorologiques, 6 stations ont été utilisées. Ces stations sont situées sur les communes de :

- Sisteron, représentative de la vallée de la Durance.
- La Motte du Caire, Bayons et Faucon du Caire, représentatives des zones de moyenne altitude sur le bassin versant.
- Seyne, représentative des zones de haute altitude.
- Saint Auban, utile pour les données ETP et température.

Enfin pour l'étude de la variabilité temporelles trois périodes ont été sélectionnées :

- 1928-1945, pour une reconstitution des pluies sur une longue période.
- 1973-1977, pour le calage du modèle. Des mesures de débit journalier, étaient disponibles sur cette période.
- 1982-2007 pour l'analyse fréquentielle des besoins /ressources.

Ces données ont généralement été acquises au pas de temps journalier. Le tableau 16 synthétise les données obtenues sur chaque poste.

Le choix des stations est issu d'une analyse des 36 stations météorologiques du département. Le croisement de leur localisation, de leurs dates d'exploitation et de leur altitude a abouti à la sélection présentée ci-dessous.

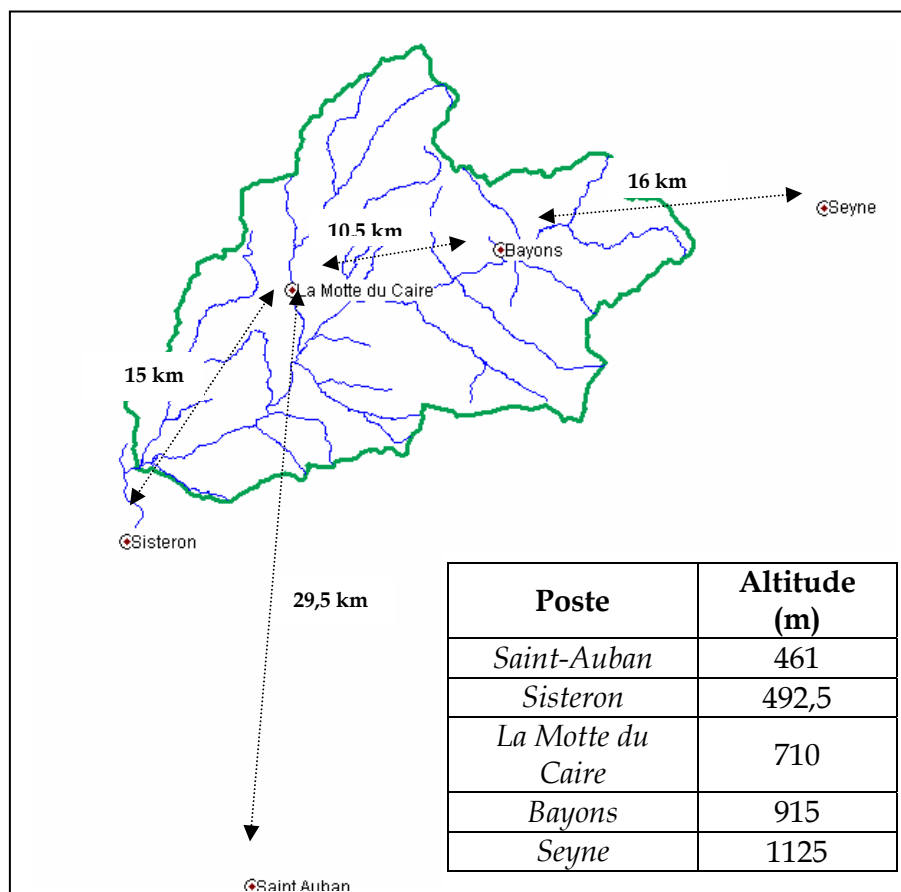


Illustration n°12 : Localisation des stations météorologiques

Données	Pas de temps	Poste	Périodes
Pluviométrie	Journalier	Sisteron	depuis 1991
	Journalier	La Motte du Caire	depuis 1982
	Mensuel	Faucon du Caire	1928 à 1945
	Journalier	Bayons	depuis 1997
	Journalier	Seyne	1973 à 1977 depuis 1982
Température	Journalier	Saint-Auban	1973 à 1977 depuis 1982
ETP	Décadaire	Saint-Auban	1973 à 1977 depuis 1982
Neige	Journalier	Bayons	depuis 2004
	Journalier	Seyne	depuis 2004

Tableau n°19 : Synthèse des données météorologiques

□ Analyse de la pluviométrie

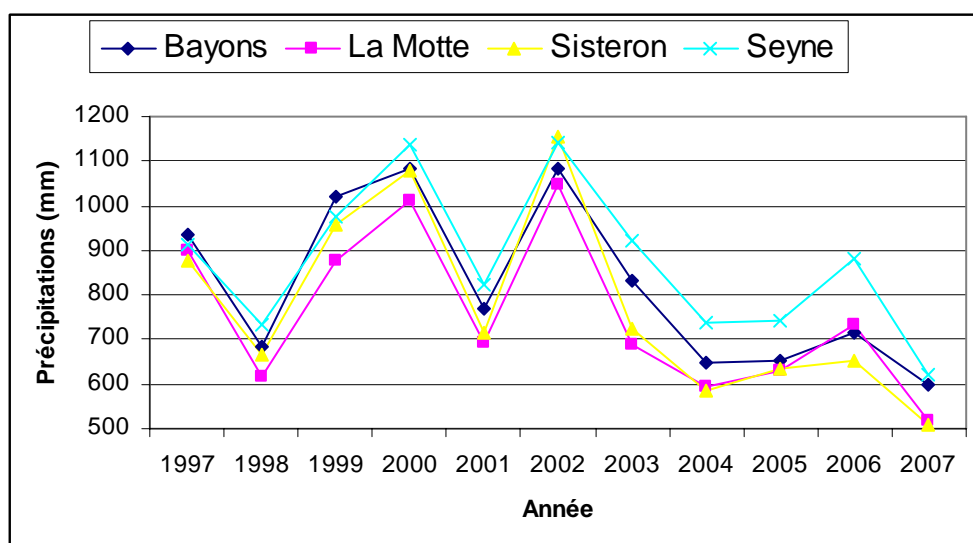


Illustration n°13 : Variation des cumuls annuels de pluies

Le tableau n°21 présente l'évolution de la pluviométrie avec l'altitude. On notera le cas particulier de la Motte du Caire qui présente une pluviométrie inférieure à celle de Sisteron.

	Altitude (m NGF)	Cumul moyen de précipitation (mm/an)
La Motte du Caire	710	755.9
Sisteron	493	777.75
Bayons	915	820.45
Seyne	1125	874.45

Tableau n°20 : Précipitation moyenne (1997-2007)

Les disparités d'une année à l'autre sont également très fortes. L'année 2007 aura été la moins pluvieuse (510,2 mm à Sisteron) tandis qu'en 2002, la pluviométrie aura été plus de 2 fois supérieure à celle de 2007 (1156 mm/an). **Le déficit hydrique constaté ces dernières années est clairement visible.**

Afin de compléter cette analyse, le tableau n°22 présente les précipitations totales annuelles sur la station de Faucon du Caire de 1928 à 1945 (toutes les données n'étaient pas disponibles). La moyenne calculée sur la station est de 658 mm/an ce qui est plus faible que les moyennes de 1997 à 2007. Il faut surtout remarquer les 5 années consécutives de déficit hydrique à Faucon du Caire, de 1929 à 1933. Cela indique que des situations de déficit hydrique important sont déjà apparues.

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1936	1937	1938	1939	1941	1943	1944	1945
Précipitations	678	398	599	564	510	628	759	460	807	515	808	646	892	765	837
Moyenne	658 mm														

Tableau n°21 : Précipitations annuelles en mm sur la station de Faucon du Caire

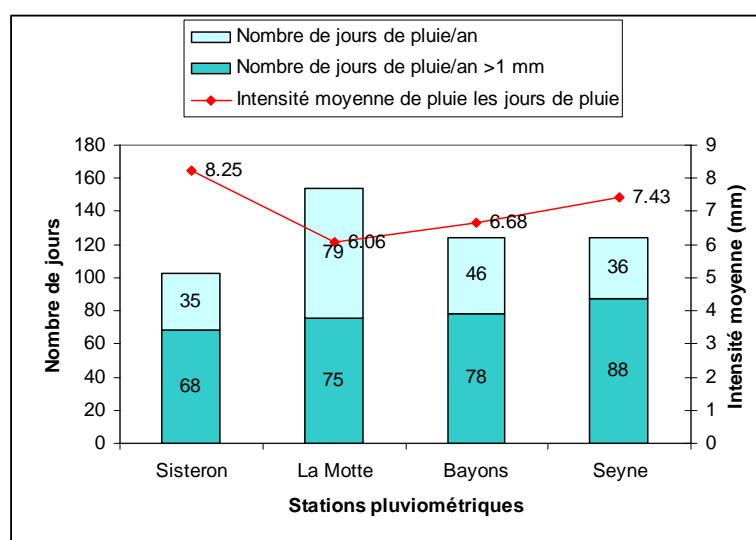


Illustration n°14 : Nombre de jours de pluie et par an et intensité sur la période 1997-2007

On observe de fortes variations du nombre de jours de pluie en fonction des stations. A Sisteron, on compte 103 jours de pluie au lieu de 154 à la Motte du Caire. Entre les deux vallées du Sasse (station de

Bayons) et du Grand Vallon (la Motte du Caire), le régime pluviométrique semble différent avec un nombre de jours de pluie plus faible.

Enfin l'illustration n° 11 indique les cumuls pendant la période d'irrigation (juin à septembre). On constate encore de fortes variabilités temporelles. Les variations des cumuls durant l'été sont similaires aux variations des cumuls annuels.

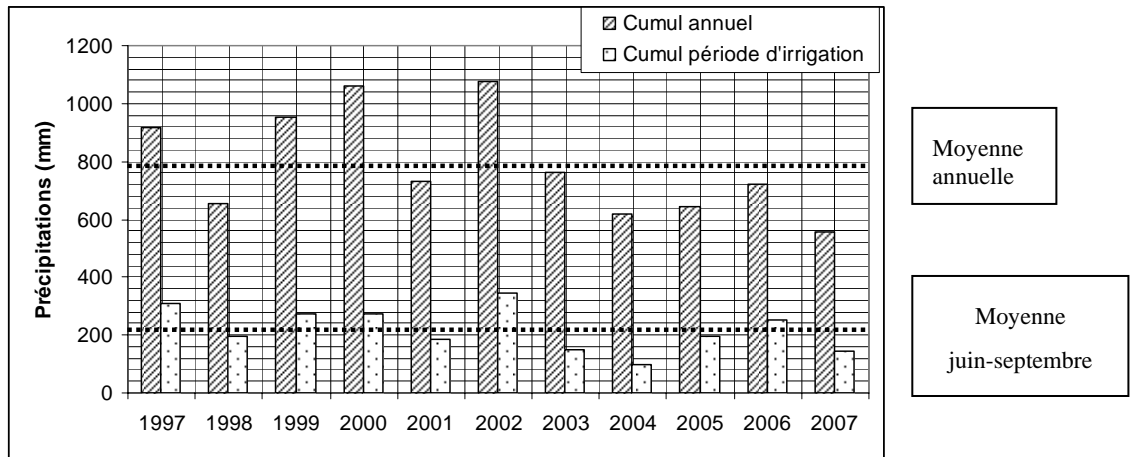


Illustration n°15 : Cumuls des précipitations moyenne (4 stations, 1997-2007)

En conclusion :

- La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 750 à 850 mm par an. Depuis 2003, on observe un fort déficit pluviométrique.
- Les cumuls annuels de pluie les plus forts sont observés en amont du bassin versant.

□ Analyse de la température

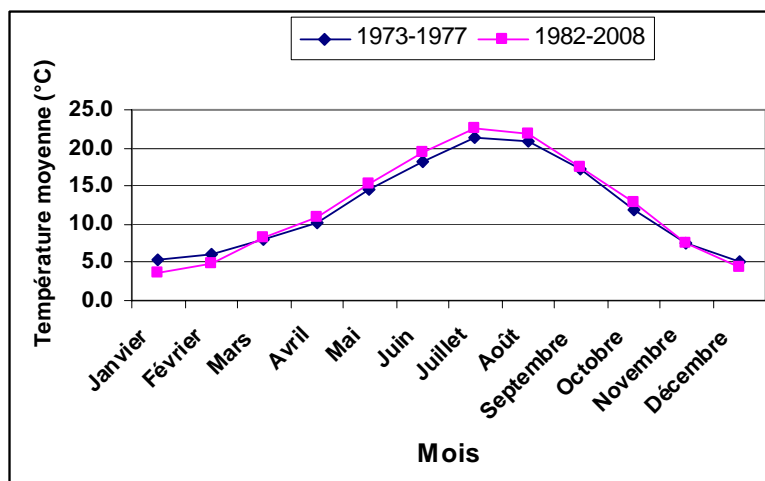


Illustration n°16 : Température moyenne mensuelle à Saint-Auban

Les données disponibles sont issues de la station de Saint Auban, située à une altitude faible (461m) par rapport au bassin versant. Les températures observables sur la zone d'étude sont à priori plus faibles. La

moyenne annuelle était de 12.2 °C sur la période 1973-1977 et de 12.4 °C sur la période 1982-2008. La température moyenne annuelle semble avoir légèrement augmenté mais la durée de la chronique n'est pas suffisante pour tirer des conclusions formelles. De plus, selon les mois considérés, la tendance est inversée.

Sur la période 1982-2008, janvier est le mois le plus froid (3.7 °C) et juillet le plus chaud (22.5 °C).

❑ *Analyse de la neige*

Les moyennes ont été calculées à partir des données des hivers 2004 à 2007, seules données disponibles auprès de Météo France.

Station	Bayons	Seyne
<i>Janvier</i>	4	17
<i>Février</i>	1	6
<i>Mars</i>	2	3
<i>Avril</i>	0	3
<i>Mai</i>	0	2
<i>Juin</i>	0	0
<i>Juillet</i>	0	0
<i>Août</i>	0	0
<i>Septembre</i>	0	0
<i>Octobre</i>	0	0
<i>Novembre</i>	1	2
<i>Décembre</i>	3	7
TOTAL	11	40

Tableau n°22 : Nombre de jours où le sol est recouvert de neige (moyennes de 2004 à 2007)

Les valeurs figurant dans le tableau n°23 sont caractéristiques d'un régime de moyenne montagne pour la station de Seyne (1125 m) : précipitations neigeuses mais pas de couvert neigeux permanent pendant l'année. La neige y est présente pendant l'hiver avec une durée d'enneigement moyenne annuelle de 40 jours à Seyne et 11 jours à Bayons.

❑ *Analyse de l'EvapoTranspiration Potentielle (ETP)*

L'ETP à chaque station a été déterminée à l'aide de la température selon une méthode développée dans le paragraphe B.II.3. Nous présentons ici l'ETP estimée à la station de la Motte du Caire.

L'ETP est maximale au mois de juillet (160 mm) pour un minimum de 30 mm au mois de janvier.

Sur l'année, l'ETP représente 930 mm pour 756 mm de précipitations cumulées moyennes à la Motte du Caire. **Durant la saison d'irrigation (juin à septembre), l'ETP cumulée est de 531 mm soit 5310 m³ par ha.**

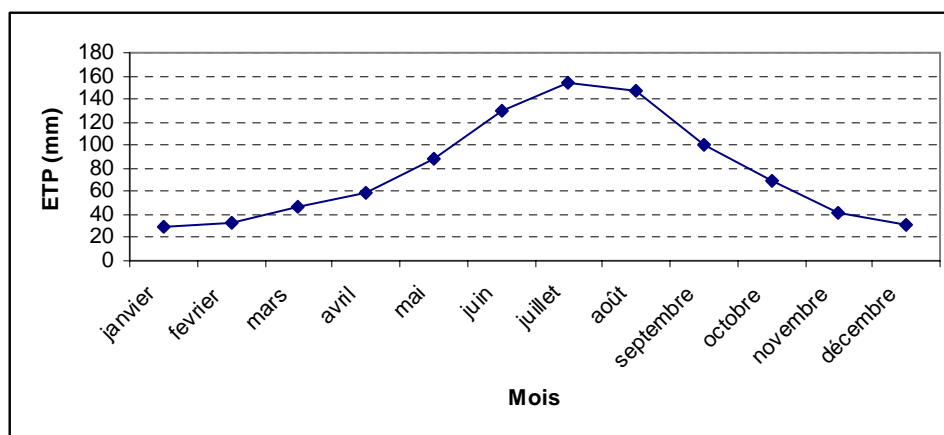


Illustration n°17 : Variations de l'ETP sur l'année (moyenne 1997-2007)

B.II.2 Analyse des données hydrologiques

Les données hydrologiques journalières ont été obtenues auprès de la Banque Hydro sur deux points de mesure :

- Le Sasse au droit du village de Clamensane de 1973 à 1977
- Le Syriez sur la commune de la Motte du Caire, 1973 à 1976

Le tableau suivant présente les valeurs de débit, au niveau des 2 stations de jaugeage

	Sasse à Clamensane	Syriez à la Motte du Caire
Module (l/s)	1 770	15
Débit minimal (l/s)	343	1
Débit maximal (m ³ /s)	20.7	0.065

Tableau n°23 : Débits du Sasse et du Syriez, sur la période 1973-1977

Les précipitations cumulées sur cette période (1973-1977) représentent une lame d'eau globale sur la période de 4.32 m pour une lame d'eau écoulé de 1.72 m (cumul des débits de 1973-1977). **Le coefficient de ruissellement du bassin versant au droit de la station de Clamensane est donc de 40%** (lame d'eau écoulé/lame d'eau précipitée).

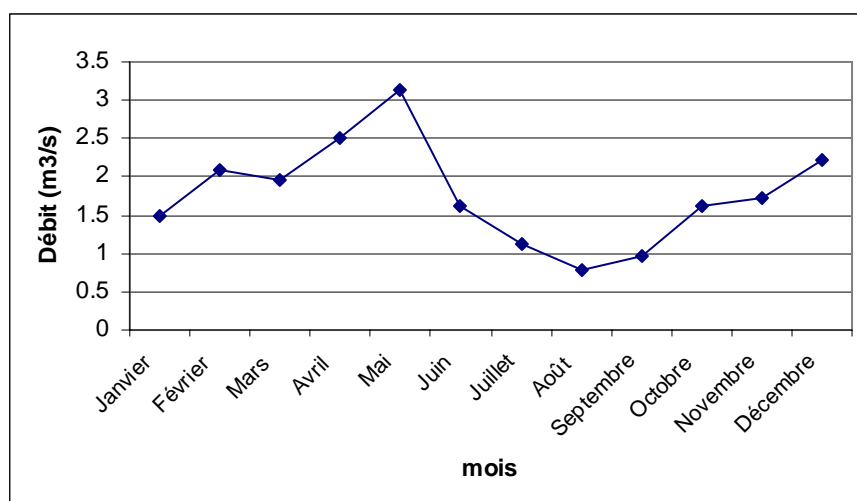


Illustration n°18 : Variations moyennes du débit du Sasse à Clamensane de 1973 à 1977

Le graphique précédent montre des variations de débit caractéristiques d'un régime nival à influence pluvial :

- des débits importants en mars, avril, mai, alimentés par la fonte des neiges et des précipitations importantes
- Une période d'étiage en été. Le minimum est atteint au mois d'août avec 790 l.s^{-1}
- Un second étiage en janvier. Il est peut marqué pour ce bassin versant ce qui montre une influence pluviale.

Les variations annuelles du débit du Syriez sont semblables à celles du Sasse.

B.II.3 Présentation du modèle et de la méthodologie

□ Présentation du logiciel ATHYS

Le logiciel ATHYS (ATelier HYdrologique Spatialisé) est un logiciel de transformation pluie-débit développé par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à Montpellier.

L'intérêt principal de ce logiciel en libre accès réside dans la possibilité de spatialiser la transformation pluie-débit. En effet, le modèle utilise pour entrant un modèle numérique de terrain (MNT) qui permet de calculer des apports au ruissellement maille par maille (généralement les mailles couvrent 2500 m^2). Ce principe est combiné à une spatialisation des données de pluies, qui permet sur de grands bassins versants de tenir compte de la variation spatiale des intensités de pluies.

Le modèle est conçu pour travailler soit en mode continu à l'aide d'une chronique de pluie soit en événementiel à partir d'une pluie unique de projet ou réelle.

□ Modèles de calcul

Le débit généré pour chaque événement pluvieux (transformation pluie-débit) est calculé en trois étapes :

- Pour chaque maille, le modèle de production permet d'estimer la quantité de pluie qui va contribuer au ruissellement.
- Le modèle de transfert calcule l'hydrogramme produit par chaque maille à l'exutoire du bassin versant. Ce calcul est réalisé à partir du résultat obtenu en appliquant la fonction de production.
- Les apports de chaque maille sont sommés pour obtenir le débit à l'exutoire.

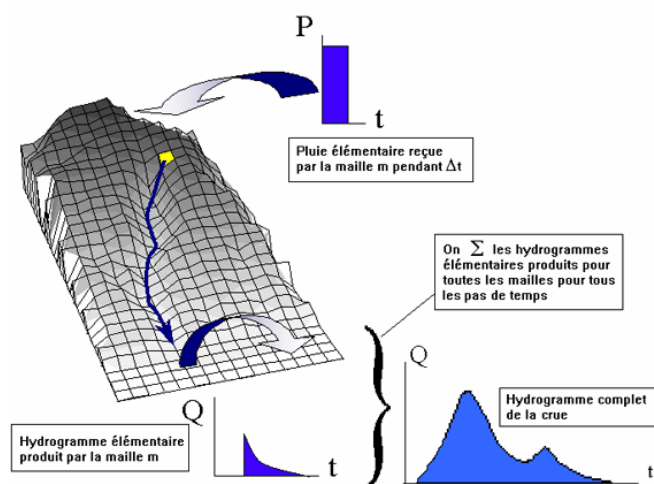


Illustration n°19 : Fonctionnement du modèle ATHYS (source : IRD)

Le logiciel dispose d'un ensemble de modèles de production et de transfert. Les choix suivants ont été opérés :

- Pour la production, le modèle TopModel. C'est un modèle conceptuel à deux réservoirs particulièrement adapté pour les débits d'étiage. Le modèle est présenté en annexe B.III ;
- Pour le transfert, le modèle de l'hydrogramme unitaire, couramment utilisé en hydrologie. Le modèle est présenté en annexe B.III

□ Période de simulation et résultats attendus

Le logiciel est utilisé pour simuler les débits sur deux périodes distinctes :

- De 1973 à 1977. Le calage du modèle est réalisé sur cette période par calcul du débit au droit de Clamensane ;
- De 1982 à 2007. C'est sur cette période de simulation que le bilan ressources/besoins est réalisé.

Les hydrogrammes calculés par le modèle sont au pas de temps journalier. Ce pas de temps est particulièrement intéressant pour les problématiques de préservation du milieu aquatique : une non-satisfaction des besoins durant 1 journée suffit pour affecter la vie biologique. Une simulation sur une

période de plusieurs jours ne donne que des valeurs moyennes, qui peuvent occulter une partie des stress subis par le milieu.

□ *Traitement des données géographiques*

➤ *Planche n°11 : Bd Alti : vue illustrative du bassin versant*

Par l'intermédiaire du SIVOM de la Motte-Turriers, il a été acquis le Modèle Numérique de Terrain (source : Bd Alti de l'Institut Géographique National (IGN)). Le MNT est un ensemble de points altimétriques (trois coordonnées, x, y et z) situé tout les 50 m. L'assemblage des ces points permet de reconstituer la topographie du site (illustration n°16 à gauche). Le logiciel traite alors ces données pour obtenir le réseau hydrographique et les bassins versants (illustration n°16 à droite).

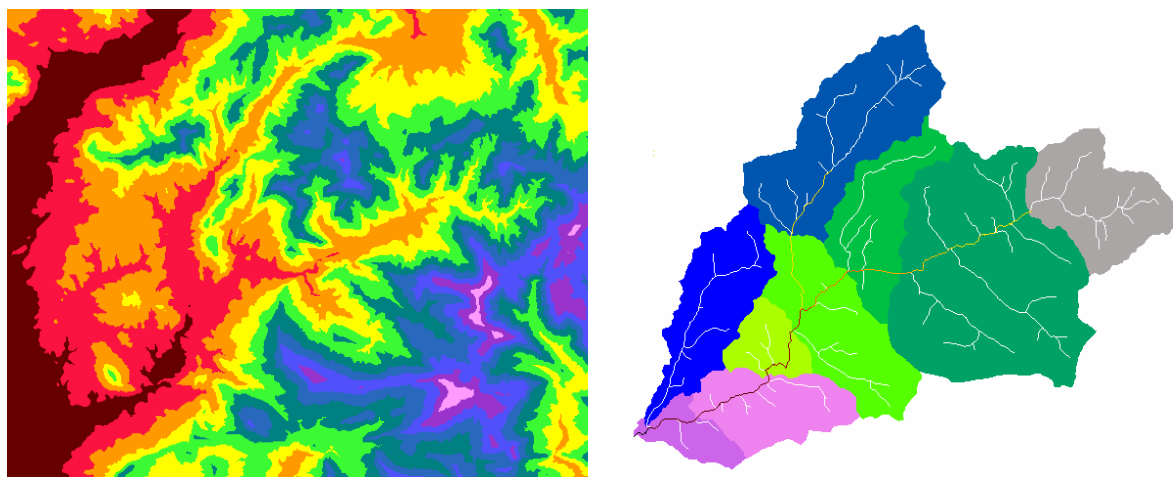


Illustration n°20 : Exemple de carte des altitudes (à gauche) et du réseau hydrographique (à droite)

□ *Traitement des données météorologiques*

Pour le calcul hydrologique nous avons utilisé les données météorologiques de 4 postes pluviométriques : Sisteron, La Motte du Caire, Bayon et Seyne.

Les durées d'observation sur ces postes ne sont pas identiques. En conséquence il a été reconstituer les données manquantes (cf. Annexe B.III)

La méthodologie de reconstitution est détaillée en annexe B.IV Les principes d'élaboration sont les suivants :

- Pour la pluviométrie un ensemble corrélation linéaire a été déterminé entre la station de Seyne et les autres stations utilisées par le modèle. La corrélation est estimée sur la période 1997 à 2007. Les hauteurs précipitées sont ensuite recalculées à partir de la station de Seyne sur les périodes manquantes.

Station	Durée d'observation	Période reconstituée
Sisteron	1973-1977	1991-2007
	1982-1990	
La Motte du Caire	1982-2007	1973-1977
Bayons	1973-1977	1973-1977
	1982-1996	1997-2007
Seyne	1973-1977	
	1982-2007	

Tableau n°24 : Données pluviométriques reconstituées

- Pour la température, un gradient (décroissant) de température de 0.6 °C par dénivelé de 100 m est appliqué pour obtenir les températures sur les stations de Sisteron, la Motte et Bayons.
- Pour l'ETP ; à partir de la station de Seyne une corrélation (fonction exponentielle) entre la température et ETP a été estimée. Cette corrélation a ensuite été appliquée sur les températures reconstituées des stations de Sisteron, la Motte et Bayons pour obtenir l'ETP.
- La neige est estimée à partir des précipitations dans un modèle simplifié à un réservoir. Si la température est négative, les précipitations sont intégralement neigeuses. La fonte des neiges est amorcée pour une température positive à partir d'une relation linéaire. Le modèle de neige n'est appliqué qu'aux stations de Seyne et Bayons.

□ *Calcul de la lame d'eau*

Les informations climatologiques sont connues ponctuellement au droit de chaque station. Ces informations doivent être spatialisées de façon à être étendues à l'ensemble de la surface du bassin versant. La méthode des polygones de Thiessen a été utilisée pour définir la zone d'influence de chaque station.

Station	Surface (km ²)	Importance
Sisteron	25.3	7.7 %
La Motte	151.2	45.7 %
Bayons	151.5	45.9 %
Seyne	2.7	0.8 %

Tableau n°25 : Influence comparée des stations.

□ *Chaîne de calcul*

Le schéma ci-après indique la chaîne de calcul : les données de pluie entrées dans le modèle tiennent compte des pertes par évapotranspiration et du module neige. Le module neige n'est pas appliqué aux stations de la Motte et de Sisteron car les précipitations neigeuses y sont peu importantes.

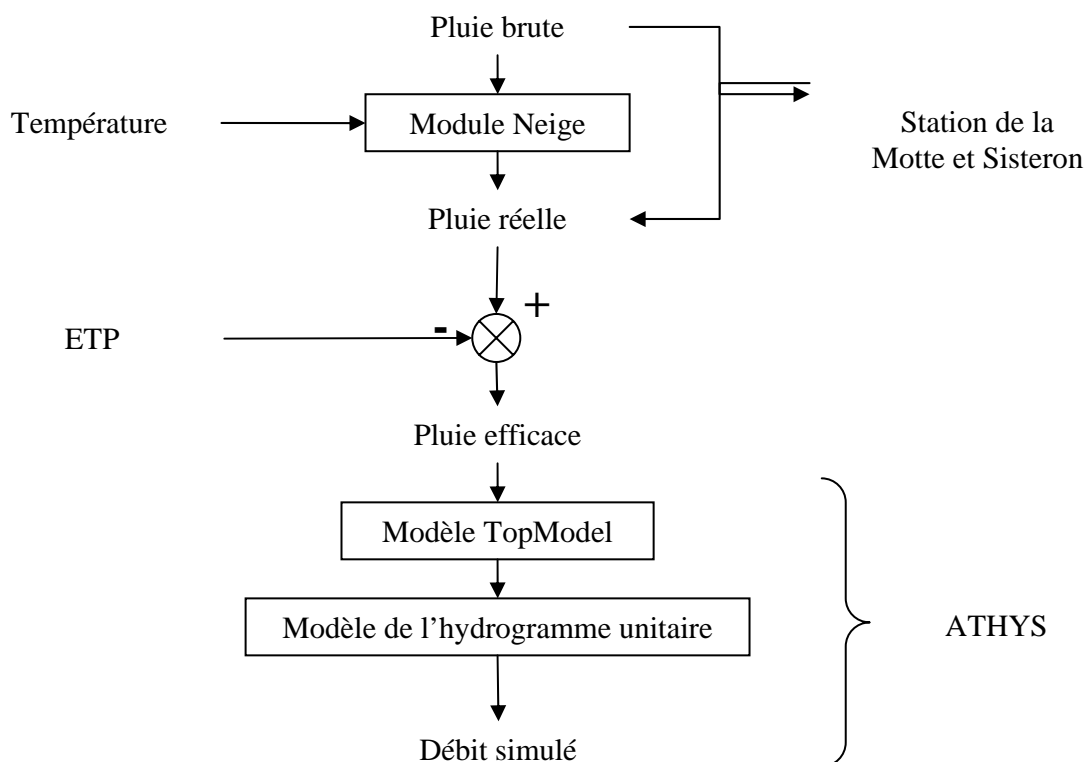


Illustration n°21 : Chaîne de calcul

□ Calage

Le modèle a été calé sur les mesures de débit réalisées entre 1973 et 1977 à la station de Clamensane. Le calage a été réalisé par optimisation numérique (le modèle ATHYS possède un module de calage automatique) et manuelle. Le critère de calage est l'écart quadratique moyen (EQM) sur les débits inférieurs à 10 m³/s.

Les paramètres retenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Les paramètres sont décrits en annexe B.III.

	Fonction de production				Fonction de transfert	
<i>Paramètre</i>	STO	INF	f	ds	V0	k0
<i>Unité</i>	mm	mm.h ⁻¹	m ⁻¹	j ⁻¹	m.s ⁻¹	Ad.
<i>Valeur</i>	10,6	29966,51	20	0,22	0,29	0,94

Tableau n°26 : Valeurs des paramètres de modélisation après calage

Le tableau ci-dessous indique les valeurs simulées et observées ainsi que l'erreur.

	Mesuré	Simulé	Erreur
Module (l/s)	1 770	1690	4.5 %
Débit minimal (l/s)	343	390	13.7 %
Débit maximal (m ³ /s)	20.7	13.1	36.7 %
Volume écoulé (millions m ³)	275.5	264.1	5.2 %

Tableau n°27 : Caractéristique du débit du Sasse à Clamensanne entre 1973-1977

Le graphique ci-dessous montre l'hydrogramme simulé et mesuré.

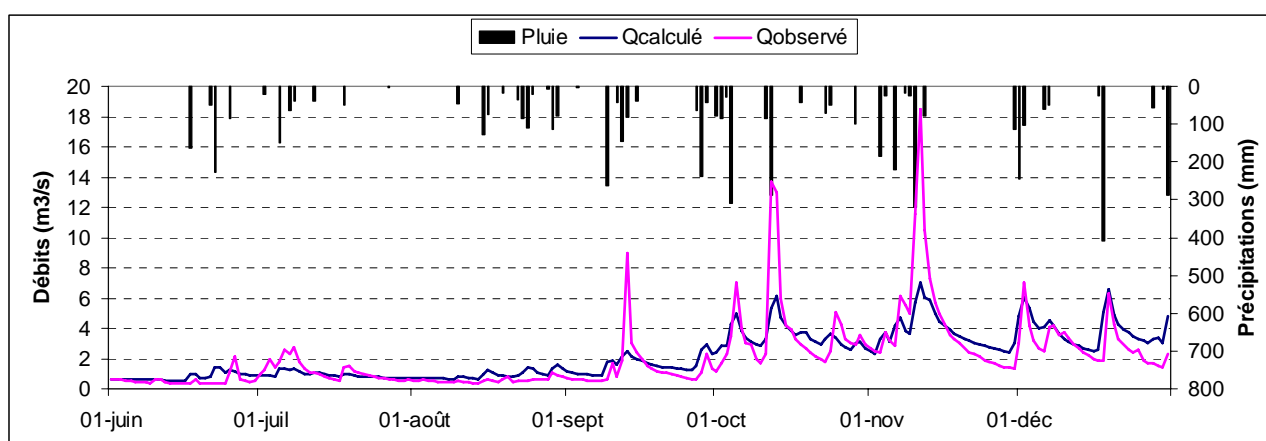


Illustration n°22: Débits simulés entre juin et décembre 1976

Le modèle ainsi calé présente les avantages/inconvénients suivants :

- Les débits de pointe sont sous estimés.
- Les débits en période de ressuyage des sols (après un événement pluvieux) sont surestimés.
- Les périodes d'étiage sont correctement estimés, de même que le volume annuel écoulé.

Le calage du modèle est donc correct pour les débits d'étiage ce qui correspond à l'utilisation ultérieure du modèle. Le biais sur les estimations du volume annuel écoulé est de l'ordre de 5%.

B.II.4 Résultats

□ Simulations réalisées et objectifs

Les simulations de débits ont été réalisées sur la période 1982-2007. Le modèle ne tient pas compte :

- des divers prélèvements de sorte qu'il ne fournit que les débits naturels non influencés
- des zones d'infiltration et résurgence dans les lits des cours d'eau. Dans la mesure où une partie des écoulements se fait dans l'épaisseur de cailloutis en sub-surface, les débits réellement observés sont inférieurs au débit simulé. En effet, le débit simulé est une estimation de **l'ensemble de l'écoulement** sans tenir compte des infiltrations/résurgences éventuelles.
- Deux simulations ont été réalisées :
- Une simulation des débits naturels non influencés : il s'agit d'exploiter directement les résultats de la modélisation ;
- Une simulation des débits naturels influencés par les prélèvements : il est **soustrait au débit naturel, les débits prélevés** ramenés à des valeurs moyennes journalières sur la base des résultats présentés dans le paragraphe B.I.
- Les résultats obtenus à partir de ces deux simulations sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	Débits naturels sans prélèvement	Débits naturels avec prélèvement
Module (m^3/s)	3.39	3.07
Débit minimal (m^3/s)	0.69	0
Débit maximal (m^3/s)	64.1	64.1
Q_{mna5} (m^3/s)	1.18	0.32

Tableau n°28 : Caractéristiques du Sasse au pont de Valernes (1982-2007)

□ Comparaison avec les autres bassins versants des Alpes de Haute Provence

Le tableau n°25 et illustration n°19 montre que dans les deux cas, le **module simulé est en parfait accord avec les modules mesurés sur le département**. Par contre le module qui figure dans les données du plan d'action sécheresse (6.28 m^3/s au Pont de Valernes) semble sur évalué.

Le Q_{mna5} « naturel sans prélèvement » simulé est surestimé comparativement avec les autres bassins versant du département. Contrairement au module, le Q_{mna5} est largement dépendant des prélèvements (cf. tableau n°29) puisque ceux-ci ont lieu principalement durant la période d'étiage. Il apparaît donc normal que le Q_{mna5} « naturel sans prélèvement » simulé du Sasse soit supérieur aux Q_{mna5} mesurés dans le département car ceux-ci sont basés sur des mesures réelles qui prennent en compte les prélèvements.

Par contre, une fois intégrée les prélèvements, le Q_{mna5} « naturel avec prélèvement » est plus cohérent avec les autres bassins versant du département.

Bassin versant	Surface du bassin versant (km ²)	Module (m ³ /s)	Qmna5 (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Qmna5 spécifique (l/s/km ²)
Données DIREN (aux stations hydrométriques)					
Ubaye à Barcelonnette	549	10.6	1.8	19	3.2
Ubaye à Lauzet	946	20.5	4.4	22	4.6
L'Asse à Beynes	375	4.57	0.36	12	1.0
Issole à Saint André des Alpes	137	2.7	0.49	20	3.6
<i>Lauzon à Villeneuve</i>	<i>175</i>	<i>0.90</i>	<i>0.085</i>	<i>5.1</i>	<i>0.5</i>
<i>Buech à Serres</i>	<i>723</i>	<i>14.2</i>	<i>1.6</i>	<i>20</i>	<i>2.2</i>
Données DDAF (indications figurant dans le plan « action sécheresse »)					
<i>Jabron (pont de Nadé)</i>	<i>197</i>	<i>1.78</i>	<i>0.26</i>	<i>9</i>	<i>1.2</i>
<i>Bléone</i>	<i>581</i>	<i>8.1</i>	<i>1.35</i>	<i>14</i>	<i>2.3</i>
<i>Largue (N.D des roches)</i>	<i>361</i>	<i>1.97</i>	<i>0.18</i>	<i>5.4</i>	<i>0.5</i>
<i>Vaïre à Les Scaffarels</i>	<i>156</i>	<i>2.95</i>	<i>0.48</i>	<i>19</i>	<i>3.1</i>
<i>Vançons, pont de Sourribes</i>	<i>98</i>	<i>1</i>	<i>0.15</i>	<i>10</i>	<i>1.5</i>
<i>Sasse au pont de Valernes</i>	<i>315</i>	<i>6.28</i>	<i>0.65</i>	<i>20</i>	<i>2.08</i>
Résultats issus de la modélisation					
Sasse au pont de Valernes « sans prélèvement »	315	3.39	1.18	11	3.7
<i>Sasse au pont de Valernes « avec prélèvement »</i>	<i>315</i>	<i>3.07</i>	<i>0.32</i>	<i>9.7</i>	<i>1.0</i>

Tableau n°29 : Module et Qmna5 dans les Alpes des Hautes-Provence

En italique figure les bassins versant influencés par des prélèvements.

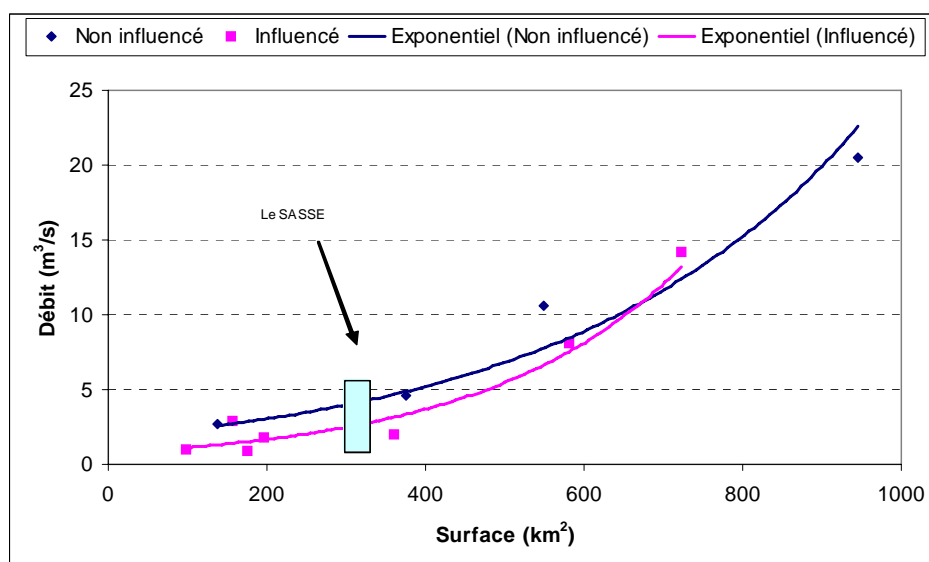


Illustration n°23: Comparaison du module avec d'autres bassins versant du département

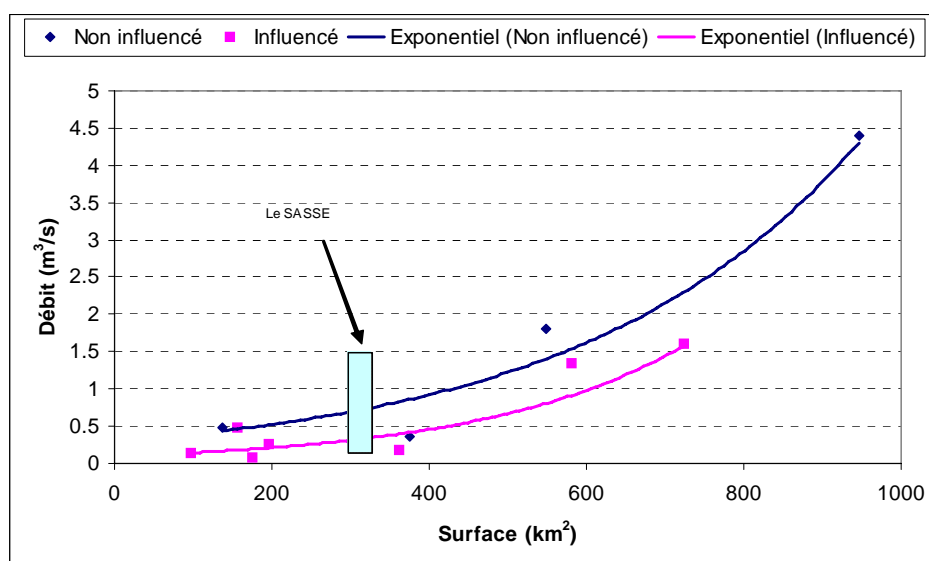


Illustration n°24: Comparaison du Omna₅ avec d'autres bassins versant du département

□ Evolution du débit mensuel

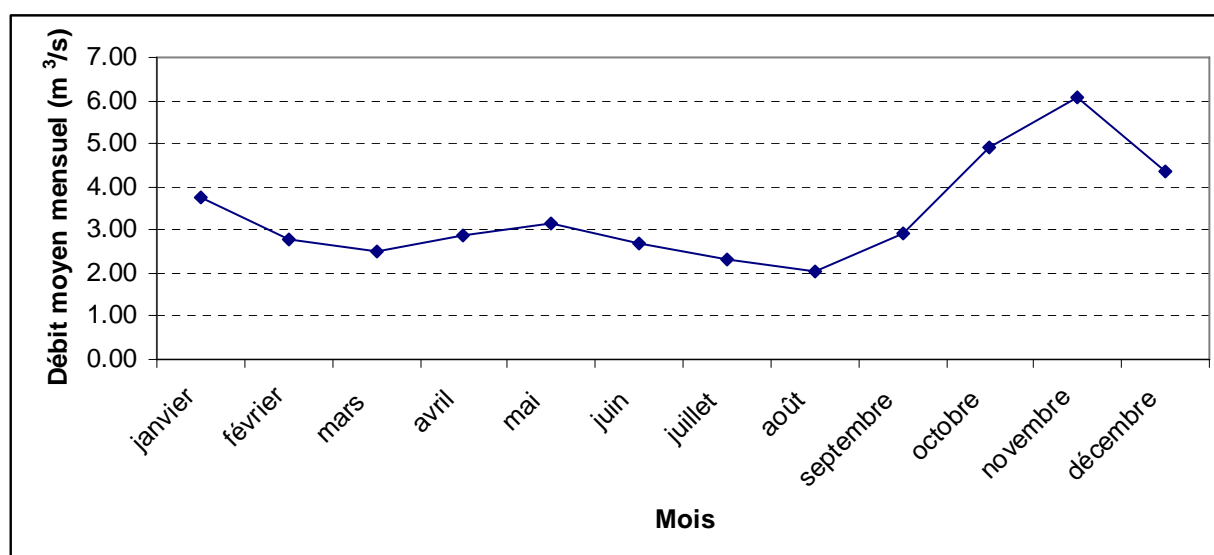


Illustration n°25: Débit moyen mensuel simulé au pont de Valernes (1984-2007)

Le graphe n°18 semble indiquer un régime pluvial du Sasse au niveau du pont de Valernes alors que le régime paraissait plus nival au niveau de Clamensanne. Le débit maximum est atteint en novembre et l'été hivernal est très peu marqué.

❑ Comparaison avec les jaugeages de la DDAF

La DDAF réalise depuis 2005 des jaugeages sur le Sasse au pont de Valernes. Ces jaugeages sont réguliers (environ tous les 10 jours) en période d'étiage et occasionnels le reste de l'année. Ils servent de référence pour le déclenchement des procédures d'alerte et de crise dans le département.

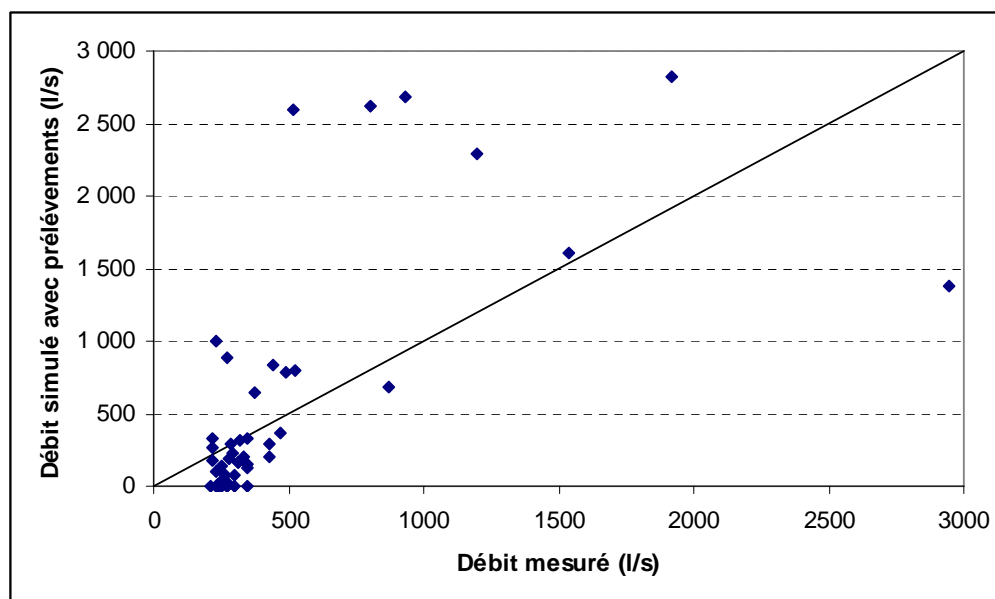


Illustration n°26 : Comparaison débits simulés avec prélèvement et débits mesuré

Le graphe montre que les des débits simulés intégrant des prélèvements en regard des débits mesurés présente une erreur moyenne de -5%.

On constate que les débits simulés sont :

- plutôt sous évalués dans la gamme 0 à 500 l/s
- plutôt sur évalué au delà de 500l/s

Il est important de constater que les débits mesurés ne sont jamais inférieurs à 200 l/s alors que les débits simulés corrigés peuvent être nuls. Ceci s'explique de deux façon :

- Un adoux réalimente ponctuellement le cours d'eau
- La nappe alluviale alimente le Sasse par des résurgences

Ces deux contraintes ne sont pas prises en compte dans le schéma actuel de prélèvement.

❑ Critique des résultats

Les résultats obtenus permettent d'obtenir un ordre de grandeur des débits observables sur le Sasse.

Au vue des chroniques de débits mesurés, relativement courte, le calage du modèle peut être jugé perfectible. En conséquence, le recours à la modélisation trouve sa pertinence d'avantage dans la comparaison en relatif de divers scénarios de prélèvement que dans l'affichage de valeurs caractéristiques du cours d'eau. Les valeurs restent néanmoins cohérentes au regard des autres bassins versant du département.

B.III CAMPAGNES DE MESURES

Un ensemble de mesures est prévu dans le cadre de l'étude. Ces mesures ont deux objectifs :

- Connaître le fonctionnement hydraulique du Sasse en période d'irrigation
- Mieux apprécier l'utilisation des réseaux d'irrigation en période de prélèvement

Les campagnes de mesures consistent en :

- Sur le Sasse, 5 campagnes de jaugeage sur 6 points du cours d'eau
- Sur les réseaux gravitaires, 4 campagnes de mesures pour quantifier les fuites et mesurer le débit prélevé.
- Sur les réseaux sous pression, 4 campagnes de mesure dont une pour quantifier les fuites des réseaux et 3 pour mesurer le temps de fonctionnement des pompes.

A ce stade de l'étude seule une campagne de jaugeage sur le Sasse et une campagne de mesure des fuites sur les réseaux ont été réalisées.

B.III.1 Jaugeages sur le sasse

➤ *Planche n°8 : Points de jaugeage*

Les prélèvements pour l'irrigation ont un impact important sur les débits en surface. Afin de préciser la localisation des zones d'assecs/résurgences et l'impact des prélèvements, 5 campagnes de jaugeage sont prévues : 1 en période de chômage des réseaux et 4 en période d'irrigation.

□ Localisation des points de mesure

En concertation avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), 6 points de mesure ont été positionnés:

- **Point 1** : aval de la confluence entre le Sasse et le Ravin de Trente Pas, Amont Gué de Soubeyrache. Justification : en amont de tout point de prélèvement.
- **Point 2** : aval de la clue de Reynier. Justification : confirmation de l'hypothèse d'une zone de résurgence (rapport DDAF 2001).
- **Point 3** : aval de La Motte du Caire et de la confluence entre le Grand Vallon et le Ravin de Saignon (pont). Justification : détermination des apports sur le Grand Vallon.
- **Point 4** : aval de Clamensane, Pont du torrent de Vermeil. Justification : amont de la zone d'alimentation de la nappe alluviale du Sasse.

- **Point 5** : aval de la confluence entre le Sasse et le Grand Vallon Justification : impact de la station de pompage du SIVOM.
- **Point 6** : Pont de Chateaufort. Justification : en amont des prélèvements des ASA de Saint-Tropez et de Valernes et fin de la zone de résurgence de la nappe alluviale du Sasse.

De plus, la DDAF des Alpes de Haute Provence réalisera des jaugeages sur les points suivants :

- **Point 7** : Pont de Valernes. Justification : point de référence pour le plan d'action sécheresse.
- **Point 8** : Amont de la confluence avec la Durance. Justification : impact des apports du Siriez.

□ *Type de mesures*

Les jaugeages sont réalisés à l'aide d'un micro moulinet.

□ *Date de réalisation*

3 campagnes ont été réalisées :

- **Campagne n°1** : réalisée le 15 avril 2008. Période de chômage des réseaux d'irrigation.
- **Campagne n°2** : réalisée le 09 juillet 2008. Période d'irrigation
- **Campagne n°3** : réalisée le 20 août 2008. Période d'irrigation
- **Campagne n°4** : réalisée le 20 juillet 2009.
- **Campagne n°5** : réalisée le 26 juillet 2009.

Les campagnes 4 et 5 ont été réalisées dans le cadre d'une campagne Estimhab, il a donc plus de point de jaugeages différents.

□ *Résultats*

D'après les mesures réalisées en période de chômage des réseaux (campagne n°1), nous pouvons dire que :

- Le caractère atypique du Sasse est confirmé : le débit en surface n'augmente pas entre l'aval de Clamensane et la confluence. On peut donc supposer qu'une partie non négligeable du débit s'écoule en sub-surface dans les cailloutis.
- Les principales contributions au débit sont localisées entre l'aval du centre de Bayon et l'amont de Clamensane.
- Les apports du Grand Vallon sont très faibles par rapport à la surface drainée. L'épaisseur de la nappe alluviale semble faible comme en témoigne la présence d'affleurements, ce qui pourrait laisser penser qu'une part importante des écoulements s'infiltrent dans une nappe profonde. L'important couvert forestier du bassin du Grand Vallon (mis en évidence dans le paragraphe A.IV) est un deuxième facteur expliquant cette faible aptitude au ruissellement.
- La zone d'infiltration au droit de la confluence Sasse - Grand Vallon (point n°4) identifiée dans une des données bibliographiques (sondages prospectifs réalisé par la DIREN en 1973) est confirmée car le débit est localement plus faible par rapport aux points 4 (amont) et 6 (aval).

Ceci est d'autant plus vrai que le Sasse reçoit les apports du Grand Vallon au point n°5, ce qui devrait se traduire par une augmentation du débit de 0.12 m³/s.

- En aval de Chateaufort, des zones d'infiltration entraînent une réduction du débit (de 2.61 m³/s à 2.18 m³/s)

Les campagnes n°2, n°3, n°4 et n°5 montrent l'impact de l'irrigation sur les débits de surface :

- Les remarques précédentes sont confirmées : non augmentation du débit à l'aval de Clamensane, faible contribution du Grand Vallon, infiltration à la confluence Sasse - Grand Vallon.
- L'impact des prélèvements du réseau sous pression de la Motte du Caire est évident sur la campagne n°3. En effet, la diminution du débit entre les points 4 et 5 est importante et la résurgence au pont de Chateaufort relativement faible (par rapport au débit mesuré à Clamensane). Ces prélèvements ne sont pas visibles sur la Campagne n°2, alors que le réseau fonctionnait normalement.
- Lors de la campagne n°2 et n°3, la diminution de 300 l/s du débit entre le pont de Chateaufort et le pont de Valernes correspond au prélèvement : 200 l/s prélevé par le canal de Saint Tropez + le prélèvement du canal de Valernes non mesuré.

	Bassin versant (km ²)	Débit (m ³ /s)				
		Campagne n°1	Campagne n°2	Campagne n°3	Campagne n°4	Campagne n°5
Point 1 : Amont Bayons	34	0.40	0.22	0.06	0.11	
Point 2 : Aval Bayons	129	2.28	1.29	0.70	0.70	
Point 3 : Grand Vallon	52	0.12	0.10	0.04	0.03	0.01
Point 4 : Clamensane	161	2.26	1.25	1.19	0.58	0.30
Point 5 : Aval confluence	232	2.02	1.29	0.70	0.50	0.30
Point 6 : Pont Chateaufort	261	2.61	1.22	0.88	0.58	0.69
Point 7 : Pont Valernes	286	2.19	0.95	0.58	0.48	
Point 8 : Confluence Durance	336	2.18			0.51	

Tableau n°30 : Synthèse des jaugeages

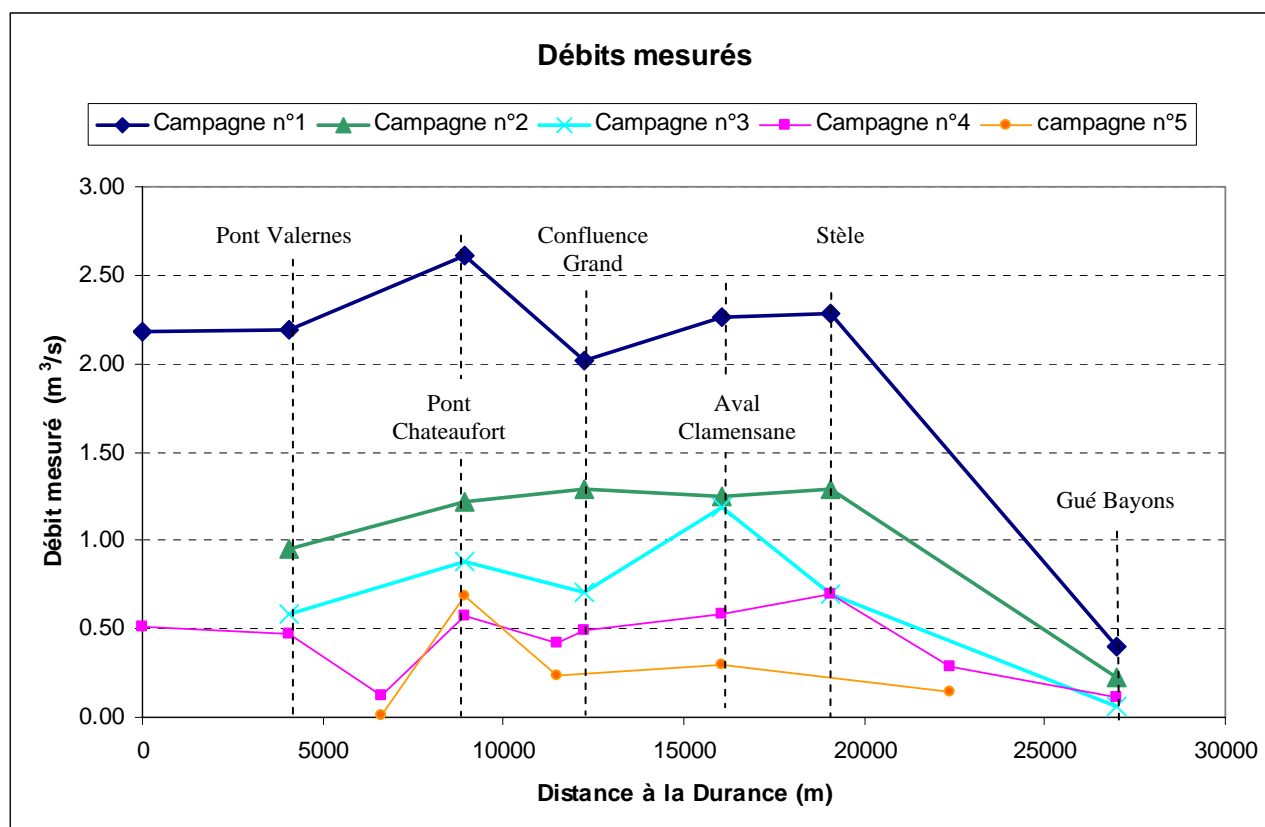


Illustration n°27 : Synthèse des jaugeages

En conclusion :

- Le caractère atypique du Sasse est confirmé : **le débit en surface n'augmente pas entre l'aval de Clamensane et la confluence.**
- **Trois zones de perte sont identifiables :** Entre Clamensane et confluence Sasse-Grand Vallon, pour une résurgence au pont de Chateaufort, en aval de Chateaufort, sur le Grand Vallon en amont de la Motte du Cairé.
- **Les prélèvements en période d'irrigation réduisent sensiblement les débits en surface** notamment au droit de la confluence Sasse –Grand Vallon (réseau de la Motte du Cairé) et en Amont du pont de Valernes (canal de Saint Tropez et de Valernes).

B.III.2 Mesure sur les réseaux sous pression du SIVOM

B.III.2.1 Mesure des fuites des réservoirs

□ Localisation des points de mesure

- *Planche n°7 : Installations du SIVOM*

Tous les réservoirs à l'exception du réservoir de la Médecine ont fait l'objet de mesure du débit de fuite.

□ Type de mesures/méthodologie

Les mesures ont pour but d'estimer les fuites des réseaux du SIVOM. Pour cela les réservoirs de chaque réseau ont été remplis et les irrigants ont eu pour consigne de ne pas irriguer. Les réservoirs étant en communication avec les réseaux de distribution, les variations de niveau d'eau dans les réservoirs donnent alors les volumes de fuite

- Dans les réservoir ;
- Dans les réseaux de distributions.

Les mesures réalisées ne permettent pas de distinguer les deux origines de fuites.

Les mesures de hauteur d'eau dans les réservoirs ont été réalisées à l'aide de sondes de niveau à un pas de temps de 1 minute sur une durée de 3 à 5 jours sur les 7 réservoirs du SIVOM.

□ Date de réalisation

Les réservoirs ont été équipés alternativement du 13 au 22 mai.

□ Résultats

Comme indiqué précédemment, les fuites mesurées proviennent des réservoirs et des réseaux de desserte en aval des réservoirs.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

- Pour le réseau de la Motte du Caire, les fuites en aval du réservoir du Rouast sont très importantes (347.5 m³/j). Ces fuites représentent 5.6% du volume annuel prélevé, pour un fonctionnement de 4 mois (102 jours de fonctionnement, 42 395 m³ perdu).
- Pour le réseau du Caire, les fuites sont faibles : 0.9 % du volume annuel prélevé, pour un fonctionnement de 4 mois.
- Pour le réseau de Faucon du Caire, les fuites sont importantes : 4.2 % du volume annuel prélevé, pour un fonctionnement de 4 mois.

Les fuites peuvent s'expliquer par :

- Des réseaux vétustes surtout pour la Motte du Caire.
- Des fuites au niveau des vannes de vidange notamment sur le réservoir du Rouast. Ces fuites nous ont été signalées par l'aiguadier du réseau de la Motte du Caire.

Réseau	Réservoir	Volume du bassin (m3)	Débit fuite (m ³ /j)
Motte du Caire	Le Bas Plan	180	4.5
	Les Escourts	800	19.9
	Le Rouast	250	347.5
	Champ de la Dame	800	5.1
Le Caire	Les Escourts	800	39.1
	Le Plan	800	≈0
Faucon du Caire	Saint Barthélemy	500	50.8

Tableau n°31 : Résultats des mesures de fuite sur les réservoirs

En conclusion, les fuites sont importantes sur les réseaux de la Motte du Caire et de Faucon du Caire.

B.III.2.2 Etude du fonctionnement des réseaux en période d'irrigation

Localisation des points de mesure

➤ *Planche n°7 : Installations du SIVOM*

Les stations suivantes ont été équipées :

- La station du Bas Plan (3 pompes d'exhaure prélevant dans la nappe et 1 pompe prélevant dans une prise d'eau sur un canal) et la prise d'eau de la Médecine pour le réseau de la Motte du Caire.
- Les 4 stations de pompage du réseau du Caire.
- La station de pompage du réseau de Faucon du Caire.

Type de mesure/méthodologie

Les pompes ont été équipées de compteur de temps de marche. Ces temps ont permis par la suite de déterminer les volumes prélevés à partir du débit nominal « constructeur » : ce débit nominal n'a pas fait l'objet d'un étalonnage. Il est vraisemblable au vu de l'âge des installations que le débit en question est probablement surévalué par rapport à la réalité.

Il faut préciser que pour la station du Bas Plan équipée de 4 pompes de débit nominal « constructeur » unitaire de 63 l/s dont 3 fonctionnent simultanément, le débit nominal résultant a été abattu de 25% pour tenir compte des pertes de charge diverses et s'établit donc à 142 l/s.

Les résultats sont présentés sur des fiches de synthèse.

□ *Date de réalisation*

Les campagnes ont été réalisées sur deux périodes de façon à saisir les répercussions sur la gestion des réseaux des fluctuations des besoins :

- Campagne n°1 : du 8 juillet au 15 juillet 2008
- Campagnes n°2 et 3 : du 18 août au 9 septembre 2008.

□ *Résultats*

Réseau de La Motte du Caire	Exhaure Bas Plan	Prise d'eau Bas Plan	Médecine	Total
Origine de l'eau	pompage nappe	pompage sur prise d'eau	prise d'eau	
Débit max estimé (l/s)	142	60	125	295
Débit moyen estimé sur les 3 campagnes (l/s)	48	36	38	122
Temps moyen de marche ou de prélèvement sur 24 h (h)	11	16	24	-
Part du volume prélevé (%)	39	29	32	100

Tableau n°32 : Synthèse des résultats, réseau de la Motte du Caire

Réseau du Caire	Lieu de prélèvement				Total
	La Roche	Rouchasset	Village	Casse	
Origine de l'eau	pompage sur prise d'eau	pompage nappe	pompage nappe	pompage nappe	
Débit max estimé (l/s)	21	25	35	30	111
Débit moyen estimé sur les 3 campagnes (l/s)	9	9	18	19	55
Temps moyen de marche ou de prélèvement sur 24 h (h)	10	8	13	15	-
Part du volume prélevé (%)	16	16	33	36	100

Tableau n°33 : Synthèse des résultats, réseau du Caire

Réseau de la Motte du Caire	Le Mas
Type de prélèvement	pompage nappe
Débit max estimé (l/s)	22
Débit moyen estimé sur les 3 campagnes (l/s)	14
Temps moyen de marche ou de prélèvement sur 24 h (h)	15

Tableau n°34 : Synthèse des résultats, réseau de Faucon du Caire

Réseau	Motte du Caire	Le Caire	Faucon du Caire	
Débit journalier Maximum (m ³ /j)	Campagne 1	16 420	6 540	1 390
	Campagne 2 et 3	16 110	6 840	1 900
Débit journalier moyen (m ³ /j)	Campagne 1	11 950	5 440	920
	Campagne 2 et 3	11 710	4 480	1 280
Débit journalier minimum (m ³ /j)	Campagne 1	4980	4 210	400
	Campagne 2 et 3	2900	120	270

Tableau n°35 : Synthèse des débits journalier

Ces mesures permettent d'affiner la compréhension des réseaux sur deux plans : leur utilisation et leur fonctionnement.

Du point de vu du fonctionnement :

- **Le réseau fonctionne à la demande.** En effet, les volumes des réservoirs ne représentent pas des tampons suffisants et les pompes sont en fonctionnement de façon quasi continue durant toute la nuit ;
- **Les prises d'eau en surface sont une source d'alimentation importante des réseaux :** 16 % pour le réseau du Caire et 61 % pour la station du bas plan de la Motte du Caire ;
- Dans la journée, le fonctionnement des pompes correspond à la compensation des fuites ;
- La prise d'eau de la Médecine alimente en continu le réservoir du même nom. Lorsque le réservoir est plein, l'eau retourne au Grand Vallon par déversement. Nos appareils de mesure étant implantés en amont du déversoir, le retour au milieu n'est pas pris en compte.

Du point de vu de l'utilisation :

- Les réseaux semblent plus sollicités en fin de semaine pour la campagne 1. Pour cette même campagne, les réseaux ne sont pas utilisés le mardi : une des explications possibles est la forte pluviométrie des jours précédents. Pour la campagne août septembre, aucune tendance ne se dégage ;
- On ne note pas de différence **significative** entre les deux campagnes : des écarts existent mais ils ne sont pas tous dans le même sens ;

- **L'irrigation est pratiquée la nuit entre 18h et 8h** car en journée le débit prélevé est nul ou faible.

B.III.3 Mesures sur les réseaux gravitaires

B.III.3.1 Campagne n°0 : détermination des lois H/Q et du débit mécanique

□ Localisation des points de mesure

- *Planche n°6 : Prélèvements irrigation gravitaire*

Les mesures ont été réalisées sur trois canaux gravitaires :

- Le canal de Clamensane
- Le canal de Nibles
- Le canal de Saint Tropez

Ces canaux ont été choisis car ils font parties des 4 plus importants du bassin versant en terme de surface irriguée (respectivement 27 ha, 19 ha et 373 ha).

□ Type de mesures/méthodologie

Les mesures ont été réalisées à l'aide de débitmètres hauteur/vitesse à un pas de temps de 2 min sur une durée de 3 à 5 jours.

Sur chaque canal, deux débitmètres étaient installés :

- Un au niveau de la prise d'eau ;
- Un au niveau de la sortie la plus significative

La méthodologie adoptée consistait en une mesure en continu des débits et des vitesses pendant que la vanne de prise d'eau était manœuvrée. Cela permet d'obtenir :

- Une loi hauteur débit en entrée et en sortie du canal ;
- Le débit mécanique, débit d'entrée pour lequel le débit en sortie est nul ;
- Une évolution des pertes en fonction du débit en entrée.

□ Date de réalisation

Les canaux ont été équipés du 13 au 22 mai.

□ Résultats

Le tableau et les graphiques ci-dessous indiquent les résultats observés. Les courbes hauteurs/débits sont indiquées en annexe.

Les pertes maximales sur le linéaire total représentent environ :

- 60 l/s pour Clamensane ;
- 120 l/s pour Nibles.

Les pertes représentent donc une part importante du débit d'entrée. Les martelières implantées sur le tracé des canaux sont les premières sources de fuite (la grande majorité d'entre elles sont fuyardes). Ces fuites vont alimenter les canaux secondaires et donc irriguer les champs, ce ne sont donc pas des pertes au sens strict.

On observe aussi des changements de section importants (lors des traversés de ruisseau) ce qui induit des débordements localisés lorsque la prise d'eau est ouverte au maximum.

Pour Saint Tropez, certains prélèvements à l'amont on pu perturber les mesures. En effet, les irrigants à l'amont ne font pas partie de l'ASA et n'ont pas été prévenus des mesures et donc de la nécessité de fermer les martelières.

Nom canal	Clamensane	Nibles	Saint Tropez
Débit usité (l/s)	78	100	560
Longueur de mesure (km)	3.2	1.843	6.4
Débit entrant max (l/s)	70	210	900
Débit sortant max (l/s)	10	90	230
Pertes totales sur le linéaire du canal (l/s)	60	120	670
Perte linéique (l/s/km)	11 à 15	5.5 à 11	106 à 113
Débit mécanique (l/s)	< à 38	17	ND

Tableau n°36 : Synthèse de mesures sur les canaux gravitaires

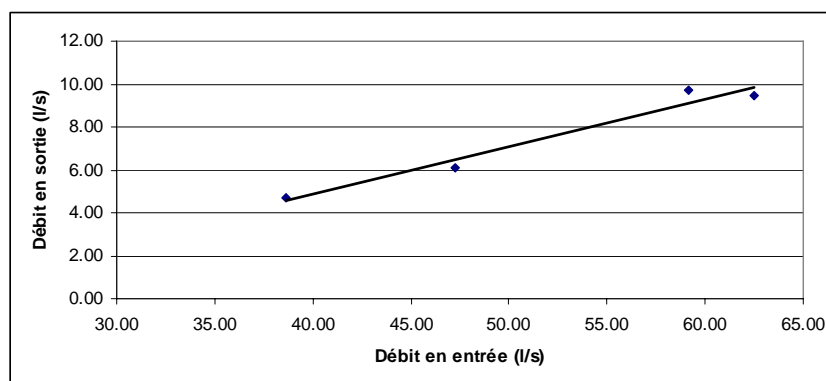


Illustration n°28 : Relation Qentrée/Qsortie pour le canal de Clamensane

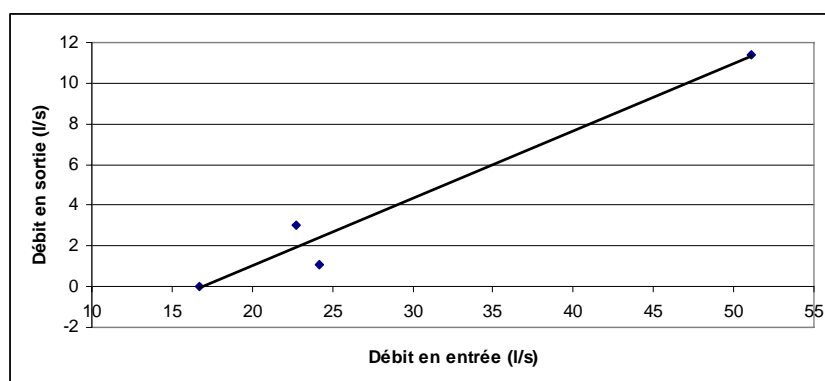


Illustration n°29 : Relation Qentrée/Qsortie pour le canal de Nibles

On remarque que les pertes évoluent linéairement avec le débit d'entrée pour les canaux de Clamensane et de Nibles.

Pour le canal de Saint Tropez, le protocole de mesure n'a pas pu être respecté. En conséquence, seuls deux points de mesure ont été réalisés.

B.III.3.2 Fonctionnement des réseaux en période d'irrigation

Localisation des points de mesure

Identique à la campagne 0

Type de mesures/méthodologie

Les mesures ont été réalisées à l'aide de sonde de pression à chaque entrée et sortie des canaux étudiés.

Les hauteurs d'eau mesurées par les sondes de pression sont ensuite converties en débit à l'aide des relations hauteur débit calculées lors de la campagne 0.

Date de réalisation

Les canaux ont été équipés du 8 au 16 juillet 2008 et du 19 août au 19 septembre 2008.

Résultats

Durant la période de mesure, plusieurs appareils ont indiquées des valeurs nulles : après le 5 septembre sur les canaux de Saint Tropez et de Clamensane, ou sur le canal de Saint Tropez aval lors de la campagne n°1. Ces anomalies sont liées à la fermeture des canaux suite à des orages sur le bassin versant. En effet, plusieurs éguadiers nous ont indiqués que suite aux orages des dépôts importants de fines peuvent se produire dans les canaux. Pour prévenir ces dépôts, les canaux sont fermés jusqu'à ce que le Sasse (ou le Grand Vallon) perde sa turbidité.

Comme cela nous avait été indiqué, il ne semble pas avoir au niveau des prises d'eau, de manipulations régulières de vannes (excepté pour les raisons citées dans le paragraphe précédent). En effet, le débit en tête des canaux est relativement constant dans la semaine et *a fortiori* durant la journée. En sortie des réseaux, les variations de débit sont là aussi de faibles importances ce qui indique une absence de tours d'eau durant la période de mesure.

Le taux de retour au milieu est assez faible (de 5 à 30 % suivant le canaux) alors que comme nous l'avons établi dans le paragraphe B.I.2.4, les besoins à la parcelles sont à priori couverts par 10 à 30 % de prélèvements d'où un taux de retour théorique dans le milieu naturel de 70% à 90% du volume prélevé.

Ce faible taux de retour s'explique de deux façons :

- Par des pertes le long du réseau, ce qui a été quantifié lors de la campagne 0.
- Par des rejets dans le milieu naturel par l'intermédiaire des filioles et non par le canal principal.

Les débits prélevés sont globalement plus faibles que les débits admis l'irrigation est adapté à la pluviométrie important de l'été 2008. Lors de la campagne 2 et 3, (période pluvieuse) les débits prélevés ont été plus faible que lors de la campagne 1(excepté pour le débit de pointe du canal de Clamensane).

Nom du canal		Saint Tropez	Clamensane	Nibles
Débit autorisé/admis (l/s)		560	78	100
Débit prélevé maximum (l/s)	Campagne 1	420	65	85
	Campagne 2 et 3	193	75	60
Débit prélevé moyen (l/s)	Campagne 1	252	60	13
	Campagne 2 et 3	189	41	17
Débit prélevé minimum (l/s)	Campagne 1	235	57	5
	Campagne 2 et 3	188	1	0
Taux de retour (%)	Campagne 1	-	6	29
	Campagne 2 et 3	18	5	9

Tableau n°37 :: Synthèse des mesures sur les réseaux gravitaire

B.III.4 Informations apportées par les mesures sur le fonctionnement des réseaux

Les mesures ont permis de relativiser les prélèvements en regard des consommations et des besoins sur les réseaux gravitaires collectifs et des réseaux sous pression.

B.III.4.1 Fonctionnement des réseaux sous pression du SIVOM

Réseau	Motte du Caire	Le Caire	Faucon du Caire
Volume facturé moyen sur les dix dernières années (m ³ /ha/jour)	30	42	22
Volume prélevé mesuré en 2008 (m ³ /ha/jour)	53	55	24

Tableau n°38 : Comparaison des données sur les volumes.

On constate que sur le réseau de la Motte du Caire et du Caire, les prélèvements ont été supérieurs aux besoins et volumes consommés (facturés) moyen, ce peut montrer deux choses :

- Hypothèse 1 : les irrigants ont consommés en 2008 plus que la normale. Ceci serait étonnant car l'irrigation ne semble pas avoir été adaptée aux conditions climatiques humides durant l'été 2008.
- Hypothèse 2 : Des fuites importantes sur les réseaux obligent à prélever davantage pour satisfaire les mêmes consommations. On note par exemple que la station du Bas plan pompe au minimum 40 l/s (soit 15 m³/ha/jour), même dans une période où les irrigants n'irriguent pas.

Ces constatations tendent à montrer que le rendement de 91% utilisé pour les réseaux sous pression est sur-évalué pour le réseau du Caire et de la Motte du Caire. Aujourd'hui aucun compteur de prélèvement n'est installé sur ces réseaux, ce qui rend impossible une quantification précise du rendement.

A contrario, sur le réseau de Faucon du Caire, les volumes prélevés ont été plus faibles que les besoins.

B.III.4.2 Estimation des retours d'eau dans les canaux gravitaires

Comme indiqué précédemment une faible partie (24%) des prélèvements réalisés par les canaux d'irrigation sont utiles aux cultures irriguées.

Le débit restant est soit :

- Infiltré dans la nappe ;
- Retourne directement dans le cours d'eau. Sur le canal principal, les mesures effectuées montre que 12 % environ du débit prélevé retourne au cours d'eau.

Il a été nécessaire d'affiner les résultats tirées des ces mesures par une analyse bibliographique.

Analyse des données bibliographiques

Les données bibliographiques sont issues de deux études :

- Etudes des flux de 23 réseaux d'irrigation gravitaire des alpes de Hautes Provence, réalisé par la FDSIC en novembre 2001
- Etude de connaissance des flux d'un réseau d'irrigation gravitaire réalisée par Union des A.S.A de la Bléone à l'Asse, février 2003

Les deux études s'appuient sur la même méthodologie et les mêmes définitions, c'est pourquoi elles sont décrites ensemble. Dans ces deux études les volumes prélevés sont décomposé en trois postes en fonction de leur devenir :

- Les volumes consommés (Vc) par les plantes. Ces volumes sont estimés à partir des surfaces irrigués et des besoins par type de culture (besoin défini par la chambre d'agriculture à partir de bilan hydrique)
- Les volumes restitués (Vr) à la rivière. Les différents points de rejet des canaux ont fait l'objet de mesure ponctuelles (étude FDSIC) ou continues (étude des ASA) pour quantifier ce volume ;
- Les volumes réalimentant la nappe (Vn). Ces volumes sont calculés comme la différence entre les volumes prélevés et la somme du volume consommé par les plantes et les volumes restitués à la rivière. Ces volumes ne sont pas estimés ou mesurés directement.

Pour la première étude, 3 canaux ont fait l'objet de 3 mesures ponctuelles. Les résultats sont présentés ci-dessous

Nom canal	Cours d'eau	Date mesure	Consommation par les plantes (%)	Rejet à la rivière (%)	Infiltration dans la Nappe (%)
Plaine de l'Escale	Bléone	15/06/01	7	56	37
		26/07/01	13	44	43
		17/08/01	6	26	68
		Moyenne	7	40	53
Du Bourg	Bléone	15/06/01	1	80	19
		26/07/01	28	66	6
		17/08/01	20	47	33
		Moyenne	17	61	22
Braux	Coulomp	20/06/01	0	92	8
		18/07/01	15	58	27
		21/08/01	8	51	41
		Moyenne	9	57	34

Tableau n°39 : Synthèse des résultats de l'étude de la FDSIC

Pour la seconde étude, trois canaux ont fait l'objet de mesures journalières en continu sur toute la période d'irrigation, les bilans sont indiqués dans le tableau ci-dessous

Nom canal	Cours d'eau	Date mesure	Consommation par les plantes (%)	Rejet à la rivière (%)	Infiltration dans la Nappe (%)
Moulins des Mees	Canal EDF	période d'irrigation	Données non détaillées	74	Données non détaillées
Thor et moulin de Dabisse	canal EDF			70	
Canal d'Oraison	Canal EDF			85	
Total			8	75	17

Tableau n°40 : Données de l'étude des ASA

On constate en regardant les résultats la très grande variabilité des données. Cette variabilité s'exprime d'un canal à l'autre, mais aussi sur un même canal. En effet, sur le canal de la Plaine de l'Escal, le volume retournant à la rivière varie entre 26 et 56%. Globalement sur les données de la FDSIC le débit de rejet est de l'ordre de 50 %.

□ Retour sur les mesures réalisées dans le cadre de l'étude

Dans le cadre de l'étude sur le bassin versant du Sasse, des mesures ont été réalisées. Ces mesures consistaient en une mesure du débit respectivement au niveau de la prise d'eau et à l'exutoire du canal principal de 3 canaux. Ces mesures réalisées en continu sur une durée d'une semaine environ ont été effectuées sur trois périodes d'irrigation distinctes : avant l'irrigation, en pleine saison d'irrigation et en fin d'irrigation.

Nom canal	date mesure	Retour à la rivière par le canal principale (%)
Clamensane	Mai	9
	juillet	6
	Août	7
Nibles	Mai	48
	juillet	29
	Août	9
Saint Tropez	Mai	5
	Aout	18
Moyenne		16

Tableau n°41 : résultat des mesures

Les résultats montrent clairement que le canal principal ne rejette qu'une faible partie du volume prélevé.

□ **Synthèse et établissement d'un fonctionnement type**

L'ensemble des données disponibles, montre que le fonctionnement des canaux évolue nettement durant la période d'irrigation.

Les grandes lignes suivantes peuvent être tirées de la synthèse des différentes données :

- Le volume nécessaire pour l'irrigation est de l'ordre de 10 à 15 % du volume prélevé
- Les canaux ont plusieurs point de rejet (en moyenne 3), en conséquence seul 30% du volume retournant à la rivière passe par le canal principal.
- Le volume retournant à la rivière à une tendance nette à diminuer durant la pointe de la période d'irrigation
- Le volume retournant à la rivière est de l'ordre de 50 % en phase d'exploitation des canaux (hors phase de mise en route et fin d'irrigation).

Ces conclusions sont à adapter si le canal fait l'objet d'un suivi des débits transités ou s'il présente des caractéristiques particulières (canal bétonné, multiple prise d'eau).

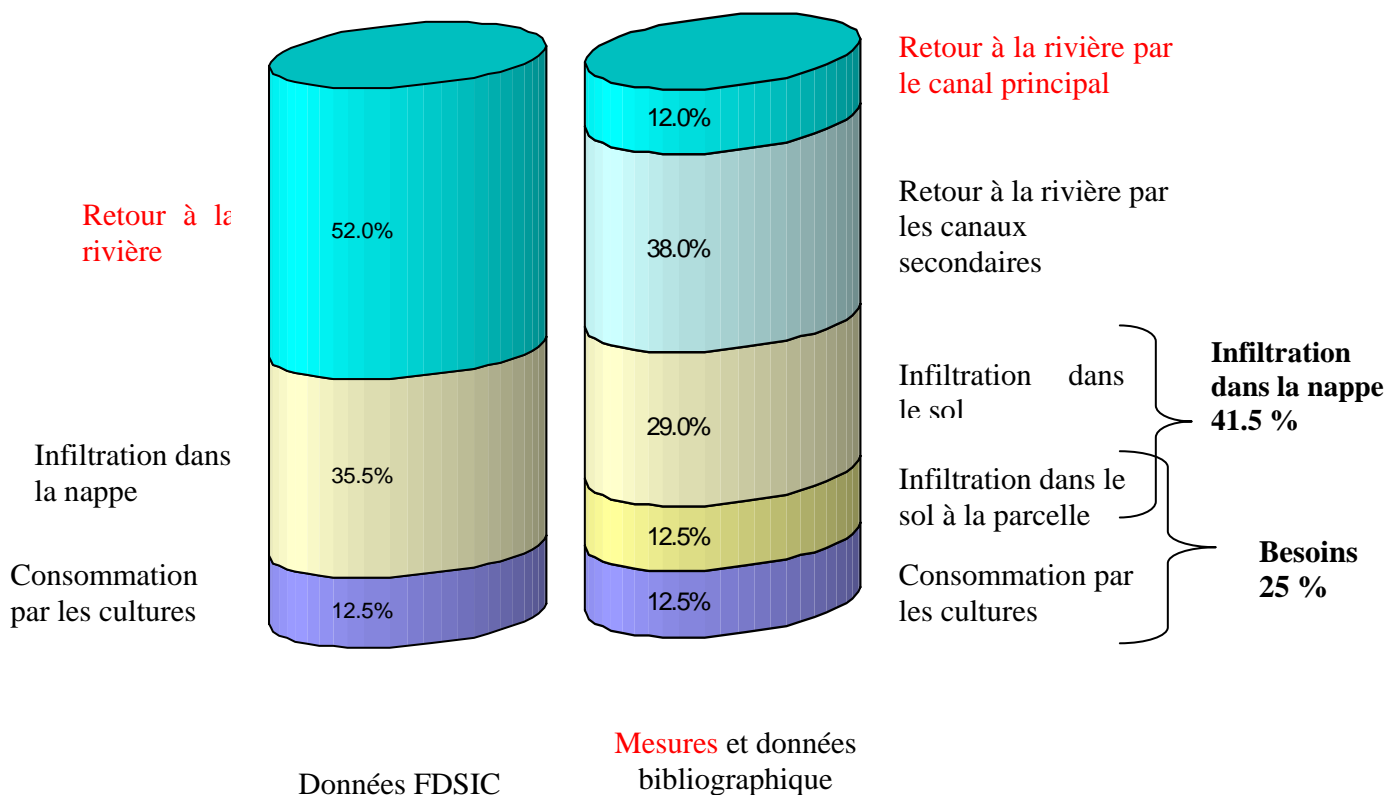


Illustration n°30 : Devenir des volumes prélevés dans les canaux gravitaires

B.IV ETUDE DU MILIEU NATUREL AQUATIQUE

B.IV.1 QUALITE GENERALE DU MILIEU AQUATIQUE

B.IV.1.1 Qualité des eaux de surface

Un suivi de la qualité du Sasse a été réalisé en 2004 dans le cadre de l'étude pilotée par le Conseil Général des Alpes de Haute Provence sur les cours d'eau du département.

Un état de référence de la rivière a été établi sur la base d'un programme d'analyses. Deux campagnes de mesures physicochimiques (les 28 juin et 12 octobre 2004), ainsi qu'une campagne d'analyse hydrobiologique ont été réalisées sur les 6 stations d'étude.

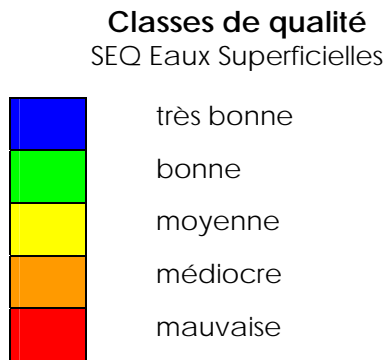
Les stations :

- Sasse 1 : amont de Bayons, gué
- Sasse 2 : aval de la cluse de Bayons, stèle
- Sasse 3 : aval de Clamensane, pont de Valavoire
- Sasse 4 : pont de Chateaufort
- Sasse 5 : pont de Valernes
- Sasse 6 : amont de la confluence avec la Durance

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant.

Station	1	2	3	4	5	6
Matières organiques et oxydables						
Matières azotées						
Nitrates						
Matières phosphorées						
Particules en suspension						
Température						
Minéralisation						
Acidification						
Microorganismes						
Biologie IBGN	15	15	15	13	13	14

Tableau n°42 : résultat du suivi qualité du CG04



La qualité du Sasse est globalement bonne.

La minéralisation des eaux est très élevée, en particulier au niveau de Valernes. Elle est liée aux composantes géologiques du bassin versant (présence d'affleurements de gypse).

Le cours d'eau fait l'objet d'une contamination bactériologique en aval de Clamensane.

Le Sasse ne présente aucun signe d'eutrophisation.

En conclusion, la qualité biologique est globalement bonne, et relativement constante sur l'ensemble du parcours. Elle est toutefois limitée par le colmatage du substrat qui entraîne de faibles diversités taxonomiques.

B.IV.1.2 Les peuplements piscicoles

□ *Habitats aquatiques*

-Premiers éléments d'expertise de l'Etude de la ressource en eau sur le bassin versant du Sasse" (Novembre 2008)-

Sur les bases des principales exigences de la majorité des poissons, l'habitat aquatique du Sasse, cours d'eau à lit actif rapidement évolutif présentant un ou plusieurs chenaux au sein d'un lit d'alluvions roulées, se caractérise par :

- Une relative homogénéité de la granulométrie des fonds du lit vif, les principaux éléments de diversification étant provoqués par les variations de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement des profils transversaux et du profil longitudinal ;
- La faible participation des berges et de la ripisylve (qui est inexistante ou perchée) à la mosaïque d'habitats ;
- L'absence d'herbiers d'eau vive ou de bordure ;
- Une situation contraignante pour la Truite (pour des raisons de granulométrie faible des fonds en particulier), qui ne peut trouver de meilleures conditions au niveau de la majorité de ses affluents suite à leur déconnexion par des seuils infranchissables ;
- Le faible rôle joué par ce lit comme zone refuge lors des grandes crues.

Le Grand Vallon, sauf dans sa partie terminale, présente un lit actif figé dont les caractéristiques de gabarit et de sinuosité ne sont globalement plus naturelles.

Les quatre kilomètres de parcours aval sont à sec une partie de l'année, de la Motte-du-Caire à la confluence avec le Sasse, ce qui limite l'intérêt biologique de ce linéaire.

□ *Les espèces présentes*

Le Sasse est un cours d'eau de première catégorie piscicole.

Pour l'ensemble du cours de la rivière, l'espèce repère donnée dans le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles est la truite Commune.

Des pêches électriques d'inventaire piscicole ont été réalisées sur le Sasse.

Les données piscicoles, fournies par la Fédération Départementale de Pêche des Alpes de Haute Provence et l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, sont synthétisées dans le tableau suivant.

Date	Station	Espèces	Densité	
			Totale	Truite commune
02.09.1998	La Combe à Bayons (alt.970m)	TRF	2418 ind/ha	2418 TRF/ha
24.05.2005	Les Roches à Bayons (alt.884m)	TRF	113 ind/ha	113 TRF/ha
02.09.1998	La carrière à Bayons, aval de Forest Lacour (alt.780m)	TRF, CHA	4682 ind/ha	2796 TRF/ha
02.09.1998	Pont de Chateaufort à Chateaufort (alt.580m)	BAF, BAM, BLN, CHA, CHE, TRF	5999 ind/ha	167 TRF/ha
17.07.2007		BAF, BAM, BLN, CHA, CHE, TRF	1615 ind/ha	191 TRF/ha
02.09.1998	Aval du pont de Valernes, "sous le mur" (alt.510m)	BAF, BAM, BLN, CHE, GOU, PES, TOX, TRF	8776 ind/ha	51 TRF/ha

BAF : Barbeau fluviatile	BAM : Barbeau méridional	BLN : Blageon
CHA : Chabot	CHE : Chevesne	GOU : Goujon
PES : Perche soleil	TOX : Toxostome	TRF : Truite Commune

Tableau n°43 : données piscicoles

Le peuplement piscicole du Sasse présente une évolution marquée d'amont en aval, qui souligne le changement progressif des caractéristiques du milieu.

Sur le bassin amont, le peuplement est à dominante salmonicole. Puis, à partir de la confluence avec le Grand Vallon, la truite fait progressivement place aux cyprinidés d'eau vive.

Le Grand Vallon héberge une petite population de Truites communes.

❑ *Les obstacles à la continuité piscicole*

La notion de libre circulation est importante pour le développement des populations piscicoles, notamment pour la truite commune, espèce migratrice qui se déplace pour rejoindre ses zones d'abris, de nourrissage et de reproduction.

Sur le Sasse, la libre circulation du poisson est interrompue par plusieurs obstacles infranchissables ou difficilement franchissables qui isolent son cours de la Durance et le compartimentent.

De même, les connexions avec les affluents sont souvent impossibles du fait de la présence d'obstacles.

Deux prises agricoles sur le Sasse constituent des obstacles à la continuité piscicole.

- Le seuil du canal de Clamensane, d'une hauteur de l'ordre de 1,5 m, est infranchissable.
- Le seuil de la prise d'eau du canal de Saint Tropez reste infranchissable en période de basses eaux, et la circulation piscicole n'est pas assurée en continu en été.

B.IV.1.3 Les adoux (cf planche 13)

Une des particularités du Sasse est la présence d'adoux, qui s'observent tout au long de son parcours.

Un adou est un petit affluent situé en lit majeur, alimenté par des résurgences de la nappe phréatique ou des sources de pied de versant.

Les adoux sont caractérisés par un débit relativement constant et des eaux de bonne qualité.

Ils présentent un intérêt biologique certain en apportant une diversité dans les habitats aquatiques, en constituant des zones de reproduction privilégiées pour le poisson, et des zones refuge en période de crue.

De plus, dans un contexte de prélèvements agricoles importants sur le bassin moyen du Sasse, qui accentuent fortement les situations d'étiage du cours d'eau, les débits apportés par les adoux présentent un intérêt tout particulier pour le milieu aquatique.

B.IV.1.4 Projet SDAGE et DCE

Dans le contexte de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux se donne de nouveaux objectifs.

En vue de l'atteinte du bon état de l'ensemble des eaux superficielles et souterraines, les SDAGE fixent les objectifs à atteindre pour les différentes masses d'eau.

Les principaux problèmes identifiés sur la masse d'eau "Sasse" (FRDR290) sont :

- les prélèvements, la modification du régime hydrologique et le transfert d'eau vers un autre bassin versant (cadre de la présente étude),
- la présence d'ouvrages transversaux qui bloquent la continuité biologique.

L'objectif de la masse d'eau "Sasse" est l'atteinte du bon état en 2015.

De plus, Le S.D.A.G.E. a été approuvé le 16 Octobre 2009. Dans ce cadre, le bassin-versant du Sasse est désigné comme projet de Zone de Répartition des Eaux, dont l'objectif est de résorber le déséquilibre entre besoins et ressource 8 années sur 10. Cette classification a été effectuée à l'analyse des années de sécheresse 2003 - 2007.

B.IV.2 ANALYSE MICROHABITATS

B.IV.2.1 Objectifs de l'analyse

L'objectif de l'étude et de compléter le bilan prélèvements/ressources par la détermination des débits minima biologiques (DMB) du Sasse, le DMB étant défini comme "le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces (poissons et autres)".

La connaissance des DMB participe à l'établissement d'une gestion quantitative de la ressource en eau du Sasse.

B.IV.2.2 La méthode

L'étude de la sensibilité de l'habitat piscicole d'un cours d'eau à une modification de la valeur du débit est généralement réalisée en utilisant la méthode dite des "microhabitats".

L'objectif de la méthode consiste à évaluer, en fonction du débit, la qualité et la quantité d'habitat physique disponible pour une station ou un tronçon de rivière donné et pour un stade de développement donné d'une espèce de poisson (alevin, juvénile et adulte).

Au final, la méthode appliquée aboutit à des surfaces d'habitat favorables à telle ou telle espèce (Surface Pondérée utile en m², ou Valeur d'Habitat en %), surface qui évolue en fonction du débit.

Le protocole utilisé pour l'étude "microhabitats" sur le Sasse est le protocole ESTIMHAB, mis au point récemment par le CEMAGREF.

C'est une modélisation, à partir de paramètres d'entrée simples (profondeurs et largeurs moyennes de la station à 2 débits, diamètre moyen de la granulométrie sur la station et débit médian du cours d'eau), de l'évolution de la courbe Surface Pondérée Utile (SPU) avec le débit.

B.IV.2.3 Programme d'étude et contexte

□ Les stations d'étude

Huit stations d'analyse microhabitats ont été réparties sur le bassin versant du Sasse.

La démarche de positionnement des stations ESTIMHAB a été la suivante :

- Stations placées en aval des prises d'eau des canaux, avec pour finalité la détermination du débit réservé pour ces principaux prélèvements ;
- Stations représentatives des tronçons court-circuités par les canaux ;
- Stations complémentaires sur les points nodaux de référence (points 6 et 7) définis précédemment ;
- Prise en compte des points nodaux où des problèmes de déficit quantitatifs ont été mis en évidence (BV 4, 5, 6, 7, 9).

Station	Situation	Justification
A	Amont immédiat du pont de Forest Lacour	Point de référence du parcours amont du Sasse
B	= point 3 Aval du village de Clamensane	Estimation du débit minimum biologique pour les prises d'eau des canaux de Clamensane et du Bas Plan
C	= point 5 Aval de la confluence avec le Grand Vallon, 50 m en aval de la prise d'eau du canal de Nibles	Estimation du débit minimum biologique en aval de la prise d'eau du canal de Nibles
D	= point 6 aval immédiat du pont de Châteaufort	Point de référence en amont des prélèvements importants des canaux de St Tropez et Valernes
E	200 à 300 m en aval de la prise d'eau du canal de Valernes (300 à 400 m en aval de la dérivation)	Estimation du débit minimum biologique en aval des prises d'eau des canaux de St Tropez et Valernes
F	= point 7 aval immédiat du pont de Valernes	Point de référence sur cette station de suivi hydrologique
G	= point 9 Exutoire du bassin versant, 400 m en amont de la confluence avec la Durance	Point de référence du Sasse à la confluence Estimation du débit minimum biologique en aval de la prise d'eau du canal de la Laune
H	= point 4 Grand Vallon à la Motte du Caire	Point de référence du Grand Vallon Estimation du débit minimum biologique en aval des prélèvements du SIVOM

Tableau n°44 : présentations des stations ESTIMHAB

□ **Contexte hydrologique**

Les débits caractéristiques des stations étudiées sont reportés dans le tableau suivant.

Station	Localisation	Bassin versant (km ²)	Module (l/s)	M/10 (l/s)	QMNA5 (l/s)
A	Forest Lacour à Bayons	65,56	855	85,5	279
B	Clamensane	159	1987	198,7	655
C	Aval confluence avec le Grand Vallon	248	2882	288,2	951
D	Pont de Chateaufort	259,5	3007	300,7	939
E	Aval prises St-Tropez-Valernes	277,84	3268	326,8	1100
F	Pont de Valernes	287	3398	339,8	1180
G	Exutoire BV	334	3886	388,6	1240
H	Grand Vallon à la Motte du Caire	52	603	60,3	194

Tableau n°45 : Module et Qmna5 au stations ESTIMHAB

Il ressort de ce tableau que les débits d'étiage naturels sont soutenus sur le Sasse et le Grand Vallon.

Mesures et conditions de débit

Les mesures d'habitat ont eu lieu au cours de la période estivale 2009.

Les débits jaugés lors des mesures ESTIMHAB sont présentés dans le tableau ci-après, en regard des valeurs de débit caractéristiques d'étiage.

Station	Localisation	QMNA5 (l/s)	Débits jaugés	
			20-21-22 juillet	25-26-27 août
A	Forest Lacour à Bayons	279	289	140
B	Clamensane	655	579	300
C	Aval confluence avec le Grand Vallon	951	464	237
D	Pont de Chateaufort	939	577	690
E	Aval prises St-Tropez-Valernes	1100	134	12
F	Pont de Valernes	1180	577	1020
G	Exutoire BV	1240	511	1033
H	Grand Vallon à la Motte du Caire	194	26	10

Tableau n°46 : Débits jaugés au stations ESTIMHAB

En juillet, les débits jaugés sont proches du QMNA5 estimé sur les stations amont, non où peu influencées par les prélèvements agricoles.

Les débits contrastés de la campagne d'août sont dus à un orage survenu entre les deux journées de mesures.

B.IV.2.4 Résultats et interprétation

□ Expression des résultats

Les résultats de la simulation de la capacité d'accueil sont donnés pour chacune des stations étudiées. Ils sont présentés sous la forme de courbes d'évolution de la Surface Pondérée Utile en fonction du débit.

Les résultats sont donnés en annexe K pour chaque station. Les graphes sont présentés dans une gamme de débits large, puis dans une gamme de débits restreinte qui permet d'apprécier avec plus de précision les variations de la Surface Pondérée Utile.

□ Espèce cible

L'espèce cible de l'étude est la Truite commune (*Salmo trutta fario*), en tant qu'espèce représentative du peuplement piscicole du Sasse, et exigeante vis-à-vis des conditions d'habitat physique.

□ Bases d'interprétation et difficultés rencontrées

Surface Pondérée Utile

Le critère de débit qualitatif est le "point d'inflexion de la courbe $SPU = f(Q)$ ". Ce point constitue la valeur seuil s'accroissement rapide du risque, à savoir le débit seuil en deçà duquel toute réduction de débit, même minime, se traduit par une baisse significative de l'habitat disponible pour les truites.

Les courbes "guildes" donnent des estimations de qualité de l'habitat moyennées par groupes d'espèce ayant des préférences d'habitat comparables.

D'une manière générale sur le Sasse et le Grand Vallon, les SPU/100m des poissons, tous stades de croissance confondus, augmentent régulièrement avec le débit. Ceci est cohérent avec l'évolution du lit vif en fonction des débits : de par la morphologie de son lit et dans la gammes des faibles débits, le Sasse va d'abord avoir tendance à gagner en surface mouillée, et donc en surface disponible pour le poisson.

Sur l'ensemble des courbes étudiées, c'est toujours le stade « adulte » de la truite qui présente les plus faibles SPU. Ces valeurs basses indiquent un habitat très peu accueillant pour ce stade. De ce fait, c'est le stade juvénile de la truite qui a été considéré dans l'analyse.

Il s'avère que la détermination de la valeur seuil de débit est ici délicate compte tenu de la configuration des courbes de SPU/100m qui progressent de manière assez linéaire avec le débit. Elle est d'autant plus délicate pour les stations amont A et B qui présentent des cours proches de la linéarité.

Sur la station D, l'évolution spécifique du chenal d'écoulement entre les deux campagnes de mesures aboutit à des courbes aberrantes et inexploitable.

Cette station ne peut être analysée.

Hauteur d'eau

La méthode ESTIMHAB ne permet pas une analyse et une cartographie fine de la qualité de l'habitat du secteur étudié. Elle donne une simple approche de l'évolution de la hauteur moyenne d'eau en fonction des débits, qui peut être complétée avec l'examen des mesures de terrain.

Les mesures montrent que les hauteurs évoluent peu avec le débit ce qui est cohérent avec l'augmentation régulière de la surface mouillée.

Une hauteur moyenne de 20 cm est souvent retenue comme une valeur de "libre circulation" pour le poisson. Elle n'est atteinte sur le Sasse que pour des débits élevés, de 2,5 à 2,8 m³/s sur le bassin moyen (stations C à F).

Il faut souligner qu'il s'agit de hauteurs moyennes, c'est à dire que les hauteurs d'eau oscillent autour de cette moyenne.

Au vu des mesures sur le terrain, pour les faibles débits, il apparaît que sur la largeur du cours d'eau, les capacités de circulation sont existantes sur la plupart des stations. Par contre, la hauteur d'eau devient pénalisante sur les stations amont A et B.

Compte tenu de la faible variation des hauteurs d'eau en fonction du débit, les conditions de circulation piscicole peuvent devenir juste convenables pour des débits faibles, sur l'ensemble du cours du Sasse.

□ Détermination des débits minima biologiques

L'analyse des courbes "simulations-populations" et "simulations-guildes", ainsi que l'examen des hauteurs d'eau amènent à proposer les débits minima biologiques suivants.

Stations ESTIMHAB		Surface BV (km ²)	Module (l/s)	DMB (l/s)
A	Forest Lacour à Bayons	65,56	855	110
B	Clamensane	159	1987	200
C	Aval confluence avec le Grand Vallon	248	2882	250
D	Pont de Chateaufort	259,5	3007	(250)
E	Aval prises St-Tropez-Valernes	277,84	3268	250
F	Pont de Valernes	287	3398	250

G	Exutoire BV	334	3886	300
H	Grand Vallon à la Motte du Caire	52	603	40

Tableau n°47 : Débit biologiques minimum

□ *Analyse des stations*

Sur les stations amont A et B, la hauteur d'eau n'est plus convenable pour des débits inférieurs au dixième du module et a été le paramètre déterminant pour l'estimation du débit minimum biologique.

Pour la station D qui ne peut être analysée, la valeur de débit minimum biologique est basée sur les valeurs des stations C et E qui l'encadrent.

L'estimation du DMB sur le bassin moyen du Sasse, donne des valeurs identiques de la confluence du Grand Vallon jusqu'à l'aval du pont de Valernes (stations C à F). Ceci peut s'expliquer par les caractéristiques physiques comparables du lit de la rivière sur l'ensemble de ce tronçon.

En ce qui concerne la station E, située en aval des prises d'eau importantes des canaux de Saint-Tropez et de Valernes (dérivation maximale autorisée cumulée de 660 l/s) et dans un secteur d'infiltration des écoulements superficiels, un DMB de 250 l/s ne doit être en situation actuelle que très rarement observé dans la rivière en période estivale d'irrigation. Néanmoins le débit réservé actuel en aval des deux prises est de 200 l/s.

□ *DMB et qualité des eaux*

En situation actuelle, des valeurs de débit proches des DMB ne semblent pas engendrer des problèmes de qualité des eaux. Les résultats de la campagne automnale de suivi du Sasse (2004 - pour le Conseil Général des Alpes de Haute Provence), effectuée dans des gammes de débits proches des DMB proposés, n'ont pas montré de dégradation significative de la qualité des eaux.

Par contre, une situation prolongée de débit faible et de ralentissement des vitesses d'écoulement induira un réchauffement des eaux. Une température élevée de l'eau (et la diminution induite des teneurs en oxygène dissous) pourra alors devenir un facteur limitant pour la truite.

□ *DMB et usages de l'eau*

Dans le contexte du SDAGE et des objectifs de quantité à déterminer, il faut considérer le DMB comme étant le débit de crise renforcée, DCR, valeur de débit en dessous de laquelle sont mises en péril la survie des espèces présentes dans le milieu.

C. PHASE 2 : DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE

C.I MODALITE D'ETABLISSEMENT DU BILAN BESOINS/RESSOURCES

C.I.1 Objectif du bilan besoins/ressources

Le bassin versant du Sasse est confronté à un problème de ressource en eau mis en évidence par des valeurs de débits très faibles au pont de Valernes et des zones d'assecs ponctuels ces dernières années..

L'objectif de la phase 2 est :

- d'une part de quantifier ces problèmes en les caractérisant sur les plans de leur localisation, de leur fréquence, de leurs durée et de leurs débits ;
- d'autre part de rechercher l'origine de ces problèmes entre les facteurs liés à la pluviométrie et ceux liés aux différents prélèvements.

A cette fin, nous rappelons qu'il a été procédé à une modélisation pluie-débit de l'ensemble du bassin versant du Sasse sur la période 1982-2007 soit 25 ans : cette modélisation fournit sur cette chronique le débit moyen journalier du cours d'eau en différents points du bassin versant.

La méthodologie consiste à réaliser chaque jour de cette chronique de 25 ans et en différents points du cours d'eau, un bilan hydrologique en retranchant à la somme des apports du jour (débit naturel, rejet STEP, refus d'irrigation) la somme des prélèvements du jour (AEP, irrigation).

Il est alors possible :

- **De déterminer les dates d'apparition** des périodes d'étiage sévère ;
- **De définir les durées des crises** à la précision de 1 jour. Cette précision est intéressante car l'absence d'eau devient problématique pour l'irrigation seulement à partir de quelques jours, alors que l'impact sur la vie aquatique est plus immédiat ;
- **De réaliser des analyses statistiques permettant d'apprécier la fréquence des crises.** En effet, si une crise survient par exemple, 2 années sur les 25 années simulées, la probabilité de retrouver la crise chaque année est de 8 %.

On note que l'analyse a été réalisée avec les prélèvements **en l'état actuel** : ces derniers ont été confrontés avec les débits naturels reconstitués sur les 25 dernières années.

C.I.2 Découpage en sous bassins versants

➤ *Planche n°9 : Découpage en sous bassin versants et points nodaux*

Dans le but de sectoriser le bilan besoins/ressources, le bassin versant du Sasse a été découpé **en 9 sous-bassins versants** : les bilans présentés ci-après sont établis aux exutoires de ces sous bassins versants. Ce découpage est basé sur une analyse de la localisation des principaux secteurs de prélèvements.

Les exutoires des sous bassins versants sont les suivants :

- Gué de bayons, sous bassin versant 1
- Stèle de Clamensane, sous bassin versant 2
- Aval Clamensane, sous bassin versant 3
- Grand Vallon à la Motte du Caire, sous bassin versant 4
- Confluence Sasse - Grand Vallon, sous bassin versant 5
- Pont de Chateaufort, sous bassin versant 6
- Pont de Valernes, sous bassin versant 7
- Exutoire Syriez, sous bassin versant 8
- Confluence Durance – Sasse, sous bassin versant 9

Les prélèvements et les apports (éventuels) pour chaque sous bassin versant sont synthétisés dans le tableau n°47. Le sous BV1 présente la particularité de n'être le siège d'aucun prélèvement.

Sous BV	Nom	nature du prélèvement	nature de l'apport
1			
2	Sources Bayons	AEP	
	Adoux de Reynier (50 % Clamensane)	AEP	
	Esparron La Batie	Canal collectif	
	Landronne et Mardaric	Canal collectif	
	-	Irrigant individuel 1 et 2	
	Bayons		Rejet STEP
	ASA d'Esparron La Batie		Canal collectif
	Landronne et Mardaric		Canal collectif
	-		Rejets irrigant individuel 1 et 2
3	Combe d'Ambresc (50 % Clamensane)	AEP	
	ASA de Clamensane	Canal collectif	
4	Sources de Faucon du Caire	AEP	
	Sources du Caire	AEP	
	Sources de la Motte du Caire	AEP	
	-	Irrigant individuel 3 et 4	
	ASA du Caire	Prélèvement SIVOM	
	ASA de Faucon du Caire	Prélèvement SIVOM	
	ASA du Caire		Rejet SIVOM
	ASA de Faucon du Caire		Rejet SIVOM
5	Sources de Valavoire	AEP	
	-	Irrigant individuel 5 et 6	
	ASA de La Motte du Caire	Prélèvement SIVOM	
	La Motte du Caire		Rejet STEP
	ASA de Clamensane		Canal collectif
	-		Rejets irrigant individuel 3 et 4
	ASA de La Motte du Caire		Rejet SIVOM
6	ASA du Nibles-Calabris	Canal collectif	
	Nibles-Chateaufort		Rejet STEP
	ASA de Nibles-Calabris		Canal collectif
	-		Rejets irrigant individuel 5 et 6
7	Piquage réseau Pignol (33% Valernes)	AEP	
	Source de Nibles-Chateaufort	AEP	
	ASA de Valernes	Canal collectif	
	ASA de Saint-Tropez	Canal collectif	
8	Sources de Sigoyer	AEP	
	Sources de Vaumeilh	AEP	
	-	Irrigant individuel 7, 8 et 9	
9	Maurel et Touron (66 % Valernes)	AEP	
	Machemin	Canal collectif	
	-	Irrigant individuel 10	
	Vaumeilh		Rejet STEP
	ASA de Valernes		Canal collectif
	-		Rejets irrigant individuel 7, 8, 9 et 10

Tableau n°48 : Prélèvement et rejet par sous bassin versant

C.I.3 Critères d'analyse

. Les débits journaliers issus des calculs précédents sont comparés aux débits de référence suivants :

- **Le débit objectif d'étiage (DOE)** : valeur de débit pour laquelle la coexistence « paisible » des usages de l'eau entre eux, et avec le milieu aquatique est réputée acquise. Elle doit en conséquence être un objectif à rechercher chaque année pendant l'étiage. Ce débit bénéficie d'une définition uniquement « administrative » : il est fixé égal à 1/10 du module du cours d'eau en état naturel.
- **Le débit de crise d'étiage (DCR)** : valeur de débit en dessous desquels est mise en péril l'alimentation en eau potable et la survie des espèces présentes dans le milieu, qui doit en conséquence être impérativement maintenue par toutes mesures préalables. Ce débit est fixé également administrativement : il est égal à 1/20 du module du cours d'eau en état naturel.
- **Le débit biologique minimum (DMB)** : Débit en deçà duquel la vie biologique du cours d'eau n'est plus assurée. Le DMB est fixé à partir d'une analyse hydrobiologique du milieu.

Nota : Le DMB permet de fournir une définition spécifique de DOE et DCR pour le SASSE. En effet le DCR est défini comme la valeur de débit permettant de satisfaire l'alimentation en eaux potables, le besoin du milieu. Donc le DCR est supérieur au DMB. Le DOE est lui supérieur au DCR car tous les usages de l'eau doivent être satisfait pour ce débit.

Pour chaque débit de référence et sur les 25 années simulées, il est calculé sur chacun des 9 sous bassins versants :

- **Le nombre total de jours par an où le débit en question n'est pas respecté.** Sur la chronique constituée, il est dégagé la médiane, le minimum et le maximum ;
- **Le nombre de jours consécutifs par an où le débit en question n'est pas respecté.** Sur la chronique constituée, il est dégagé le minimum et le maximum ;
- **Les volumes manquants pour maintenir le débit en question.** Sur la chronique constituée, il est dégagé la médiane, le minimum et le maximum. *Ces volumes ne doivent pas être sommés pour obtenir le volume global à l'échelle du bassin versant.*
- **La probabilité de non respect du débit en question.**

En état naturel, **sans prélèvement**, les valeurs réglementaires des DOE (1/10 du module) et DCR (1/20 du module) sont les suivantes :

	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4	BV 5	BV 6	BV 7	BV 8	BV 9
Surface (km ²)	34	130	159	52	248	259,5	287	37	334
Q _{mnas} (l/s)	138	546	655	194	951	939	1 180	115	1 240
Module (l/s)	418	1 670	1 986	603	2 882	3 007	3 361	370	3 885
DOE (l/s)	42	167	199	60	288	301	336	37	389
DCR (l/s)	21	84	99	30	144	150	168	19	194
DMB	nc	110	200	40	250	250	250	nc	300

Tableau n°49 : Débits caractéristiques pour chaque sous bassin

C.II BILAN BESOINS/RESSOURCES

C.II.1 Présentation des scénarios simulés

Il a été analysé 9 scénarios d'usage de l'eau :

- Scénario n°1 : aucun prélèvement
- Scénario n°2 : prélèvements AEP uniquement
- Scénario n°3 : prélèvements pour l'irrigation au débit moyen journalier avec restitution des refus d'irrigation
- Scénario n°4 : prélèvements pour l'irrigation au débit moyen journalier sans restitution des refus d'irrigation
- Scénario n°5 : prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec restitution des refus d'irrigation
- Scénario n°6 : prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans restitution des refus d'irrigation
- Scénario n°7 : prélèvements pour l'irrigation à ETP
- Scénario n°8 : prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec refus partiel
- Scénario n°9 : prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans le Bas Plan avec refus partiel

Les prélèvements AEP et les rejets des STEP sont pris en compte dans les scénarios 3 à 9

Les données et résultats de chaque scénario sont présentés dans une **fiche de synthèse** (cf. annexe h).

C.II.2 Scénario n°1, aucun prélèvement

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°1*

Dans ce scénario, aucun prélèvement n'est pris en compte. Dans ce cas, l'analyse montre que sur les 24 années simulées, le débit est toujours supérieur aux DOE et DCR. Le débit naturel du Sasse semble donc être suffisant pour permettre de respecter les débits de référence. **Les prélèvements sont donc les seuls à l'origine des crises.**

C.II.3 Scénario n°2, prélèvement AEP uniquement

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°2*

□ *Description de la simulation*

Les **débits journaliers prélevés pour l'eau potable** sont estimés à partir d'une répartition homogène sur le mois, des débits mensuels présentés dans l'état des lieux (ex : volume total AEP du mois de juillet

33 000 m³, d'ou débit moyen journalier 12 l/s). Les rejets des STEP ne sont pas pris en compte ce qui revient à maximiser l'incidence réelle des prélèvements AEP. On a conscience que le débit fluctue sur la journée mais il a été uniquement considéré des débits moyens journaliers.

Ce scénario est un scénario théorique dont l'objectif est d'apprécier l'impact des seuls prélèvements pour l'AEP.

❑ *Résultats et analyse*

Dans ce scénario (théorique), **aucun débit n'est inférieur aux seuils de référence.**

Ces résultats confirment que les prélèvements liés à l'eau potable sont donc marginaux par rapport à la ressource disponible.

De plus, **en cas de crise, si tous les prélèvements à l'exception de l'AEP sont interdits** (la situation du Sasse correspondrait alors la scénario n°2), **il est raisonnable de penser que le débit redeviendrait normal** (au dessus des seuils) **rapidement.**

Nota : Le raisonnement établi avec un débit moyen reste vrai avec de débit de pointe qui dans le domaine de l'AEP ne peut excéder 2 à 3 fois le débit moyen journalier

C.II.4 Scénario n°3, prélèvements de l'irrigation au débit moyen journalier avec restitution des refus d'irrigation

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°3*

❑ *Description de la simulation*

Dans ce scénario :

- tous les prélèvements (AEP, irrigation) sont pris en compte sur la base d'un volume moyen journalier. Celui-ci est estimé à partir d'une répartition homogène sur le mois, des débits mensuels prélevés, présentés dans l'état des lieux (ex réseau de la Motte du Caire au mois de juillet 291 000 m³ prélevés d'ou un débit moyen journalier (109 l/s) .
- Les refus d'irrigation (les volumes d'eau non utilisés) sont calculés comme la soustraction entre les prélèvements et les besoins. Ces refus sont restitués intégralement au milieu naturel.
- Les besoins pour l'irrigation sont estimés à partir des données de **la Chambre d'Agriculture des Alpes de Haute Provence.**
- Les rejets des STEP sont estimés à partir d'une répartition homogène des rejets mensuels déterminés dans l'état des lieux

❑ *Résultats*

Dans ce scénario, on observe des **débits inférieurs aux débits de référence à partir du pont de Valernes jusqu'à la confluence avec la Durance** (Sous bassins n° 7 et n° 9).

En ces points, sur les 25 années de simulation plus de 7 années ont été déficitaires avec un nombre de jours moyen de non respect du DOE de 30 jours chaque année (de non-respect) et un maximum de 46 jours consécutifs.

Le DCR est atteint de façon plus limitée en terme de fréquence (seulement deux années en 1991 et 2003) mais sur des périodes relativement longues (56 jours en moyenne sur les deux années de déficit).

□ Analyse

Ce scénario met en évidence que malgré la prise en compte des valeurs moyennes pour les prélèvements et l'hypothèse d'un retour au milieu des refus d'irrigation, le bassin versant est déficitaire au sens de la réglementation.

En d'autres termes, le niveau actuel de l'irrigation est suffisant pour générer des situations de déficit.

Les volumes compensatoires moyens pour garantir un débit dans le Sasse supérieur au DOE est de 516 000 m³.

Sous bassin versant		BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	30	22
	nb jours maximum de non respect	90	84
	nb jours consécutifs max de non respect	46	44
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	516	455
	probabilité de non respect (%)	29	25
DCR	nb jours médian de non respect	56	41
	nb jours maximum de non respect	79	59
	nb jours consécutifs max de non respect	25	23
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	548	408
	probabilité de non respect (%)	8	8
DMB	nb jours médian de non respect	11	50
	nb jours maximum de non respect	83	80
	nb jours consécutifs max de non respect	28	27
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	347	352
	probabilité de non respect (%)	25	13

Tableau n°50 : Résultats du scénario n°3

C.II.5 Scénario n°4, prélèvements pour l'irrigation au débit moyen journalier sans restitution des refus d'irrigation

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°4*

□ Description de la simulation

Dans ce scénario :

- Les deux types de prélèvements (AEP et irrigation) sont calculés comme dans le scénario précédent ;
- les refus d'irrigation ne retournent pas au milieu ;
- Les rejets des STEP sont pris en compte.

Ce scénario est péjorant car dans la réalité les refus d'irrigation retournent partiellement au milieu naturel.

□ Résultats

Sous bassin versant		BV 4	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	3	30	25
	nb jours maximum de non respect	3	109	105
	nb jours consécutif max de non respect	3	101	100
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	0.2	771	801
	probabilité de non respect (%)	4	58	54
DCR	nb jours médian de non respect	0	28	32
	nb jours maximum de non respect	0	94	90
	nb jours consécutif max de non respect	0	46	46
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	0	597	635
	probabilité de non respect (%)	0	33	29
DMB	nb jours médian de non respect	0	22	23
	nb jours maximum de non respect	0	100	97
	nb jours consécutif max de non respect	0	94	93
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	0	605	656
	probabilité de non respect (%)	0	50	46

Tableau n°51 : Résultats du scénario n°4

On observe :

- une augmentation du risque de non respect du DOE et DMB jusqu'à plus de 50% en aval du pont de Valernes (BV 7 et BV 9). Ces crises peuvent durer longtemps 30 jours en moyenne et 109 jours au maximum ;
- Un non respect du DOE sur le Grand Vallon à La Motte du Caire (BV 4). Ce non-respect reste limité. Ceci est dû au fait que les réseaux sous pression ne génèrent pas de refus important : il y a donc peu d'évolution par rapport au scénario n°3 ;
- Une situation critique (par rapport au scénario n°3) concernant le DMB qui est le débit à ne pas dépasser sous peine de grave dommage sur la vie aquatique. En effet, les débits du Sasse sont inférieurs au DMB plus d'une année sur 2 au pont de Valernes (BV7). Facteur aggravant, ces situations peuvent durer jusqu'à 100 jours consécutifs (sur une même année).

□ *Analyse*

A travers les campagnes de mesures réalisées dans la présente étude, il a été montré que les refus d'irrigation des canaux gravitaires collectifs étaient diffus et ne retournaient au Sasse que partiellement. **Ces refus jouent un rôle important dans la fréquence, la durée et l'importance des crises.**

En conséquence, il est important de s'assurer d'un retour effectif au Sasse de ces refus voir de réduire les prélèvements pour limiter les refus.

C.II.6 Scénario n°5, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec restitution des refus

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°5*

□ *Description de la simulation*

Dans ce scénario :

- Les prélèvements des réseaux du SIVOM sont égaux aux débits nominaux des pompes (ex : 240 l/s pour le réseau de la Motte du Caire au lieu de 109 l/s pour le débit moyen journalier, dans le scénario 3) ;
- Pour les canaux gravitaires, les débits prélevés sont les débits autorisés ou usuels présentés dans l'état des lieux ;
- Les prélèvements AEP et les rejets sont considérés sur la base des débits moyens journaliers utilisés précédemment (scénario 2 et 3) ;
- Les refus d'irrigation sont identiques au scénario 3

□ *Résultats*

Le déficit constaté en aval du pont de Valernes dans les scénarios précédents, s'étend maintenant sur la partie centrale du bassin versant. Si les risques de non-respect restent limités sur les BV 4, 5 et 6, ils sont généralisés et fréquents (plus d'une année sur deux) sur les BV7 et BV 9.

On note que les volumes manquants médians sont plus faibles que dans les scénarios précédents. Ceci est dû à un artifice de calcul de l'estimation de la médiane sur un nombre de dépassement plus important.

Sous bassin versant		BV4	BV 5	BV 6	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	37	17	16	19	23
	nb jours max de non respect	56	17	16	113	103
	nb jours consécutif max de non respect	27	16	16	101	51
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	61	46	46	751	692
	probabilité de non respect (%)	13	4	4	63	46
DCR	nb jours médian de non respect	16	0	0	19	23
	nb jours max de non respect	22	0	0	97	84
	nb jours consécutif max de non respect	20	0	0	47	28
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	13	0	0	466	493
	probabilité de non respect (%)	8	0	0	42	25
DMB	nb jours médian de non respect	24	7	2	24	15
	nb jours max de non respect	31	7	2	107	96
	nb jours consécutif max de non respect	21	7	2	51	46
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	29	6	6	595	568
	probabilité de non respect (%)	8	4	4	50	38

Tableau n°52 : Résultats du scénario n°5

□ Analyse

L'analyse montre que les **modalités de prélèvement des réseaux sous pression ont un impact important sur les risques de dépassement.**

C.II.7 Scénario n°6, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans restitution des refus

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°6*

□ Description de la simulation

Pour les prélèvements, ce scénario est similaire au scénario n°5. Par contre, les refus d'irrigation ne retournent pas au milieu.

Ce scénario est péjorant car les refus d'irrigation retournent toujours en partie au milieu naturel. Il montre néanmoins, l'impact maximal que peuvent avoir les prélèvements.

□ Résultats

Par rapport au scénario 5, la distribution spatiale des déficits n'est pas modifiée, par contre la fréquence des crises est augmentée avec plus 79 % de risque de crise (par rapport au DOE) chaque année au pont de Valernes. Pour le DCR, le risque de dépassement est de 63 %, soit plus d'une année sur deux avec plus de 101 jours consécutifs de dépassement (pour une saison d'irrigation de 122 jours environ).

Sous bassin versant		BV4	BV 5	BV 6	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	53	21	40	36	34
	nb jours max de non respect	79	35	54	120	117
	nb jours consécutif max de non respect	29	22	23	115	115
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	105	111	344	1 138	1 177
	probabilité de non respect (%)	13	8	8	79	71
DCR	nb jours médian de non respect	30	0	18	22	28
	nb jours max de non respect	37	0	18	113	110
	nb jours consécutif max de non respect	22	0	17	101	101
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	31	0	62	757	819
	probabilité de non respect (%)	8	0	4	63	50
DMB	nb jours médian de non respect	42	28	30	32	31
	nb jours max de non respect	52	28	41	116	115
	nb jours consécutif max de non respect	26	20	20	114	111
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	61	112	112	935	987
	probabilité de non respect (%)	8	4	4	71	63

Tableau n°53 : Résultats du scénario n°6

□ Analyse

Ce scénario montre l'impact des refus d'irrigation. En terme de volume manquant, l'absence de refus d'irrigation se caractérise par un volume de 1.1.millions de m³ supérieur de 0.5 millions m³ à celui du scénario 5. Cet écart montre toute l'importance d'une gestion des refus.

C.II.8 Scénario n°7, prélèvements moyens à ETP

➤ Annexe h : Fiche de synthèse n°7

□ Description de la simulation

Les prélèvements pour l'irrigation sont calculés suivant les besoins à ETP. Avec ce mode de calcul, les besoins pour l'irrigation varient quotidiennement en fonction de la pluviométrie, du vent, de la température. **Les besoins déterminés par cette méthode sont donc des besoins optimaux et minimum.**

Les prélèvements AEP et les rejets des STEP sont pris en compte comme dans le scénario 3.

Ce scénario est donc similaire au scénario n°3 à l'exception du fait que les besoins ne sont plus des valeurs moyennes identiques chaque année, mais varient en fonction des conditions climatiques.

On note que dans ce scénario, il n'y a pas de refus car les prélèvements sont égaux aux besoins.

□ Résultats

Sous bassin versant		BV4	BV 6	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	11	2	43	40
	nb jours max de non respect	11	2	59	52
	nb jours consécutif max de non respect	4	2	19	11
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	4	2	301	237
	probabilité de non respect (%)	4	4	8	8
DCR	nb jours médian de non respect	0	0	11	3
	nb jours max de non respect	0	0	11	3
	nb jours consécutif max de non respect	0	0	4	3
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	0	0	29	8
	probabilité de non respect (%)	0	0	4	4
BDO	nb jours médian de non respect	0	0	14	11
	nb jours max de non respect	0	0	27	20
	nb jours consécutif max de non respect	0	0	1	7
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	0	0	79	54
	probabilité de non respect (%)	0	0	8	8

Tableau n°54 : Résultats du scénario n°7

Les scénarios de crise observées sur le BV4 et BV6 restent exceptionnelles: fréquence de 4 %, durée inférieure à 4 jours consécutifs.

Les BV7 et BV 9 sont en situation de déficit plus fréquemment mais cela reste dans des proportions admissibles car inférieures à 2 années sur 10.

□ *Analyse*

Dans le cadre d'une gestion optimale (irréalisable, du fait notamment des pertes dans les réseaux d'irrigation) de l'irrigation, le bassin versant ne serait plus considéré comme problématique sur le plan réglementaire car les situations de déficit ont une occurrence inférieure à 1 année sur 10.

Ce scénario met en évidence tout l'intérêt de pouvoir introduire sur le bassin versant une irrigation qui s'adapte finement aux conditions climatiques.

C.II.9 Scénario n°8, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe avec refus partiel

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°8*

□ *Description de la simulation*

Dans ce scénario :

- Les prélèvements des réseaux du SIVOM sont égaux aux débits nominaux des pompes (ex : 240 l/s pour le réseau de la Motte du Caire au lieu de 109 l/s pour le débit moyen journalier, dans le scénario 3).
- Pour les canaux gravitaires, les débits prélevés sont les débits autorisés ou usuels présentés dans l'état des lieux.
- Les prélèvements AEP et les rejets sont considérés sur la base des débits moyens journaliers utilisés précédemment (scénario 2 et 3).
- Les refus d'irrigation sont nuls sur le réseau du SIVOM et les irrigants individuels. Les refus d'irrigation sur les canaux gravitaires collectifs sont de 50% du volume prélevé sauf pour le Canal de Saint Tropez (10% du volume prélevé, pour tenir compte du linéaire sur le bassin versant du Sasse) et le canal de la Laune (aucun rejet dans le Sasse)

Ce scénario est le plus proche de la réalité.

□ **Résultats**

Comme on pouvait le supposer ce scénario se situe en terme de dépassement entre les scénarios 5 et 6.

Sous bassin versant		BV4	BV 5	BV 6	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	53	30	24	34	28
	nb jours max de non respect	79	30	35	117	110
	nb jours consécutif max de non respect	29	21	22	115	101
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	105	143	126	1 045	826
	probabilité de non respect (%)	13	4	8	63	50
DCR	nb jours médian de non respect	30	0	0	24	28
	nb jours max de non respect	37	0	0	108	91
	nb jours consécutif max de non respect	22	0	0	51	44
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	31	0	0	627	587
	probabilité de non respect (%)	8	0	0	50	29
DMB	nb jours médian de non respect	42	19	25	19	21
	nb jours max de non respect	52	19	25	113	101
	nb jours consécutif max de non respect	26	19	25	101	48
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	61	60	60	735	678
	probabilité de non respect (%)	8	4	4	63	42

Tableau n°55 : Résultats du scénario n°8

□ **Analyse**

Ce scénario proche de la réalité, montre clairement une situation de déficit en aval du pont de Valernes avec des fréquences non respect des débits de plus de 60 %.

Ce déficit est en partie lié au prélèvement important de Valernes et Saint-Tropez mais aussi au prélèvement du SIVOM puisque des déficits (peu important) sont déjà constatés à partir de la confluence avec le grand Vallon.

C.II.10 Scénario n°9, prélèvements pour l'irrigation au débit de pointe sans le prélèvement de la station bas plan avec refus partiel

➤ *Annexe h : Fiche de synthèse n°*

□ Description de la simulation

Ce scénario est identique au précédent sauf pour les prélèvements lié au réseau de la Motte du Caire. En effet ce réseau s'alimente en partie par un pompage dans une nappe dont les relations avec le Sasse sont peu évidente.

□ Résultats

Les débit inférieur au seuil sont observé sur le Sasse uniquement en aval du pont de Valernes. Le Grand Vallon reste lui aussi inférieur au DOE et DMB entre 1 et 2 années sur dix.

Sous bassin versant		BV 4	BV 7	BV 9
DOE	nb jours médian de non respect	53	22	18
	nb jours maximum de non respect	79	99	86
	nb jours consécutif max de non respect	29	47	44
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	105	520	460
	probabilité de non respect (%)	13	42	29
DCR	nb jours médian de non respect	30	31	44
	nb jours maximum de non respect	37	82	57
	nb jours consécutif max de non respect	22	27	25
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	31	374	436
	probabilité de non respect	8	21	8
DMB	nb jours médian de non respect	42	11	31
	nb jours maximum de non respect	52	90	80
	nb jours consécutif max de non respect	26	44	28
	volume manquant médian (millier m ³ /an)	61	455	483
	probabilité de non respect	8	29	17

Tableau n°56 : Résultats du scénario n°9

□ Analyse

Ce scénario met en évidence que même en l'absence de prélèvement à la station du Bas Plan, la situation du Sasse est déficitaire

C.III SYNTHÈSE

C.III.1 Limite de la méthodologie

Les simulations réalisées se basent sur deux données : la reconstitution de débit et un schéma de prélèvements.

La reconstitution des débits journaliers s'appuie sur des simulations obtenues à l'aide d'un modèle hydrologique calé sur des mesures réalisées à Clamensane entre 1973 et 1977. Ces mesures sont représentatives des apports sur le premier tiers du bassin versant. Néanmoins, il manque des données à l'aval de Clamensane pour réduire les incertitudes liées à la modélisation.

De plus, les jaugeages réalisés sur le Sasse, ont clairement indiqué des zones d'infiltration et de résurgence sur le Sasse qui ne sont pas prises en compte dans le modèle hydrologique.

En conclusion, les résultats sont perfectibles. Néanmoins, la qualité globale de la modélisation

□ *Validation sur un exemple*

Pour apprécier la bonne qualité moyenne de la modélisation, nous avons cherché à comparer un scénario hydrologique simulé avec une observation. Nous avons donc recherché une situation hydrologique simulée proche d'une situation observée. Ainsi, nous mettons en évidence que les débits obtenus dans le cadre la campagne de jaugeage de juillet 2009 sont proches des débits du 10 août 2000 reconstitués par simulation.

Le graphique ci-dessous montre 5 courbes :

- Le jaugeage réalisé le 20 juillet 2009 (courbe jaugeage)
- Le débit naturel reconstitué du 10 août 2000. A cette le débit en amont de Clamensane est le même que lors du jaugeage. De plus les cumuls pluviométriques en 2009 et 2000 sont très proches. Cela permet de dire que le débit naturel reconstitué est proche des débits naturels du 20 juillet 2009.
- Trois scénarios de prélèvement (scénario 5,6 et 8) appliqués sur le débit naturel simulé du 10 août 2000.

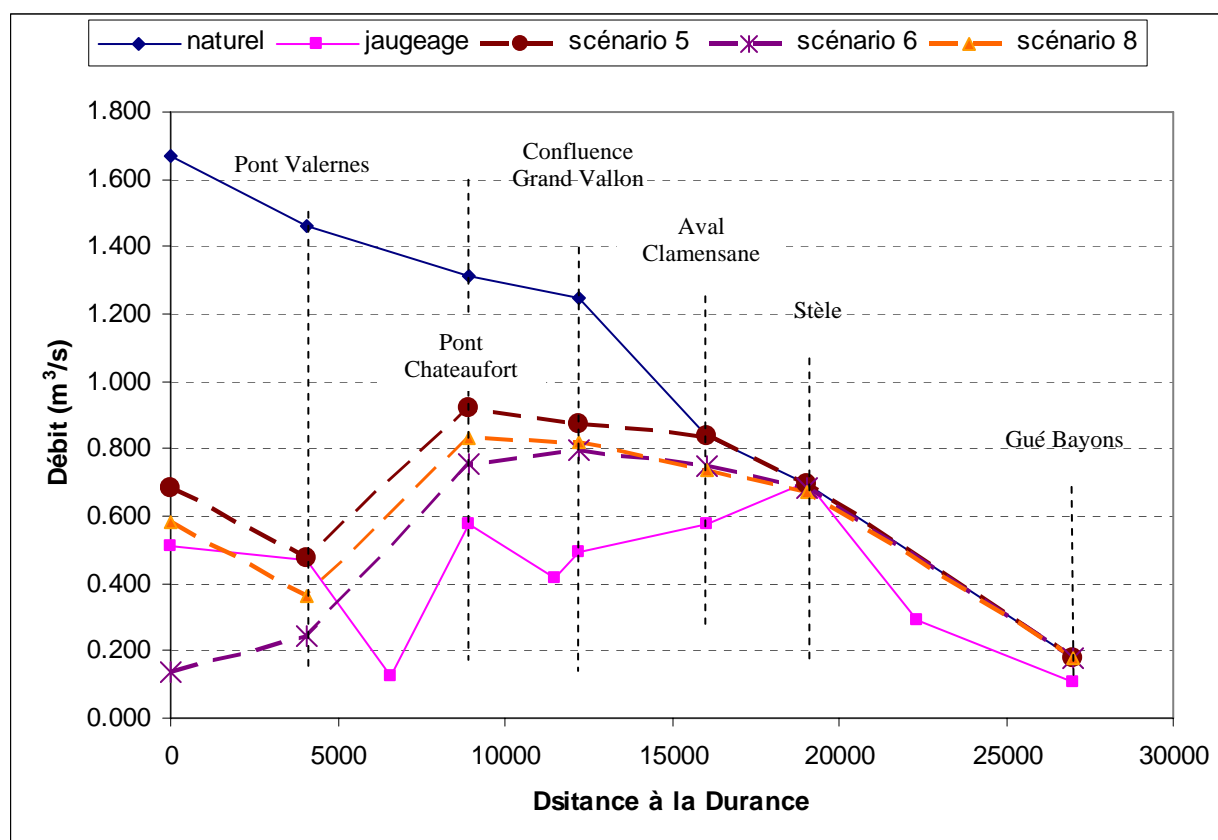


Illustration n°31 : Comparaison entre les scénarios de prélèvement et les jaugeages

Le graphique montre qu'à l'exutoire du bassin versant, le scénario 8 est proche de l'observation. **Cet exemple nous semble illustrer la pertinence du modèle.** Néanmoins entre l'aval de Clamensane et le pont de Valernes le débit est largement sur estimé. Ceci est dû aux échanges avec la nappe d'accompagnement du Sasse que le modèle ne prenant pas traiter.

☐ Validation avec les jaugeages DDEA

Par ailleurs, le tableau ci-dessous indique les débits minimaux mesurés par la DDEA durant ses campagnes de jaugeages au pont de Valernes. On constate que sur les 5 dernières années, le débit minimal mesuré a toujours été inférieur au DOE et 3 années sur 5, inférieur au DMB. La modélisation nous donne les mêmes résultats pour 2005, 2006 et 2007 (2008 et 2009 n'ont pas été modélisées).

Année	Débit minimum mesuré au pont de Valernes (l/s)	Inférieur DOE	Inférieur DCR	Inférieur DMB
2009	245	Oui	Non	Oui
2008	333	Oui	Non	Non
2007	251	Oui	Non	Non
2006	215	Oui	Non	Oui
2005	214	Oui	Non	Oui
Fréquence		100 %	0 %	60%

Tableau n°57 : Dépassement de seuil mesuré par la DDEA

C.III.2 Synthèse des scénarios

Dans le tableau n°58 sont reportés les probabilités de non respect des débits objectifs en fonction des différents scénarios.

Scénario	Niveau de réalisme	Description	Probabilité de dépassement des seuils au pont de Valernes (%)		
			DOE	DCR	BDO
1	-	débit naturel	0	0	0
2	-	impact des prélèvements pour l'eau potable	0	0	0
3	-	Prélèvements pour l'irrigation calés aux besoins de la chambre d'agriculture	29	8	25
4	3	prélèvements moyens sans restitution des refus	58	33	50
5	2	prélèvements au débit de pointe avec restitution des refus	63	42	50
6	2	prélèvements au débit de pointe sans restitution des refus	79	63	71
7	-	prélèvements à ETP	8	4	8
8	1	Prélèvement de pointe avec refus partiel	63	50	63
9	2	Prélèvement de pointe avec refus partiel Station du plan non incluse	42	21	29

Tableau n°58 : Synthèse des scénarios

Nous rappelons que si le risque de **dépassement est supérieur à 20%** (2 années sur 10), **le bassin versant est considéré comme en déficit quantitatif** d'un point de vue réglementaire (circulaire du MEEDDAT du 30 juin 2008).

Les scénarios ont été classés en fonction de leur niveau de réalisme :

- **Les scénarios 1, 2 et 7 présentent un caractère théorique ;**
- **Les scénarios 4 et 3** sont des scénarios moyens, **réalistes à l'échelle de la saison d'irrigation** (sur le volume prélevé global), mais qui **sous estiment les débits à l'échelle journalière.**
- **Les scénarios 5 et 6** qui raisonnent avec les débits nominaux des pompes sont probablement **péjorants** dans la mesure où les stations de pompage ne fonctionnent pas de façon continue sur 24 h (la durée de fonctionnement s'inscrit dans une fourchette de 12 à 15 h par jour).
- **La scénario 8** présente les mêmes caractéristiques que les scénarios 5 et 6, mais avec des retours au milieu sont plus réalistes.
- **La scénario 9** présente une situation optimiste où les pompages pour le réseau de la Motte du Caire n'auraient pas d'impact sur le Sasse.

En terme de probabilité de dépassement des seuils, le scénario n°8 est le plus réaliste.

Le bassin versant du Sasse peut être considéré comme en déficit quantitatif car sur l'ensemble des simulations « réalistes », la probabilité de non respect du DOE est supérieure à 20%.

Les scénarios 7 et 3 réalisés avec des prélèvements calés sur **des besoins théoriques** (les chiffres de la Chambre d'Agriculture des Alpes de Hautes Provence d'une part et d'autre part, l'ETP) mettent en évidence des risques non négligeables de déficit mais proche de la limite de 20%. Il sera difficile de passer en dessous des seuils du scénario 7 qui représente l'irrigation « idéale ».

Les scénarios 4, 5, 6 et 8 basées sur des prélèvements calés sur **les capacités des réseaux et les modalités d'irrigation** mettent en évidence une aggravation conséquente des risques de déficit. On peut donc suggérer que des améliorations substantielles de la situation seront atteintes à partir d'une **optimisation des modalités de prélèvement.**

Pour autant, les optimisations suggérées ne seront probablement pas suffisantes pour éviter les risques de déficit et la mobilisation de nouvelles ressources (comme par exemple, la création de retenues dont les volumes sont dégrossis dans le cadre des simulations réalisées) apparaît nécessaire.

C.III.3 Identification des points noirs

Enfin, on observe sur le bassin versant **deux zones de déficit** relativement **indépendantes** :

- **Le pont de Valernes** déjà identifiée par la DDEA
- **La confluence entre le Grand Vallon et le Sasse** qui mériterait d'être intégrée à un réseau de surveillance de la ressource en eau du SASSE.

Le pont de Valernes présente le désavantage de ne pas rendre compte des assecs observés à l'aval immédiat de l'ouvrage de prise du canal de Saint Tropez..