



PROJET N°LIFNAT/FR/000083

PROGRAMME DE CONSERVATION DE
L'APRON DU RHONE (*ZINGEL ASPER*) ET
DE SES HABITATS

**● ETUDE PRELIMINAIRE POUR LE
DECLOISONNEMENT DES
HABITATS DANS DES SECTEURS
DE COURS D'EAU A APRON**

La Durance du barrage de La Saulce au barrage
de Cadarache

Phase 1 : Etat des lieux

Phase 2 : Diagnostic de continuité de La Saulce
à Cadarache

mai 2007



**Conservatoire Rhône-Alpes
des Espaces Naturels**

**Etude préliminaire pour le
décloisonnement des habitats de
l'Apron**

**La Durance du barrage de la
Saulce au barrage de Cadarache**

Rapport Phases I & II

**Conservatoire Rhône-Alpes
des Espaces Naturels**

**Etude préliminaire pour le
décloisonnement des habitats de
l'Apron**

**La Durance du barrage de la
Saulce au barrage de Cadarache**

Rapport Phases I & II

S.I.E.E.

Société d'Ingénierie pour l'Eau et l'Environnement

Mai 2007

ME 06 02 008 / FA

Sommaire

I.	Etat des lieux	11
I.1.	Description générale de la zone d'étude	11
I.1.1.	Localisation géographique	11
I.1.2.	Caractéristiques du cours d'eau	11
I.1.3.	Installations hydroélectriques	16
I.2.	Contexte piscicole	17
I.2.1.	Description des habitats	17
I.2.2.	Peuplement piscicole	19
	I.2.2.1. Distribution géographique initiale et actuelle :	19
I.2.3.	L'Apron	20
	I.2.3.1. Protection et réglementation relatives à l'Apron :	20
	I.2.3.2. Biologie	21
	I.2.3.3. Distribution géographique initiale et actuelle sur le bassin de la Durance :	23
	I.2.3.4. Suivi de l'Apron sur la Durance :	24
	I.2.3.5. Synthèse des données actuelles de présence :	25
I.3.	Usages	27
I.3.1.	Caractéristiques des installations hydroélectriques et fonctionnement	27
	I.3.1.1. Configuration des aménagements	27
	I.3.1.2. Principe des aménagements	27
	I.3.1.3. Caractéristiques des aménagements	28
	I.3.1.4. Fonctionnement	32
I.3.2.	Caractéristiques des canaux d'irrigation	40
	I.3.2.1. Localisation	40
	I.3.2.2. Caractéristiques des prises d'eau	42
	I.3.2.3. Caractéristiques des réseaux	42

I.3.2.4. Possibilités de transit du poisson par les canaux d'irrigation.....	43
<hr/>	
II. Diagnostic de continuité de l'Apron	44
<hr/>	
II.1.Continuité à la dévalaison.....	44
II.1.1. Hypothèses.....	44
II.1.2. Principe de modélisation.....	45
II.1.2.1. Zones potentielles de production de « dévalants »	46
II.1.2.2. Répartition du poisson au droit des ouvrages	48
II.1.2.3. Evaluation de la mortalité au passage des barrages.....	48
II.1.2.4. Evaluation de la mortalité au passage des usines.....	51
II.1.2.5. Evaluation des possibilités de passages des aprons dans les canaux d'irrigation	52
II.1.2.6. Evaluation des possibilités de passages des aprons par les dispositifs de débit réservé et autres dispositifs de décharge.....	53
II.1.3. Modélisation des possibilités de dévalaison de l'Apron	54
II.1.3.1. Description du modèle	54
II.1.3.2. Résultats	55
II.1.4. Bilan	57
II.2.Continuité à la montaison	58
II.2.1. Capacité de franchissement de l'Apron.....	58
II.2.2. Analyse des possibilités de montaison de l'Apron.....	58
II.2.3. Bilan	59
II.3.Conclusion et stratégie d'aménagement pour l'amélioration de la circulation de l'Apron.....	61
<hr/>	
III. Bibliographie	63
<hr/>	

Liste des planches

1	Localisation de la zone d'étude
2	Localisation des installations hydroélectriques
3	Peuplement piscicole actuel de la zone d'étude
4	Synthèse des observations d'Apron sur la zone d'étude
5	Synoptique des installations hydroélectriques de la zone d'étude
6	Schéma de principe d'une unité hydroélectrique
7a et 7b	Synthèse du fonctionnement hydrologique et de la répartition Durance/canaux EDF
8	Schéma de principe d'une prise d'irrigation type
9	Possibilités de passage et mortalité aux ouvrages
10	Comportement de l'Apron à la dévalaison Hypothèse 1 : dévalaison aléatoire indépendante du débit de la Durance
11	Comportement de l'Apron à la dévalaison Hypothèse 2 : dévalaison en période de crue
12	Comportement de l'Apron à la montaison

Liste des annexes

1	Les fiches de synthèse SEQ Eau année 2005 stations Rochebrune, Tallard et Sisteron
2	Mesures de vitesses d'écoulements prise d'eau de l'Escale (données EDF)
3	Fiches de synthèse du fonctionnement hydrologique des installations
4	Gammes de préférence de l'Apron concernant les paramètres hydrodynamiques et de substrat
5	Caractéristiques des prélèvements à vocation agricole et industrielle dans les canaux EDF

Liste des figures

1	Débits moyens mensuels naturels de la Durance
2	Comparaison de l'hydrologie naturelle et actuelle de la Durance
3	Coupe de principe d'une turbine Kaplan
4	Coupes de principe d'une turbine Francis
5	Diagramme d'évolution de la hauteur de la retenue de Salignac en fonction des débits entrants et sortants
6	Zones potentielles de production de « dévalants »
7	Schéma actuel de circulation de l'Apron
8	Stratégie de circulation de l'Apron

Liste des tableaux

1	Liste des installations présentes le long de la zone d'étude
2	Synthèse des observations d'Apron sur le bassin de la Durance
3	Caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal de Sisteron
4	Caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal de Salignac
5	Caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal d'Oraison
6	Caractéristiques des prises d'eau d'irrigation aval usine d'Oraison

Avant propos

L'Apron du Rhône (*Zingel asper*), espèce en danger d'extinction en France, a fait l'objet d'un programme de conservation subventionné par l'Union Européenne à la fin des années 1990 (Life Apron 1998-2001). Ce premier programme a permis d'approfondir les connaissances de la biologie et de la répartition de l'espèce. Un deuxième programme d'une durée de cinq ans a été initié en juillet 2004, il a pour but de mettre en place des mesures de conservation concrètes visant à arrêter la régression de l'espèce.

Les mesures prioritaires concernent la restauration de la connectivité des habitats sur les cours d'eau où l'espèce est encore présente afin de favoriser le brassage génétique et d'optimiser le nombre de reproducteurs par site de fraie.

Selon les derniers inventaires et observations réalisés par le CSP, l'Apron du Rhône est présent sur la Durance depuis le barrage de la Saulce jusqu'à Cadarache, soit une centaine de kilomètres. Ce tronçon est morcelé par la présence de sept barrages et seuils dérivant une partie du cours de la Durance vers un canal usinier. Neuf usines hydroélectriques se succèdent sur ce canal, formant une chaîne de production importante.

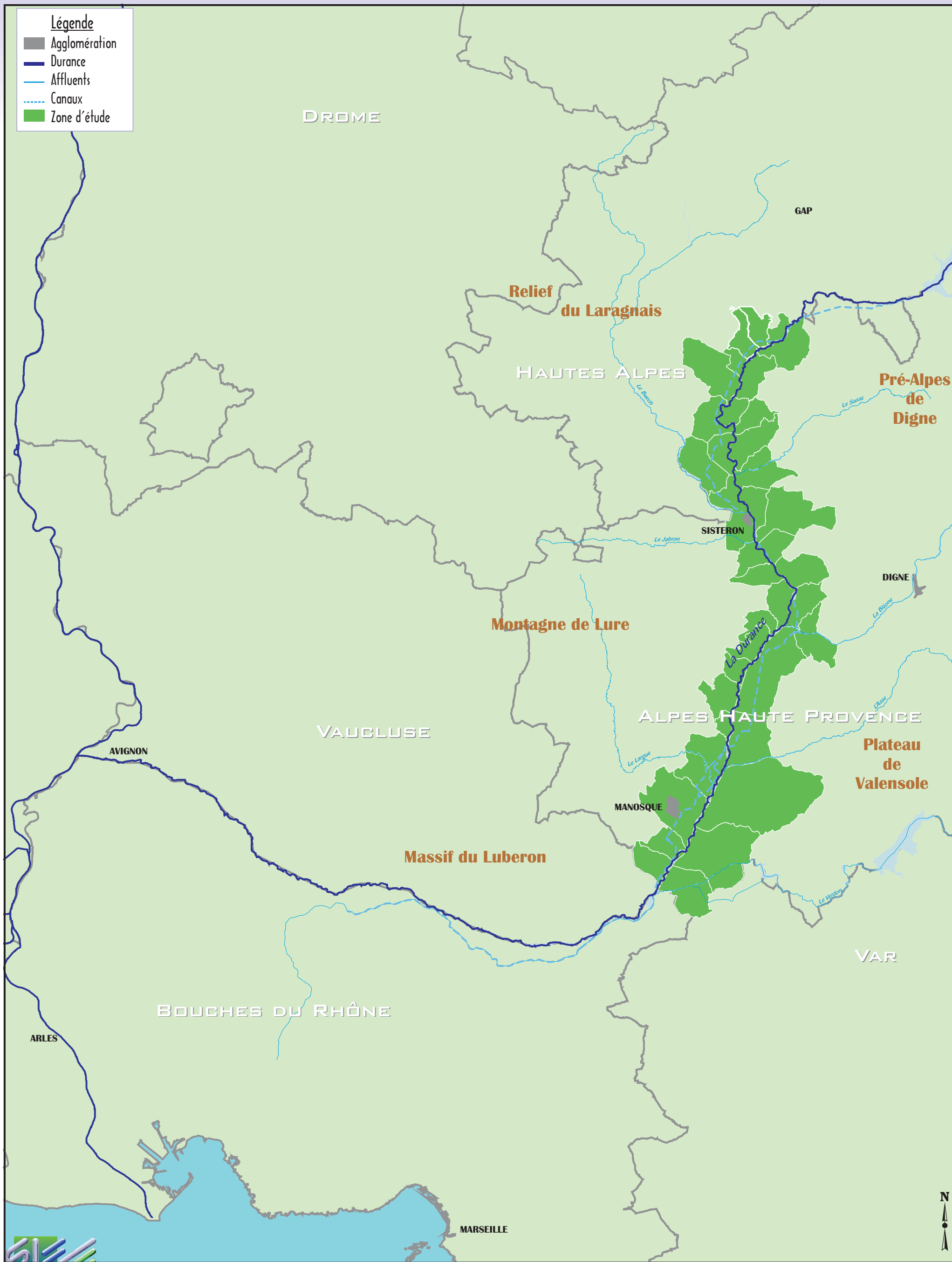
Dans le cadre du programme Life Apron II, une étude préliminaire de décroisement est prévue sur ce linéaire. Cette étude a pour objectif de:

- Réaliser un diagnostic de la continuité écologique sur la Durance dans le secteur de La Saulce à Cadarache (Phase I).
- Analyser la problématique de dévalaison et de montaison de l'Apron (Phase II).
- Proposer des solutions techniques pour la montaison de l'Apron sur certains ouvrages dans le but de décroiser les habitats dans les tronçons de la Durance délimités par les grands barrages (Phase III).

Ce dossier présente les résultats des deux premières phases.

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

1



I. Etat des lieux

I.1. Description générale de la zone d'étude

I.1.1. Localisation géographique

Dernier affluent rive gauche du Rhône, la Durance prend sa source à 2300 m d'altitude à proximité du Mont Genève. Elle rejoint le Rhône en Avignon à 16 m d'altitude après un parcours de plus de 300 km. D'une superficie totale de 14 800 km², le bassin versant de la Durance occupe 45% de la superficie de la Région Provence Alpes Côtes d'Azur, recouvrant quatre départements (Hautes-Alpes, Alpes de Haute Provence, Var, Vaucluse et Bouches-du-Rhône).

La zone d'étude d'une longueur d'environ 100 km, s'étend du barrage de la Saulce jusqu'au barrage de Cadarache caractérisée par une pente moyenne de 0.32 %. Elle correspond à un ensemble appelé Moyenne Durance, zone de transition entre les reliefs alpins élevés et la Provence méditerranéenne (Cf. planche 1).

I.1.2. Caractéristiques du cours d'eau

Morphologie du cours d'eau

La Durance au droit de la zone d'étude peut être divisée en trois parties.

Une première partie amont correspondant au linéaire compris entre le barrage de la Saulce et la confluence avec le Buëch. La vallée est modérément encaissée comprise entre les reliefs du pays du Laragnais à l'Ouest et les Préalpes de Dignes à l'Est.

Ce tronçon présente un linéaire d'une trentaine de kilomètres pour une pente de 0.34 %. Le cours d'eau se caractérise par un lit d'une largeur variable comprise entre 50 et 300 m.

La seconde partie de la zone d'étude débute au droit de Sisteron pour finir à la confluence avec la Bléone. La vallée s'encaisse dans un défilé compris entre la Montagne de Lure à l'Ouest et les Préalpes de Digne à l'Est.

Le tronçon long d'une vingtaine de kilomètres présente un lit unique d'une largeur de 100 à 200 m d'une pente moyenne de 0.3 %. Il est fortement influencé par la présence des deux retenues de St Lazare et de l'Escale couvrant 40 % du tronçon.

La troisième et dernière partie de la zone d'étude est comprise entre la confluence avec la Bléone et le barrage de Cadarache. La vallée s'ouvre de façon marquée entre le massif du Luberon à l'Ouest et le plateau de Valensole à l'Est.

D'un linéaire d'une cinquantaine de kilomètres, le lit mineur s'élargi fortement pour atteindre par endroit une largeur de près d'un kilomètre caractérisé par un système divagant avec un lit anastomosé. La pente reste constante avec une valeur moyenne de 0.3%.

Hydrologie naturelle :

Le régime de la Durance au droit de la zone d'étude est de type pluvio-nival avec une influence méditerranéenne sur la partie aval de la zone d'étude. Cette évolution suit celle du climat du bassin versant de la Durance avec une gradation d'amont en aval :

- Un climat subméditerranéen à tendance montagnarde en amont de Sisteron, avec des températures hivernales basses, des précipitations neigeuses, une sécheresse estivale et une pluviométrie relativement faible (environ 1000 mm/an).
- Un climat de transition à influence méditerranéenne et continentale entre Sisteron et Mirabeau. Précipitations irrégulières (800 mm/an), faible importance du manteau neigeux et froid moins important.

Tout au long de la zone d'étude, la Durance reçoit de nombreux affluents avec, en particulier, le Buëch, le Jabron, l'Asse, la Bléone, le Lague, et le Verdon.

Avant la construction de la retenue de Serre-Ponçon et des autres ouvrages, la Durance se caractérisait par des écoulements marqués au printemps ainsi qu'en automne, les premiers étant liés à la fonte des neiges tandis que les seconds provoqués par les pluies automnales. Les étiages estivaux étaient marqués, la période la plus basse étant le mois de septembre.

La Durance, dans le secteur de la zone d'étude, présente plusieurs stations hydrométriques gérées par EDF fournissant une reconstitution des débits naturels :

- Station d'Espinasse (Serre-Ponçon), chronique de 1948 à 2004,
- Station d'Oraison (Escale), chronique de 1973 à 2004,
- Station de St Paul-Les-Durance, chronique de 1918 à 2004.

A partir de ces stations le débit naturel de la Durance est estimé à l'entrée et la sortie de la zone d'étude (La Saulce et Cadarache).

L'évolution saisonnière des débits naturels de la Durance en ces deux points est présentée par la figure 1.

Le module naturel de la Durance à la Saulce est de 86 m³/s pour un débit d'étiage (QMNA5) de l'ordre de 24 m³/s. A Cadarache, le module atteint 180 m³/s pour un QMNA5 de 54 m³/s.

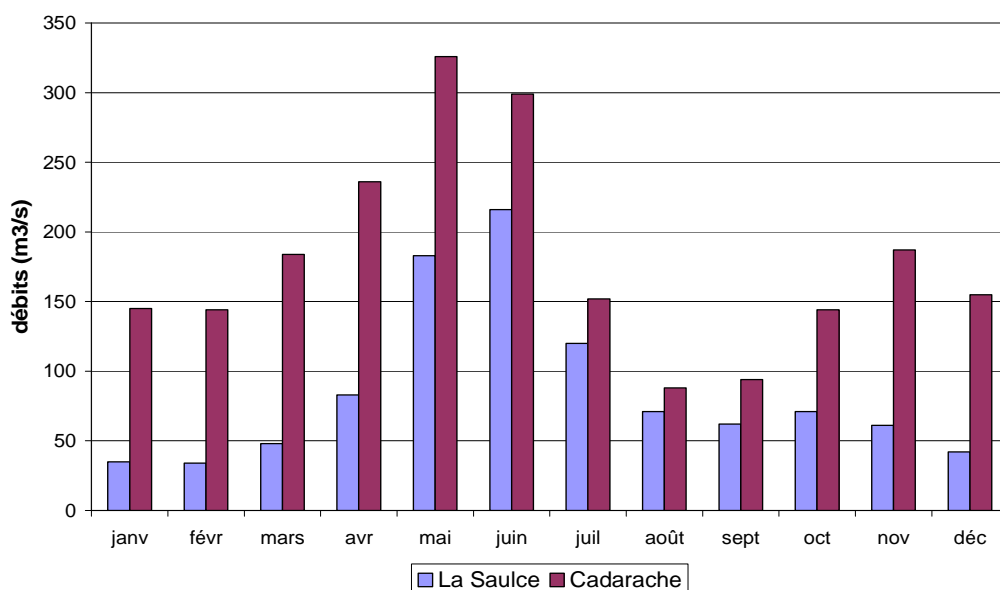


Figure 1 : Débits moyens mensuels naturels de la Durance (source DIREN)

Actuellement, Le débit de la Durance est quasiment constant toute l'année aux environs de 2 à 5 m³/s de la Saulce à Cadarache et correspond au débit réservé délivré par les différents ouvrages complété localement par les apports des affluents. La figure 2 ci-après illustre l'influence des aménagements hydroélectriques sur l'hydrologie moyenne de la Durance.

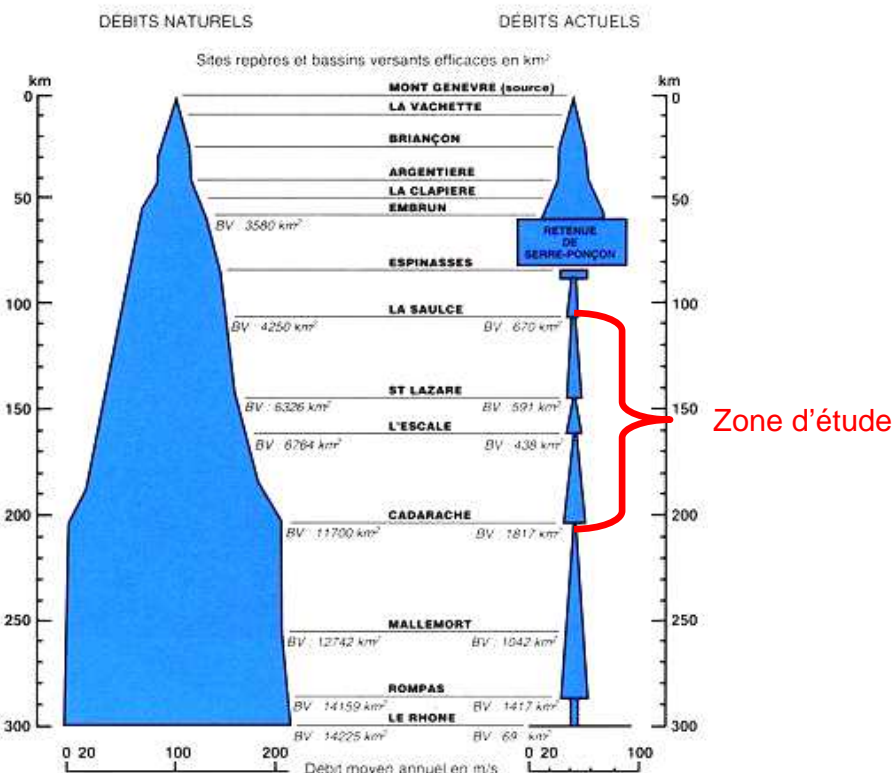


Figure 2 : Comparaison de l'hydrologie naturelle et actuelle de la Durance (source Montfort/S. Juramy - 1985)

La description détaillée du fonctionnement hydrologique influencé est présentée au paragraphe I.3.1.4.

Géologie et transport solide:

En haute Durance (de la source jusqu'à Sisteron), le bassin se situe en zone alpine limitée à l'ouest par le massif cristallin du Pelvoux. D'embrun jusqu'à Sisteron, la vallée s'ouvre sur les montagnes préalpines, un important dépôt marneux du Jurassique sensible à l'érosion contribue à enrichir la Durance en matériaux solides.

De Sisteron au Barrage de Mirabeau, la Durance entre dans le bassin néogène de Digne/Valensole. Ce sont les dépôts néogènes qui ont nourri le détritisme alluvial quaternaire de la Durance et de ses affluents. Ces dépôts sont très épais et composés de marnes, de conglomérats, d'argiles, de sables molassiques, de blocs et de galets. Plus en aval, dans la vallée, la rivière a accumulé des terrains quaternaires (limons, loess, graviers et sables). Ces dépôts reposent sur des marnes miocènes et des argiles du plaisancien.

Ce contexte géologique a conduit à un charriage important de galets et alluvions entraînant par endroits de grandes épaisseurs de sédiments. Actuellement, le volume de sédiments transporté par la rivière en aval de Serre-Ponçon est de l'ordre de 120 000 à 140 000 m³/an entraînant un comblement des différentes retenues à l'image de celles de l'Escale et de Cadarache. Ce transport solide peut atteindre des valeurs importantes comme en 1951 avec 650 000 m³ estimés à Pont Mirabeau. Inversement en aval de certains ouvrages, la roche mère est mise à nue lié à l'appauvrissement en matériaux et au phénomène de chasse provoqué par la chute de l'ouvrage. Excepté dans les zones sous influence des barrages, pour lesquelles le fond est constitué quasiment de limons, il n'apparaît pas d'évolution nette de la granulométrie entre les différents faciès. Les éléments grossiers dominent sur les radiers et les plats tandis que l'on peut observer une part non négligeable de sables et limons au niveau des mouilles. Le diamètre moyen des alluvions observées sur les bancs est compris entre 40 et 70 mm.

Qualité des eaux :

La zone d'étude peut être divisée en deux parties principalement liées à la densité des zones urbaines. La qualité des eaux associée est tirée du SEQ-EAU du réseau de données du bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

▪ Amont Sisteron :

Sur ce tronçon, la qualité générale des eaux ainsi que l'aptitude à la biologie, sur la période 1971 à 2005, est bonne à très bonne à l'exception du paramètre « particules en suspension » qui atteint des niveaux moyens à mauvais. Les indicateurs liés à la biologie (Indice Biologique Global Normalisé, Indice Biologique Diatomées) sont de bonne qualité.

Les eaux sont relativement fraîches et la pollution organique reste de faible niveau excepté au droit de Tallard avec une altération moyenne.

- **La Durance à Rochebrune (point RNB 152700) :**

La qualité de l'eau à l'aval de la retenue de Serre-Ponçon présente une minéralisation comprise entre 300 et 400 μS . L'oxygénation est excellente 10 à 11 mgO_2/l (saturation 80 à 100%) avec des eaux fraîches (5 à 15 °C). Les matières organiques sont faibles à modérées (2 à 4 mgO_2/l - DBO5) avec peu de matières azotées.

La qualité hydrobiologique est très bonne (IBGN, IBD) avec des notes comprises entre 16 et 20/20.

- **La Durance à Sisteron (point RNB 153900) :**

La température estivale de l'eau est de l'ordre de 20° avec une bonne oxygénation (supérieure à 9 mgO_2/l). La minéralisation s'accroît avec une valeur moyenne de l'ordre de 500 μS . La charge organique atteint 4 mgO_2/l pur la DBO5 et 2 mgO_2/l pour la DCO. L'ammoniac et les nitrites restent faibles tandis que les nitrates atteignent 2 à 3 mgNO_3/l .

La qualité hydrobiologique est bonne.

Les fiches de synthèse SEQ Eau pour l'année 2005 relatives aux stations de Rochebrune, Tallard et Sisteron sont présentées en annexe 1.

▪ **Aval Sisteron :**

A l'aval de Sisteron, la qualité générale des eaux ainsi que l'aptitude à la biologie, présentent un niveau moyen à bon à l'exception du paramètre « particules en suspension » qui atteint des niveaux moyens à mauvais. On notera également la présence d'altérations de type micropolluants, pesticides, hydrocarbures sur les eaux brutes et les sédiments dans le secteur des Mées. Les indicateurs liés à la biologie (Indice Biologique Global Normalisé, Indice Biologique Diatomées) sont de qualité moyenne à bonne.

La température de l'eau augmente progressivement, sans cependant dépasser 24 °C en période estivale, tandis que la pollution organique reste modérée.

- **La Durance aux Mées (point RNB 159000) :**

La minéralisation atteint 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, composée principalement de bicarbonates, calcium et sulfates. L'oxygénation est forte (>9 mgO_2/l) avec parfois des phénomènes de sursaturation pendant la journée liée au développement de la végétation aquatique.

La recherche sur différents micropolluants organiques et minéraux ainsi que pesticides et hydrocarbure met en évidence un niveau modéré de contamination à la fois sur l'eau brute et sur les sédiments.

Les matières organiques sont d'un niveau comparable à celui de Sisteron avec un niveau légèrement supérieur en azote ammoniacal.

La qualité hydrobiologique est moyenne (IBGN, IBD) voire médiocre si l'on considère le Groupe Faunistique Indicateur.

- **La Durance à Vinon sur Verdon (point RNB 159800) :**

La température de l'eau atteint 24°C avec une oxygénation contrastée (70 < < 130 %) en relation avec le développement végétal.

La minéralisation s'abaisse avec une valeur moyenne de l'ordre de 500 µS/cm. Les matières organiques sont faibles à modérées avec peu de matières azotées. La qualité hydrobiologique est bonne (IBGN, IBD) avec une valeur moyenne concernant le Groupe Faunistique Indicateur.

Les fiches de synthèse SEQ Eau pour l'année 2005 relative aux stations des Mées, et de Vinon sur Verdon sont présentées en annexe 1.

1.1.3. Installations hydroélectriques

Les aménagements sur la Durance apparaissent au XIXème siècle avec les premiers moulins utilisant l'énergie hydraulique de la rivière et les dotations en eau des canaux (1836 : canal de la Brillanne, 1881 : canal de Manosque).

L'hydroélectricité fait son apparition au début du XXème siècle. La première usine fut celle de la Brillanne en 1907, puis vers le milieu du siècle les premiers gros ouvrages sont construits sur la Durance avec Brillanne II et Ste Tulle en 1953.

Les aménagements hydroélectriques des années soixante, avec la construction de la retenue de Serre-Ponçon, marquent un tournant dans la politique d'aménagement du cours d'eau avec la création d'une « chaîne » de production hydroélectrique sur l'ensemble de la moyenne et basse vallée de la Durance, dont le barrage de Serre-Ponçon en constitue la clef de voute.

La loi du 5 janvier 1955 déclarant d'utilité publique les travaux du barrage de Serre-Ponçon a lancé le développement agro-industriel de la vallée de la Durance, la réalisation des aménagements hydroélectriques s'étant étalée jusqu'en 1989.

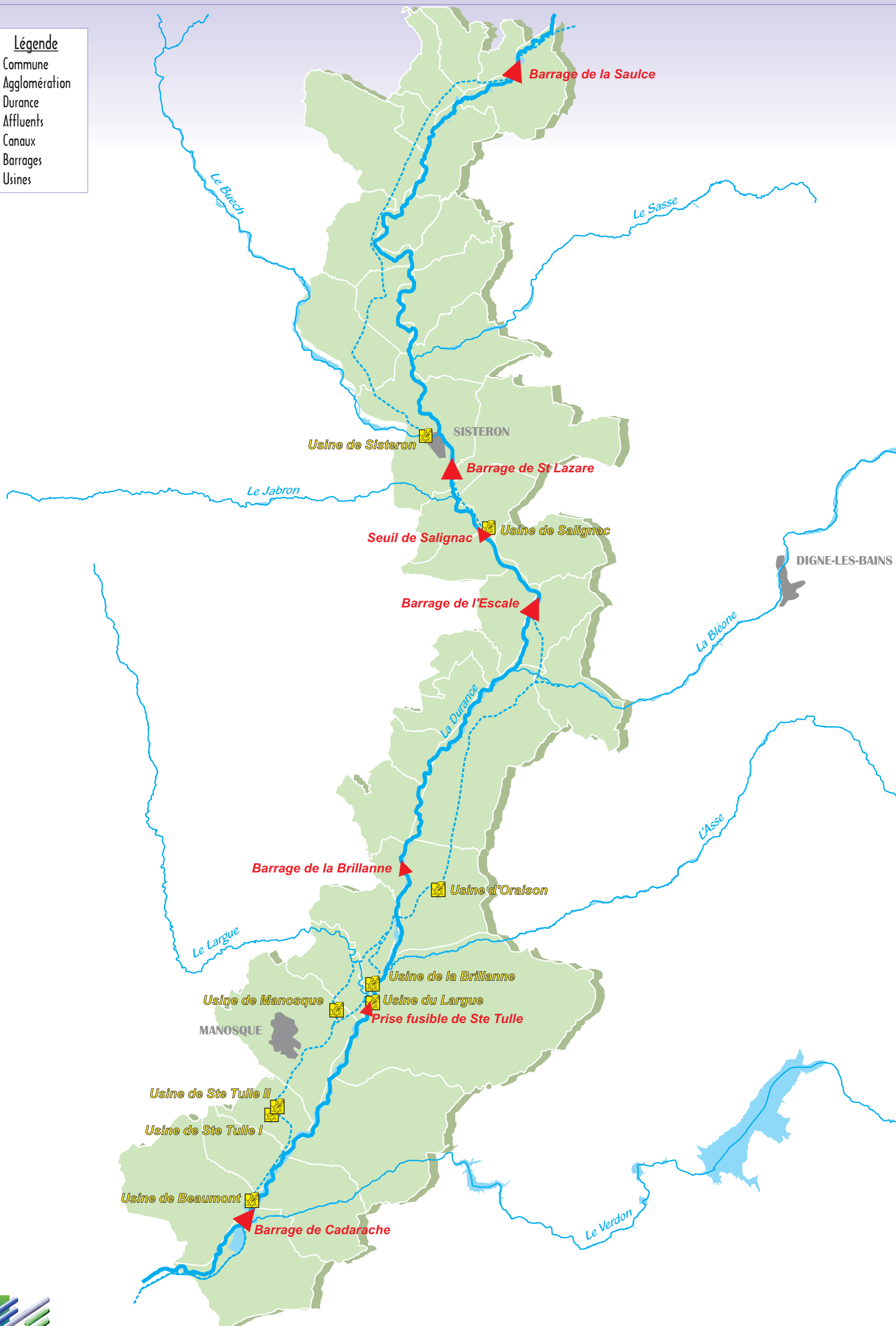
Cette loi a été complétée le 24 novembre 1963 par une convention entre EDF et le ministère de l'Agriculture prévoyant le maintien d'une réserve agricole annuelle de 200 millions de m³ et l'alimentation des canaux d'irrigation existants.

L'aménagement de la Durance se caractérise par un canal usinier doublant la rivière sur la quasi-totalité de son parcours depuis Espinasse (650 m) jusqu'à Mallemort (117 m) où il bifurque jusqu'à l'étang de Berre. Il alimente 19 usines hydroélectriques dont 12 fonctionnent au fil de l'eau. C'est essentiellement la retenue de Serre-Ponçon avec ses 1200 millions de mètres-cube qui assure l'alimentation du canal, mais six autres prises d'eau sur la Durance permettent aussi de capter les apports intermédiaires du bassin versant: Saulce, St-Lazare, Escale, Ste-Tulle (prise fusible), Cadarache et Mallemort. Depuis 1994, ce canal restitue temporairement les eaux dérivées en aval du barrage de Mallemort notamment lorsque le taux de matières en suspension dépasse 2 grammes par litre.

CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE D'ETUDE

2

- Légende**
- Commune
 - Agglomération
 - Durance
 - Affluents
 - Canaux
 - Barrages
 - Usines



Le secteur d'étude compte 7 barrages et seuils et 9 usines hydroélectriques listés dans le tableau ci-dessous.

Type d'installation	Nom de l'ouvrage	N° de référence
Barrage	Barrage de la Saulce	B 1
Usine	Usine de Sisteron	U 1
Barrage	Barrage de St-Lazare	B 2
Usine	Usine de Salignac	U 2
Seuil	Seuil de Salignac	B 3
Barrage	Barrage de L'Escale	B 4
Barrage	Barrage de la Brillanne	B 5
Usine	Usine de la Brillanne	U 3
Usine	Usine d'Oraison	U 4
Usine	Usine du Largue	U 5
Usine	Usine de Manosque	U 6
Barrage	Seuil fusible Ste Tulle	B 6
Usine	Usine de Ste Tulle1	U 7
Usine	Usine de Ste Tulle2	U 8
Usine	Usine de Beaumont	U 9
Barrage	Barrage de Cadarache	B 7

Tableau 1 : Liste des installations présentes le long de la zone d'étude

La localisation de ces installations est illustrée par la planche 2.

I.2. Contexte piscicole

I.2.1. Description des habitats

Initialement, la Durance se caractérisait par un écoulement anastomosé dans un large lit mineur. Dans le secteur d'étude, le lit mineur correspondait à une zone de tressage avec de nombreux bras morts et une participation effective la ripisylve créant une importante diversité d'habitats.

La construction des différents aménagements et l'exploitation de la rivière ont directement influencé l'évolution de l'habitat aquatique. La diminution des débits transitant dans le cours naturel de la Durance a eu pour effet de réduire de façon significative la surface et le volume de l'habitat piscicole. En effet une diminution globale de 50% de la surface en eau a été observée depuis 1958¹. Le système qui présentait auparavant un tressage actif avec une évolution en plan rapide s'est figé. La variabilité des écoulements, les profondeurs, les séquences granulométriques, la contribution de la

¹ Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance, 1998. Etude « Milieux Naturels », Moyenne et Basse Durance. Rapport CESAME, AQUASCOPE, AQUALIS, TELEOS

ripisylve aux habitats a diminués. Les systèmes annexes se sont rarifiés et la tendance au colmatage du fond a augmenté. L'ensemble de ces évolutions a pour conséquence une diminution de l'intérêt habitational de par l'homogénéisation des habitats.

Le linéaire de la Durance relatif à la zone d'étude a été subdivisé en trois tronçons principaux par BOUCHARD (1996) repris par BEAUDOU et LANGON (2004) en se basant essentiellement sur les aménagements et la morphodynamique à l'échelle du kilomètre :

Tronçon 1: Du barrage de la Saulce au barrage de St-Lazare: La pente moyenne de ce tronçon long de 35 km est d'environ 0,34%. Ce secteur dont le débit réservé est fixé à 2,1 m³/s présente en proportions équivalentes des radiers peu profonds, des mouilles et des caches. La tendance naturelle au tressage en lits multiples se fait sentir principalement sur le tiers amont du tronçon jusque dans le secteur de Monetier-Allemont.

Les caractéristiques de la Durance classent le tronçon en zone à barbeaux fluviatiles (au sens de HUET, 1949). Néanmoins, sur la partie amont, du fait d'un régime thermique plus froid influencé par la retenue de Serre-Ponçon, la classification s'orienterait plutôt vers une zone à truites.

Tronçon2: Du barrage de St-Lazare au barrage de l'Escale: Ce tronçon de 15 km correspond à la partie amont de la moyenne Durance, la pente est d'environ 0.3%. Le barrage de St Lazare doit y assurer un débit de 3 m³/s toute l'année, les faciès les plus courants sont les plats, les radiers avec un chenal lotique plus ou moins marqué. Il est fortement influencé par la retenue de l'Escale couvrant une grande partie du tronçon. Les faciès d'écoulement sont relativement proches du tronçon précédent dans les secteurs non influencé par les barrages.

Les caractéristiques de la Durance classent le tronçon en zone à barbeaux fluviatiles.

Tronçon 3: Du barrage de l'Escale au barrage de Cadarache: Partie aval de la moyenne Durance, ce tronçon de 50 km environ présente une pente de 0.3%. Ses caractéristiques hydrauliques dépendent du débit à l'aval du barrage de l'Escale qui doit assurer un débit de 3,2 m³/s, plus à l'aval, au niveau de la restitution de Ste-Tulle, le débit réservé est de 3,75 m³/s. Le lit mineur s'élargi fortement pour atteindre par endroit une largeur de près d'un kilomètre caractérisé par un système divaguant avec un lit anastomosé. Les faciès les plus représentés sur ce tronçon sont les radiers peu profonds (90%) suivi des mouilles et des caches (5% chacun), le chenal lotique est très marqué.

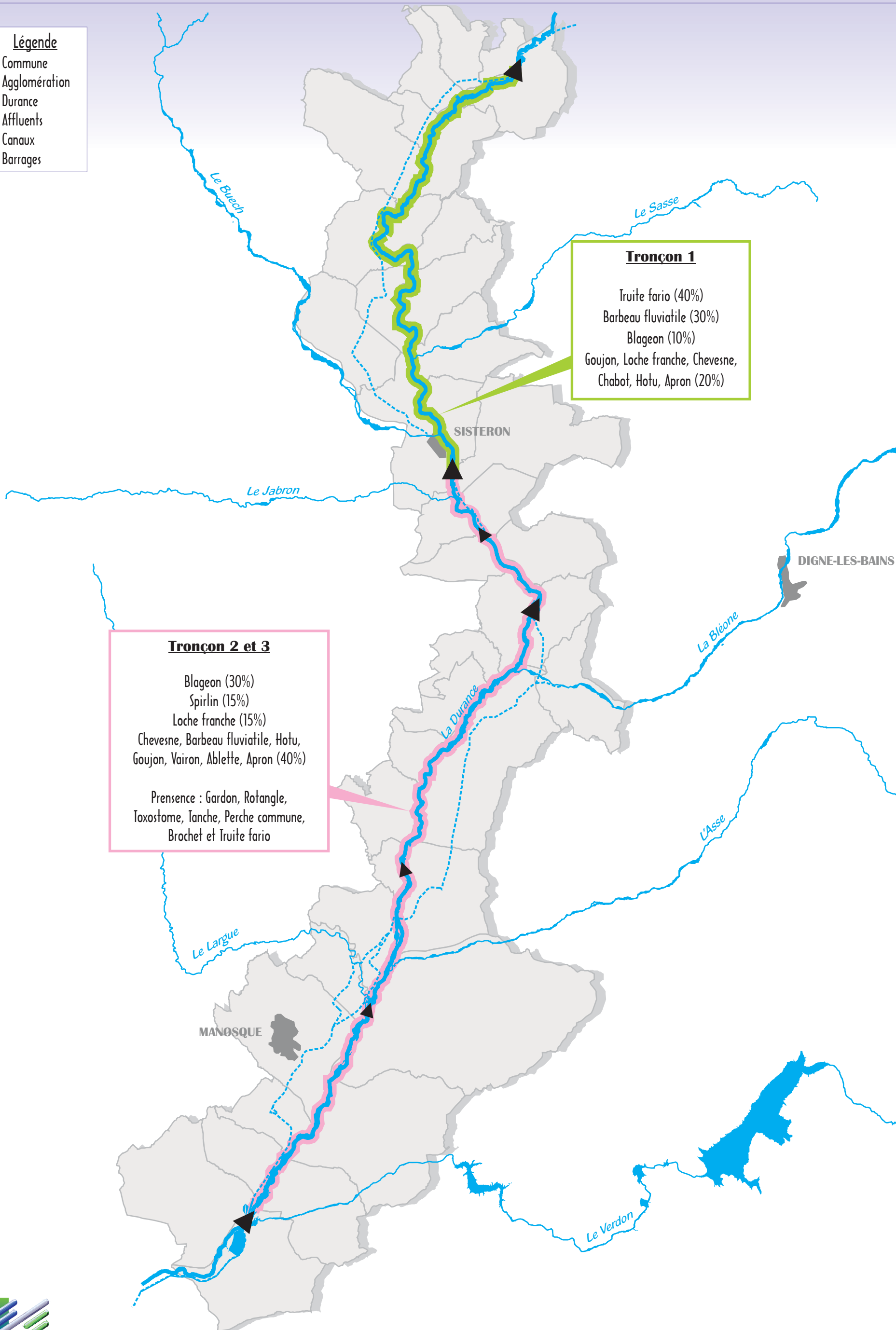
A l'image du tronçon précédent, le cours d'eau présente des caractéristiques de zone à barbeaux fluviatiles.

PEUPELEMENT PISCICOLE ACTUEL DE LA ZONE D'ETUDE

3

Légende

- Commune
- Agglomération
- Durance
- Affluents
- Canaux
- Barrages



Tronçon 1

- Truite fario (40%)
- Barbeau fluviatile (30%)
- Blageon (10%)
- Goujon, Loche franche, Chevesne, Chabot, Hotu, Apron (20%)

Tronçon 2 et 3

- Blageon (30%)
- Spirin (15%)
- Loche franche (15%)
- Chevesne, Barbeau fluviatile, Hotu, Goujon, Vairon, Ablette, Apron (40%)
- Prensence : Gardon, Rotangle, Toxostome, Tanche, Perche commune, Brochet et Truite fario



I.2.2. Peuplement piscicole

I.2.2.1. Distribution géographique initiale et actuelle :

– Etat initial:

Il n'existe pas de données précises sur les peuplements de la Durance avant aménagement, cependant, une reconstitution a été tentée à partir de concepts fondamentaux de l'hydroécologie (Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance Etude "Milieux Naturels" Moyenne et Basse Durance, 1998). Par ailleurs, une carte piscicole des Hautes Alpes a été établie par LEGER en 1934 avant la construction de Serre-Ponçon et reprise par RABOTIN (2002) et BEAUDOU & LANGON (2005). Cette carte a été réalisée grâce à des pêches scientifiques, des enquêtes auprès des pêcheurs. Elle avait pour but principal de recenser à titre scientifique et pour les pêcheurs, la présence et les abondances des différentes espèces piscicoles présentes sur le département des Hautes Alpes. Les indications suivantes se basent donc sur ces travaux.

A l'amont de Sisteron, la truite était dominante avec la présence du chabot, du blageon du vairon, du toxostome et de la vandoise. A l'aval, le peuplement se caractérisait par des espèces de courant tels que les salmonidés, des espèces accompagnantes (vairons, chabots) et des cyprinidés d'eau vive (blageon, chevaine, goujon, barbeau, hotu, lotte, toxostome, vandoise, spirilin) occupant l'ensemble des tresses actives du lit vif. Les peuplements suivaient une évolution longitudinale progressive de l'amont vers l'aval avec une diminution de la représentation relative des salmonidés de la loche France et du vairon, la disparition progressive du chabot, l'augmentation du nombre de cyprinidés rhéophiles et de la lotte et enfin l'inversion des dominances au sein des cyprinidés d'eau vive, blageon, hotu et toxostome d'abord et spirilin, barbeau, vandoise et chevesne ensuite. La cartographie de Leger (1934) montre la présence de l'anguille sur tout le linéaire avant la construction des barrages.

La description par tronçon peut être réalisée en considérant le découpage présenté précédemment. Sur le tronçon 1 correspondant au premier tronçon (Espinasse-Sisteron) de l'étude de BOUCHARD (1996) le blageon était commun voire dominant, le barbeau fluviatile et le chevaine assez communs. La truite fario, le chabot, le vairon, le toxostome, la vandoise et l'anguille étaient également présentes sur ce tronçon.

Sur les tronçons 2 et 3, avec un niveau typologique théorique B4-B5 (milieu optimal pour la truite, le vairon, la loche franche et l'ombre), le peuplement aurait été principalement composé de cyprinidés d'eau vive comme le blageon, le chevesne, le goujon, avec la présence de la truite, du chabot, du hotu, de la vandoise, du toxostome, de la lotte du spirilin.

– Etat actuel (Cf. planche 3) :

Le tronçon 1 est principalement colonisé par la truite fario (40%), le barbeau (30%) et le blageon (10%). Le goujon, la loche franche, le chevesne, le chabot et le hotu sont également présents.

Selon le même auteur, les tronçons 2 et 3 de la zone d'étude sont essentiellement colonisés par le blageon (30%), le spirilin (15%) et la loche franche (15%). Le chevesne, le barbeau fluviatile, le hotu, le goujon, le vairon et l'ablette constituent le reste du peuplement. Sont également présents en faible proportion, le gardon, le toxostome, la

tanche, la perche commune et le brochet. La présence de la truite fario dans cette partie est essentiellement due aux affluents.

L'existence d'un gradient amont-aval semble évidente, toutefois, l'aménagement de la Durance a entraîné des modifications importantes du milieu touchant ainsi la structuration longitudinale des peuplements. L'augmentation des températures estivales, la diminution des largeurs et surfaces mouillées à l'étiage, la modification des pentes et des écoulements ont fait apparaître une nouvelle structure et des inversions de dominance dans le peuplement piscicole de la Durance. La zonation altitudinale tend ainsi à s'atténuer et l'activité humaine induit des variations dans l'ichtyofaune. Sur la partie amont par exemple, l'introduction du saumon de fontaine explique en partie la diminution de l'aire de répartition du chabot. De la même façon, le brochet est retrouvé depuis Avignon jusqu'à Serre-Ponçon dans des zones localisées présentant des caractéristiques bien différentes de la majeure partie de la Durance originelle.

La répartition des diverses espèces de poissons dans la Durance montre une très nette domination des cyprinidés dans tout le secteur aménagé. Un glissement typologique est observé avec l'augmentation d'espèces lénitophiles. Celles-ci sont dominantes dans les zones anthropisées telles que les anciennes extractions de graviers et les zones d'influence des barrages. Ces habitats totalement différents des habitats initiaux abritent ainsi des espèces telles que le rotengle, le gardon, l'ablette, la brème, la tanche le brochet ou la carpe, espèces initialement absentes sur le secteur. Ces modifications ont donc entraîné une augmentation du nombre d'espèces par addition aux espèces présentes initialement. Les cyprinidés rhéophiles se retrouvent quant à eux principalement en dehors de la zone d'influence des barrages tout au long de la Durance avec une dominance du spirilin et du chevesne à l'aval alors que le blageon est retrouvé de façon plus importante dans la partie amont de la Durance aménagée. Depuis la mise en place d'une rampe à anguille sur le barrage de Mallemort en 2003, l'anguille est susceptible de remonter jusqu'au barrage de Cadarache au droit duquel elle est a priori bloquée celui-ci n'étant pas équipé d'ouvrage de franchissement.

I.2.3. L'Apron

I.2.3.1. Protection et réglementation relatives à l'Apron :

L'Apron figure parmi les espèces "gravement menacées d'extinction" (CR) dans la dernière classification (IUCN Red List) établie par l'Union Internationale de Conservation de la Nature (1996). Il est placé dans la catégorie espèces "en danger" E dans la liste rouge de la faune menacée en France.

Au niveau national, l'Apron est protégé par l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégés sur l'ensemble du territoire national (JO du 22 décembre 1988). L'article 1 de cet arrêté précise que sont interdits en tout temps et sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement des œufs, la destruction ou la dégradation des milieux et des lieux de reproduction désignés par l'arrêté préfectoral. A ce jour, un seul arrêté de protection de biotope existe pour l'Apron, il date de 1986 et concerne une portion de la rivière Asse dans les Alpes de Hautes-Provence.

L'arrêté du 9 juillet 1999 (JO du 28 août 1999) précise pour l'Apron du Rhône, que le prélèvement, la capture, le transport en vue d'une réintroduction dans la nature ne

peuvent s'effectuer que sur autorisation exceptionnelle individuelle du ministre chargé de l'environnement. L'Apron du Rhône est donc strictement protégé par la loi française.

Au niveau international, cette espèce est inscrite aux annexes II et IV de la directive "Habitats-Faune-Flore" n°92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages. L'annexe II concerne les espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. L'annexe IV concerne les espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

L'Apron est également cité à l'annexe II de la convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (JO du 28/08/1990 et du 20/08/1996). Cette annexe concerne les espèces de faune strictement protégées.

1.2.3.2. Biologie

- Habitats

L'Apron se retrouve sur des cours d'eau situés entre 30 et 450 m d'altitude en système siliceux ou karstique (ADAPRA et DIREN, 1999 in...). Les secteurs colonisés présentent très généralement une alternance de zones de courant et de zones plus profondes et plus calmes. Une étude effectuée sur la Beaume met en évidence que les aprons se rencontrent principalement sur les plats, les profonds et les chenaux lenticulaires en dehors de la période de reproduction (Mai à Janvier). Alors que les femelles colonisent un seul type de faciès alors que les mâles sont observés dans les 10 à 20 m les plus en amont des radiers pendant la période de frai (février à avril).

Il est difficile de dégager une classe typologique généralisable à l'ensemble du bassin du Rhône mais l'Apron semble se situer plutôt dans une zone de rivière réduite, moins courante que les milieux de vie de la Truite fario mais abritant l'Ombre commun ou des cyprinidés d'eaux vives comme les blageons, chevaines, spirilins, barbeaux, goujons, hotus...

La gamme des modules annuels sur les zones à Apron varie de 5 m³/s à 40 m³/s (sauf Rhône). Les étiages peuvent y être très sévères: 0.56 m³/s sur le Buech, 1.1 m³/s sur la Lanterne.

L'Apron affiche une large tolérance aux conditions du milieu, tant au niveau du pH et de la conductivité qu'au niveau de la température. En effet, il apparaît qu'il résiste tout aussi bien à des températures proches de 0°C qu'à de très fortes chaleurs.

Vernaux (1981) associe un indice de polluo-sensibilité de 3.5 (sur une gamme de 3 à 8), juste après l'Ombre et le Poisson-chat.

Les principales caractéristiques des habitats colonisés par l'Apron ont été dégagés par Danancher, Labonne et Bardonnnet (article en cours de validation) sur la Beaume en exprimant la probabilité de capture des aprons pour chaque variable morphodynamique (granulométrie, hauteur d'eau et vitesses de courant). Ainsi les probabilités de capture sont les plus fortes pour les caractéristiques suivantes :

- granulométrie allant de sable à cailloux.
- une hauteur d'eau de 0.25 à 0.5 m (pas d'individus retrouvés pour des hauteurs d'eau supérieures à 80 cm).
- des vitesses de courant situées entre 0.05 et 0.15 m/s.

Les gammes préférence en fonction des paramètres hydrodynamiques et de substrat sont présentées par les graphiques de l'annexe 4.

On notera néanmoins une différence de comportement entre la Beaume et la Durance se caractérisant par une colonisation des radiers plutôt périodique sur la Beaume correspondant plus à la période de reproduction tandis que sur la Durance, la colonisation des radiers s'avère effective tout au long de l'année.

- Reproduction

La période de reproduction se situe de février à avril dans des eaux fraîches (11 à 14 °C). La frayère est installée sur un radier, sur la partie la plus profonde (20 à 30 cm à la Beaume). Les mâles s'y installent quasi-exclusivement un mois avant la ponte et peuvent se trouver à moins d'un mètre les uns des autres. Le plat abrite indifféremment mâles, femelles et juvéniles alors que dans la mouille ce sont surtout les femelles de grande taille qui sont observées. Les femelles se déplacent vers les mâles pour pondre dans le radier. La fécondité moyenne des femelles est évaluée aux alentours de 1200 œufs (musée Guimet de Lyon, faculté de Grenoble).

- Locomotion – Migration

L'Apron est un poisson typiquement benthique et ne se déplace que très rarement en pleine eau. C'est une espèce nocturne avec un comportement territorial marqué. D'après Labonne et Gaudin (2000) trois échelles de déplacement ont été identifiées:

- des déplacements journaliers au cours desquels le poisson peut parcourir entre 50 et 250 m
- des déplacements de 500 m à 1 km à des fréquences faibles
- des déplacements de plusieurs kilomètres voire plusieurs dizaines de kilomètres sont possibles, ils permettent la colonisation d'habitats lointains (si la connectivité de la rivière est effective). Selon Danancher (2005), sur la rivière Beaume, ce type de migration concernent principalement les adultes (25%) même si les juvéniles semblent réaliser de probables déplacements passifs en dérive voire en dispersion active vers l'amont pour certains d'entre eux.

- Anatomie

L'Apron, comme tout les percidés, se caractérise par une vessie natatoire fermée. Ces poissons sont dits « physoclistes ».

La vessie natatoire est un organe d'allègement volumineux, rempli de gaz. Elle sert à équilibrer le poisson à une certaine profondeur en fonction de la pression.

La vessie natatoire peut fonctionner de 2 manières différentes en fonction que le poisson soit « physostome » ou « physocliste ». Chez les premiers, la vessie natatoire est reliée à l'intestin par un canal pneumatique. Ils ont, grâce à lui, la possibilité de gérer la quantité de gaz présente dans la vessie soit par relargage de gaz dans l'eau soit absorption de gaz dans l'eau ou encore par absorption de gaz à la surface.

Chez les seconds, les « physoclistes », la vessie natatoire est gonflée (et dégonflée) par des gaz absorbés exclusivement dans l'eau et transportés par le sang des poissons (le relargage se fait alors via les branchies).

Parmi les poissons dits « physostomes » on trouve : les ésoctés (tel le brochet), les cyprinidés (comme les carpes, brèmes, tanche...), les anguillidés, cobitidés, siluridés et ictaluridés (poisson chat). Ceux ci ont la possibilité de régler la pression de leur vessie natatoire par échange gazeux avec l'eau mais aussi avec l'air (exceptionnellement). Ils peuvent également « dégazer » des bulles de gaz via l'œsophage.

Les « physoclistes » n'utilisent leur vessie natatoire que par des échanges gazeux avec l'eau via le sang (ils ne peuvent pomper les gaz à l'air libre). Parmi les physoclistes on trouve les percidés et la lote.

De par leur anatomie, les « physoclistes » sont particulièrement sensibles aux dépressions brusques (remontée rapide des profondeurs vers la surface, ...) pouvant entraîner la mort par éclatement de la vessie natatoire.

1.2.3.3. Distribution géographique initiale et actuelle sur le bassin de la Durance :

Les données sur les populations d'aprons avant les aménagements de la Durance restent sommaires, les premières investigations spécifiques à l'Apron n'étant apparues que vers les années 1990. Selon l'étude de BOUTITIE (1984), en 1900 l'Apron était présent tout au long de la Durance, cette répartition est retrouvée par la reconstitution analytique des peuplements sur la Durance (Étude "Milieux Naturels" Moyenne et Basse Durance). D'après LEGER (1934) l'espèce n'était pas retrouvée en amont de Serre-Ponçon, la limite amont de son aire de répartition se trouvait au niveau de la commune de Tallard.

L'aire de répartition actuelle de l'Apron se réduit, selon les mêmes auteurs, à la moyenne Durance. De nouvelles données chiffrent la réduction de la répartition de l'espèce dans le bassin du Rhône à 17% du linéaire colonisé initialement (380 km contre 2200 km en 1900) (PERRIN, 1988).

Il est présent depuis le barrage de la Saulce jusqu'au barrage de Cadarache, une seule observation a été effectuée juste en aval de ce barrage, l'espèce est ensuite absente jusqu'à la confluence avec le Rhône.

De façon plus précise, une synthèse sur la répartition de l'Apron sur la Durance et d'autres cours d'eau de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été effectuée et présentée selon le même découpage que précédemment:

En amont du barrage de Serre-Ponçon et jusqu'au barrage de la Saulce, la présence de l'Apron n'est pas signalée.

Tronçon 1 : Entre le barrage de la Saulce et le barrage de St-Lazare, de nombreux échantillonnages ont été effectués (CSP, Université Marseille) et mettent en évidence la présence de l'Apron sur l'ensemble du tronçon.

Tronçon 2 : Des observations d'aprons ont été réalisées au niveau de la confluence avec le Jabron. (1986,1993, 1995, 2002)

Tronçon 3 : Bien qu'aucune prospection spécifique n'y ait été menée, la présence de l'Apron a été signalée à plusieurs reprises sur ce tronçon. Entre le barrage de l'Escale et le barrage de la Brillanne, l'Apron a été observé régulièrement (1987, annuellement depuis 1992). Entre le barrage de la Brillanne et le barrage de Cadarache, les principales captures sont effectuées au niveau de Manosque mais il est vraisemblable que tout le tronçon soit colonisé par l'espèce.

L'Apron est également présent sur les principaux affluents de la Durance comme le Buëch, la le Jabron, la Bléone, l'Asse et le Verdon.

Enfin, on notera la présence d'individus dans les canaux de dérivation EDF, notamment dans le canal d'Oraison (cf. tableau 2). Ces individus ont été capturés lors des opérations de vidange des canaux.

1.2.3.4. Suivi de l'Apron sur la Durance :

Les données sur l'Apron dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse proviennent soit d'inventaires piscicoles soit d'échantillonnages ciblés sur l'espèce.

Jusque dans les années 90, les échantillonnages non ciblés sur l'espèce étaient la seule source de donnée. Il s'agit de signalements effectués par des pêcheurs ou des observateurs du CSP, du CEMAGREF..., soit d'opérations d'inventaire, de sauvetage ou de sondages réalisés par pêche électrique sans que l'on ait ciblé l'opération sur l'Apron. Des techniques spécifiques pour l'observation et la capture de l'Apron ont ensuite été établies.

L'observation nocturne, mise au point avec la collaboration des brigades du CSP par Perrin et Faton en 1996 (Réserve Naturelles de France). Spécialement adapté à l'Apron, cette technique utilise les caractéristiques comportementales et physiologiques de cette espèce. En effet, l'activité de l'Apron est essentiellement nocturne et les yeux de l'Apron reflètent de façon spécifique la lumière incidente ce qui permet de les localiser facilement à l'aide d'une lampe torche.

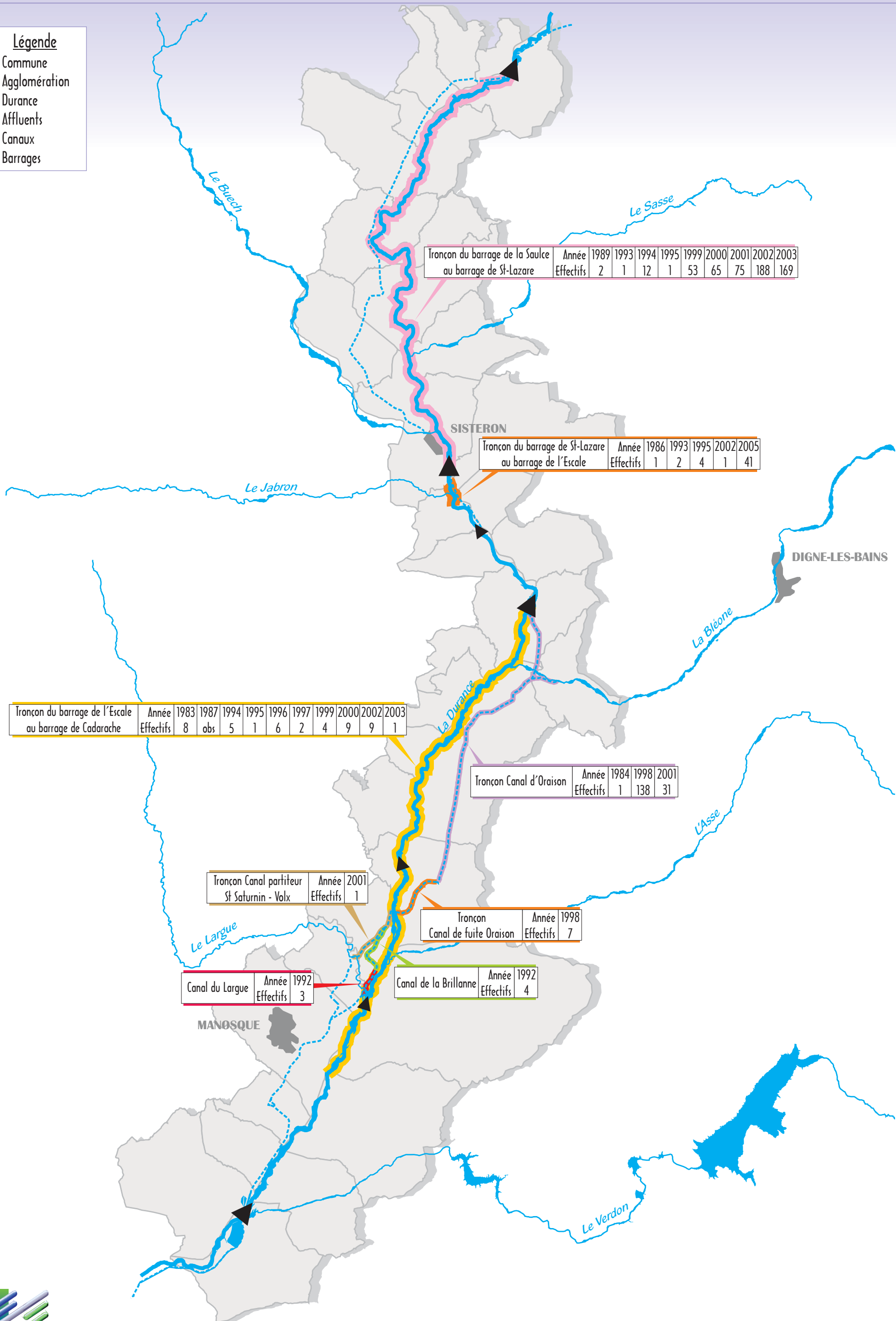
La pêche électrique "Apron" est une méthode de prospection utilisée depuis 1994 qui s'adapte aux caractéristiques du poisson. La technique consiste à former un "mur" d'épuisette en aval de l'anode afin de récupérer le maximum de poissons dérivant en général à proximité du fond du fait de leur comportement benthique.

Des observations subaquatiques ont été menées en 1994 dans le nord du bassin RMC. Cette méthode de prospection a été standardisée, notamment dans le Doubs suisse mais elle reste conditionnée par la turbidité du cours d'eau et le niveau d'expérience des plongeurs.

SYNTHESE DES OBSERVATIONS D'APRONS SUR LA ZONE D'ETUDE 4

Légende

- Commune
- Agglomération
- Durance
- Affluents
- Canaux
- Barrages



Tronçon du barrage de la Saulce au barrage de St-Lazare	Année	1989	1993	1994	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Effectifs		2	1	12	1	53	65	75	188	169

Tronçon du barrage de St-Lazare au barrage de l'Escale	Année	1986	1993	1995	2002	2005
Effectifs		1	2	4	1	41

Tronçon du barrage de l'Escale au barrage de Cadarache	Année	1983	1987	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2002	2003
Effectifs		8	obs	5	1	6	2	4	9	9	1

Tronçon Canal d'Oraison	Année	1984	1998	2001
Effectifs		1	138	31

Tronçon Canal partiteur St Saturnin - Volx	Année	2001
Effectifs		1

Tronçon Canal de fuite Oraison	Année	1998
Effectifs		7

Canal du Largue	Année	1992
Effectifs		3

Canal de la Brillanne	Année	1992
Effectifs		4

1.2.3.5. Synthèse des données actuelles de présence :

Le tableau ci-après synthétise le nombre d'aprons capturés ou observés sur la Durance, les affluents et les canaux de dérivation EDF ². Le nombre de captures est regroupé par année et par zone d'investigation.

Durance										
Du Barrage de la Saulce au Barrage de St-Lazare	1989	1993	1994	1995	1999	2000	2001	2002	2003	
	2	1	12	1	53	65	75	188	169	
Du barrage de St-Lazare au barrage de l'Escale	1986	1993	1995	2002	2005					
	1	2	4	1	41					
Du barrage de l'Escale au barrage de Cadarache	1983	1987	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2002	2003
	8	obs.	5	1	6	2	4	9	9	1
Affluents										
L'Asse	1983	2000	2002							
	3	2	7							
Le Jabron	1 seule observation (capture lors d'une pêche de sauvetage en 1994)									
La Bléone	Observé en aval de Prat, présence présumée en aval de Digne									
Le Buech	1978	1979	1989	1994	1996	1997	1998	1999	2000	
	1	1	4	1	1	1	21	11	1	
Le Verdon	1974	1976	2001	2002	2003					
	5	3	119	276	34					
Canaux EDF										
Canal d'Oraison	1984	1998	2001							
	1	138	31							
Canal de fuite Oraison	1998									
	7									
Canal partiteur St Saturnin - Volx	2001									
	1									
Canal de la Brillanne	1992									
	4									
Canal du Largue	1992									
	3									

Tableau 2 : Synthèse des observations d'aprons sur le bassin de la Durance

Les résultats de ce tableau relatif à la zone d'étude (Durance et canaux EDF) sont illustrés par la planche 4.

² BEAUDOU D., LANGON M., Synthèse et valorisation des connaissances sur la présence de l'apron (Zingel asper) en Provence-Alpes-Côte d'Azur, CSP-Délégation de Montpellier (2004)

Si la présence de l'Apron est attestée du barrage de la Saulce à Cadarache, l'analyse des résultats des investigations menées sur le bassin semble montrer les populations d'aprons les plus abondantes sur la Durance se situent en amont du barrage de l'Escale.

Les récentes investigations³ menées entre le barrage de St Lazare et le seuil de Salignac confirment la présence d'une population intéressante. Il s'agit d'une première estimation basée sur une investigation par pêche électrique "Apron" menée en octobre 2005 sur les principaux radiers situés sur ce tronçon. Au total, 41 aprons ont été capturés en 16 points de pêche. Les résultats des estimations révèlent une densité en Apron entre 10 et 20 individus/100 m linéaire de radier sur le tronçon étudié.

L'Apron est également présent en aval du barrage de l'Escale. Malgré l'imprécision des effectifs due au faible nombre de prospections ciblées, la densité des populations apparaît moindre qu'en amont.

Sur les affluents, le Verdon en amont de la retenue de Ste Croix présente la population d'Apron la plus importante mais déconnectée de la Durance.

Sur le Buëch, l'Apron est rencontré depuis la confluence avec la Durance jusqu'au barrage de St Sauveur.

Sur le Jabron, une seule observation est disponible sur ce cours d'eau et concerne la capture d'un individu lors d'une pêche de sauvetage en avril 1994 1,5km en amont de la confluence avec la Durance.

Sur la Bléone, les observations sont limitées, l'espèce a été observée en aval de Prat (Boutitie, 1984) et sa présence serait présumée en aval de Digne (Dereuder, com. pers). La seule capture a été réalisée lors de la vidange du canal de la prise d'eau de Malijai en juillet 2001 mais il est possible que l'individu provienne du canal d'Oraison, la présence de l'Apron reste donc hypothétique.

Sur l'Asse, la présence de l'Apron est confirmée mais les populations ne sont pas quantifiées.

Enfin sur le Largue, aucun signalement de l'espèce n'a été réalisé.

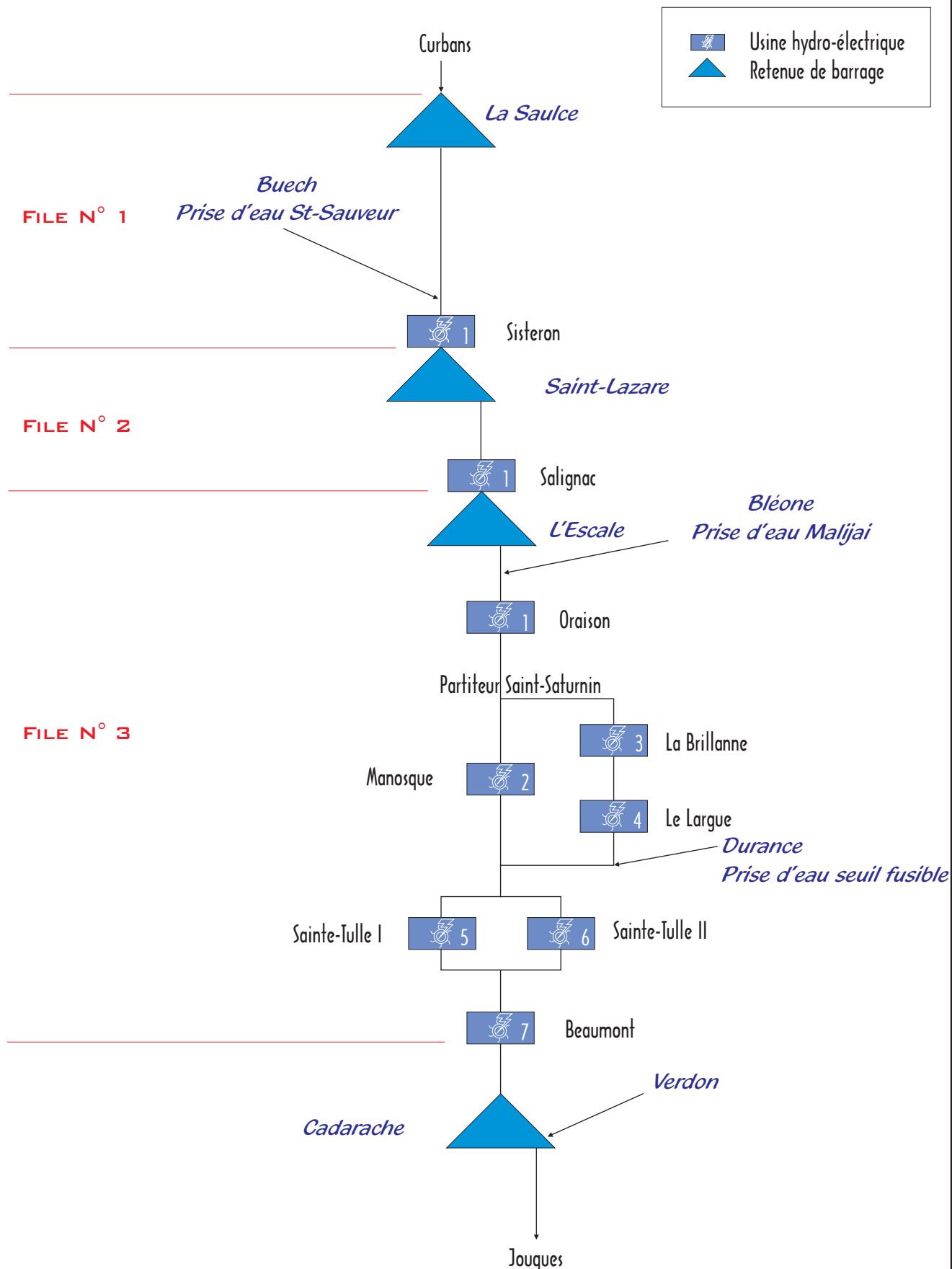
Les pêches de sauvetage effectuées lors des vidanges ont montré la présence de l'Apron dans les canaux EDF. Ces observations confirment la capacité de l'Apron à effectuer des déplacements longs de plusieurs dizaines de kilomètres.

- Investigations en cours et à venir

Sur la Durance, les effectifs en aval de Sisteron restent encore imprécis, ce secteur nécessite un suivi des populations d'Apron plus régulier. Une opération de suivi par marquage est en cours sur le secteur de Salignac afin d'étudier le comportement de migration du poisson. Ces investigations se déroulent dans le cadre de mesures compensatoires au curage d'atterrissements de graviers en aval de l'usine de Salignac. Sur le secteur de Ste-Tulle¹ des prospections ciblées et non ciblées sont menées dans le cadre d'une expérimentation sur la modulation du débit réservé. Les données de ces deux études ne sont pas encore disponibles.

Sur la plupart des affluents la présence de l'Apron reste à vérifier voire à quantifier, en particulier sur l'Asse ou la Bléone. Sur le Buëch le secteur situé en amont du barrage St Sauveur n'a pas pour l'instant pas fait l'objet d'un échantillonnage ciblé. Sur le Verdon, la population en amont de Ste Croix est déconnectée de la Durance et nécessiterait une

³ EDF, maison régionale de l'eau, Université de Provence, 2005



étude génétique afin d'en préciser son statut. La population en aval de la retenue mériterait un suivi plus fin afin d'en quantifier l'importance.

I.3. Usages

I.3.1. Caractéristiques des installations hydroélectriques et fonctionnement

I.3.1.1. Configuration des aménagements

Les installations hydroélectriques de la zone d'étude se caractérisent par un nombre de barrages deux fois inférieur au nombre d'usines soit 4 barrages-retenues (La Saulce, St Lazare, L'Escale, et Cadarache) pour 9 usines (Sisteron, Salignac, Oraison, La Brillanne, Le Lague, Manosque, Ste Tulle I, Ste Tulle II et Beaumont). Ceci se traduit par un découpage en trois files, chaque file étant séparée de la suivante par une retenue intermédiaire comme l'illustre la planche 5.

Les deux premières files comportent une usine chacune, tandis que la dernière comprise entre l'Escale et Cadarache comporte 7 usines à la suite avec une configuration en série et en parallèle.

La zone d'étude comprend un barrage complémentaire situé sur la Durance au niveau de Manosque constitué d'un barrage fusible appelé prise d'eau de Ste Tulle. Cette prise d'eau complète l'alimentation des usines de Ste Tulle I et II.

Les usines sont également alimentées par deux prises d'eau, hors zone d'étude, sur les affluents de la Durance : prise d'eau de Malijai sur la Bléone et prise d'eau de St Sauveur sur le Buëch.

Deux autres ouvrages sont pris en compte dans la zone d'étude. Il s'agit des seuils de Salignac et de la Brillanne. Le premier constitue un ouvrage de stabilisation du fond de la Durance tandis que le second est une ancienne prise d'eau EDF actuellement utilisée par le canal de l'ASA de la Brillanne.

L'ensemble des aménagements de la Durance constituent une dérivation de la rivière sur un linéaire d'une centaine de km avec près de 100 km de canaux entrecoupés par les retenues de St Lazare et de L'Escale.

I.3.1.2. Principe des aménagements

Une unité hydroélectrique est généralement composée d'une prise d'eau, d'un canal d'aménée, d'une chambre d'eau, d'une ou plusieurs conduites forcées, d'une ou plusieurs turbines et d'un canal de fuite.

La prise d'eau permet de prélever les eaux de la retenue créée par le barrage. Ce dispositif est absent dans le cas d'usine en série, celles-ci étant alors reliées entre-elles par le canal d'amenée.

Les eaux prélevées sont acheminées vers l'usine au moyen d'un canal d'amenée. Ce canal dérive les écoulements de la rivière suivant une pente 20 à 40 fois inférieure à celle du cours d'eau permettant ainsi de gagner de la hauteur de chute (environ 2 à 3 mètres par km de cours d'eau).

La communication entre le canal d'amenée et l'usine se fait à partir d'une chambre d'eau assurant la mise en charge des écoulements vers la ou les conduites forcées.

Ces dernières alimentent les turbines de l'usine, les eaux étant rejetées vers l'aval au moyen d'un canal de fuite.

Le schéma type d'une unité hydroélectrique est présenté par la planche 6.

1.3.1.3. Caractéristiques des aménagements

Les caractéristiques des aménagements sont illustrées par les fiches de l'Atlas technique. Les paragraphes ci-après présentent une description générale de ces aménagements.

- **Barrages :**

Ce sont des ouvrages de type barrage mobile équipés de vannes segment une hauteur de chute comprise entre 7 et 21 m. Certaines de ces vannes sont équipées de clapets de surface. En période de crue, ces derniers assurent la régulation fine du plan d'eau par surverse pour les faibles débits, tandis que les vannes segment permettent l'évacuation des forts débits.

La zone de réception en pied de barrage est constituée d'une dalle de béton en forme de cuillère formant un bassin de réception d'une profondeur variable, faible voire assec en pied de vanne pour atteindre à mi-longueur une profondeur maximale puis remonter progressivement jusqu'au rattrapage du fond naturel du cours d'eau.

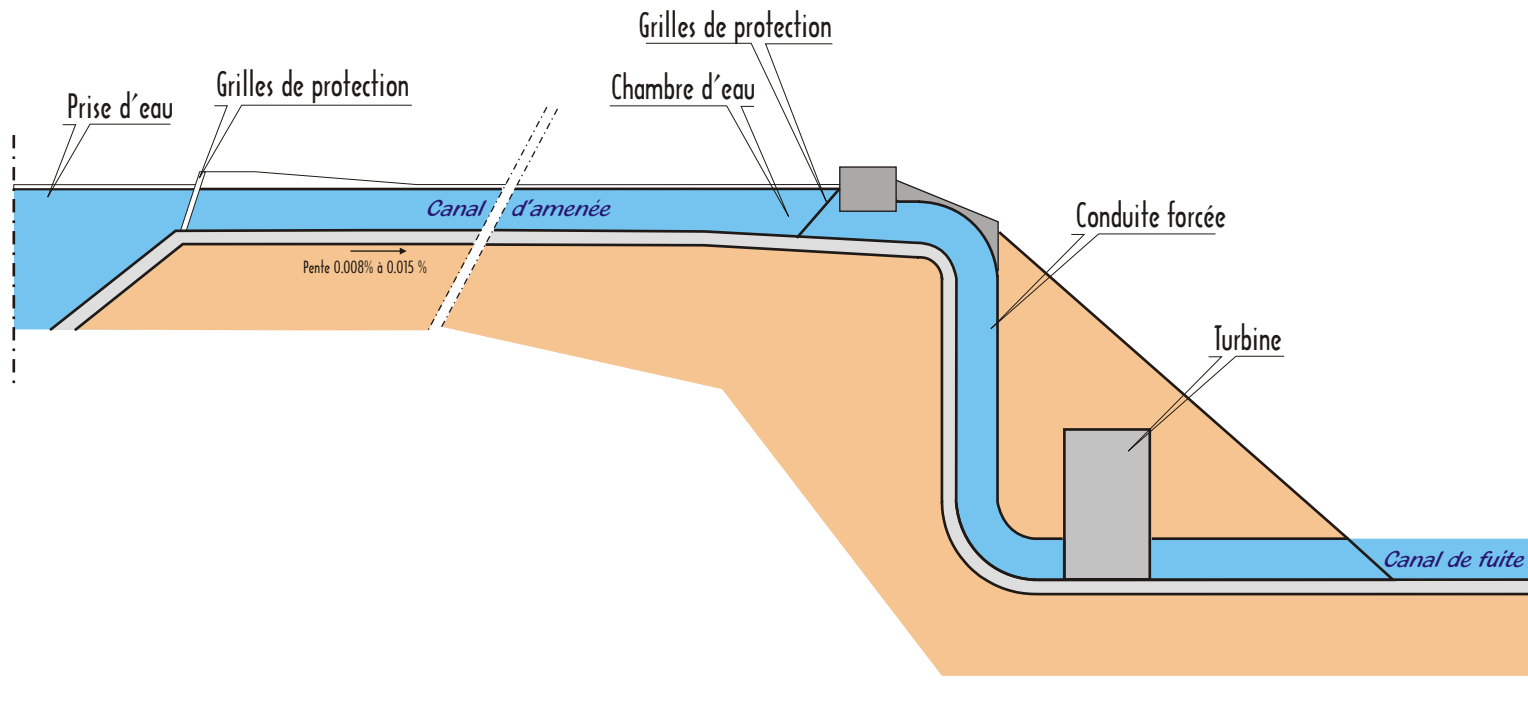
Les barrages sont équipés de dispositifs de débit réservé assurant le maintien en eau des tronçons court-circuités de la Durance. Le débit réservé compris entre 2 et 4.5 m³/s et est restitué par un dispositif à forte charge de type orifice calibré. La restitution se fait en pied de barrage avec un prélèvement direct dans la retenue ou dans la prise d'eau du canal d'amenée.

Les barrages sont équipés d'une prise d'eau pour l'alimentation des usines.

Cas particuliers :

- Salignac :

Le seuil de Salignac est un ouvrage de stabilisation des fonds de la Durance ainsi que de protection des conduites d'irrigation du captage de l'ASA Château-Arnoux.



Positionné à l'amont immédiat de la restitution de l'usine de Salignac, ce seuil présente une hauteur de chute théorique de 3.5 m. Sa hauteur de chute réelle dépend du niveau d'engravement de la Durance en aval ainsi que du débit turbiné par l'usine de Salignac. Suite aux opérations de curage de la Durance de juillet et août 2006, la chute s'établit entre 1.5 et 2.7 m. Néanmoins, l'aval immédiat du barrage n'ayant pas fait l'objet de curage, celui-ci ayant débuté 300 m plus en aval, il apparaît probable que la chute augmente sous l'effet d'érosion régressive pour s'établir entre 1.5 et 3.5 m. Il s'agit d'une estimation basée sur les niveaux d'eau théoriques en sortie de l'usine après les opérations de curage (niveau bas 341 m NGF, niveau haut 343 m NGF), en considérant qu'à terme les niveaux s'équilibreront.

Il s'agit d'un ouvrage fixe en béton armé de type poids au parement aval incliné. Cet ouvrage est équipé en rive droite d'une échancrure d'une dizaine de mètre de large assurant le passage des écoulements d'étiage.

- La Brillanne :

Le seuil de la Brillanne est un ancien ouvrage EDF actuellement utilisé par l'ASA de la Brillanne pour alimenter son canal. Cet ouvrage constitué par un déversoir au tracé en V contrôle les écoulements de la Durance par le radier de l'ouvrage de décharge dont les vannes ont été démantelées.

La chute résiduelle actuelle est d'environ 1.55 m en période de basses eaux pour atteindre environ 1.75 m en eaux moyennes. Du fait de la configuration, la hauteur de chute augmente avec le débit de la Durance jusqu'à la surverse des eaux sur la crête du barrage. La tendance alors s'inverse jusqu'à effacement progressif de la chute en crue.

Le prélèvement du canal de la Brillanne est au maximum de 2.4 m³/s contrôlé par une vanne de régulation de type AVIO et module à masques. Le débit minimum restitué par le seuil de la Brillanne est fixé à 3.4 m³/s.

Le radier de l'ouvrage de décharge présente un parement aval incliné suivi d'une fosse de réception d'une profondeur variable comprise entre 0.5 et 1.5 m.

- Ste Tulle :

Le seuil de Ste Tulle est composé d'un merlon de graviers fusible positionné en travers de la Durance. Il oriente les écoulements de la Durance vers une prise d'eau alimentant le canal d'amenée des usines de Ste Tulle.

Le seuil fusible est reconstitué chaque année, partiellement ou totalement en fonction des crues de la Durance ainsi que des affluents tels que l'Asse.

Le prélèvement de la prise d'eau de Ste Tulle est au maximum de 15 m³/s contrôlé par deux vannes de régulation de type canal.

Le débit réservé est restitué par un déversoir en palplanche suivi d'un parement incliné en enrochements maçonnés. Le débit réservé est de 3.6 m³/s. La chute est de l'ordre d'une cinquantaine de centimètres à l'étiage. La fosse de réception est relativement profonde 2 à 3 m.

- **Prises d'eau et canaux d'amenée :**

Les prises d'eau d'alimentation des canaux de dérivation sont positionnées sur le coté gauche ou droit du barrage. Ces ouvrages, en prise directe avec la retenue, sont composés d'un canal béton de section rectangulaire au tracé droit ou courbe. La section de passage est adaptée aux débits transités et à la configuration de la prise. Elle varie entre 280 et 650 m² pour une largeur comprise entre 50 et 95 m. La profondeur des prises d'eau dépend de la cote de la retenue. Pour un niveau d'eau équivalent à la retenue normale, elle est comprise entre 6.5 et 8.5 m.

Ces prises d'eau sont protégées contre l'intrusion de corps flottants par des grilles à pan incliné dont les barreaux présentent un espacement compris entre 45 et 150 mm. Ces grilles de protection portent sur toute la section de passage. Ces grilles sont nettoyées par un dégrilleur semi-automatique au moyen de peigne ou grappin, pour évacuer les déchets sur une zone de dépôt via un canal de défeuillage.

Pour le site de St Lazare, la protection de la prise d'eau est complétée par une drôme flottante assurant un rôle de déflecteur de surface.

Pour les barrages de la Saulce et de Cadarache, les prises d'eau sont équipées de vannes de fermeture, de type segment. Ces vannes permettent de maintenir en eau le canal lors de l'abaissement significatif de la retenue (vidange, ou crue).

Les canaux d'amenée présentent une section trapézoïdale de 9 m en base avec des talus de ½ et une largeur en gueule variable de 44 à 55 m. La pente longitudinale est de 0.008 à 0.015 %. La finition du canal est en béton ou en revêtement bitumineux.

La hauteur d'eau dans les canaux est de l'ordre de 5 à 8 m pour une vitesse moyenne de 1.5 m/s. Les alluvions susceptibles d'entrer dans les canaux et de se déposer sur le fond sont essentiellement des éléments de faible diamètre s'étalant du limon au caillou fin (< 8 mm).

On notera que les canaux présentent des ouvrages spécifiques tels que :

- une galerie souterraine permettant le contournement des Pénitents des Mées,
- un répartiteur (St Saturnin) assurant l'alimentation en parallèle des canaux d'amenée de la Brillanne et de Manosque,
- passage en siphon sous la voie ferrée pour le raccordement entre le pont canal de la Durance et le canal d'amenée La Brillanne-Manosque.
- des ponts pour le franchissement des cours d'eau (pont canal de la Bléone et de la Durance),
- un déversoir latéral intermédiaire du canal de Sisteron.

Dans les deux derniers cas, ces ouvrages peuvent être, en fonctionnement exceptionnel, des points de décharge des écoulements des canaux vers la Durance.

- **Usine :**

Le raccordement du canal d'amenée avec l'usine se fait au moyen d'une chambre d'eau. Elle se compose dans un premier temps d'une partie à ciel ouvert constituée d'un canal en béton dont la section passe progressivement de la forme trapézoïdale à la forme rectangulaire sur une distance variable de 30 à 100 m suivant la configuration du site. La pente de la chambre d'eau augmente sensiblement par rapport au canal d'amenée pour atteindre une profondeur d'eau d'une dizaine de mètres.

La plupart des chambres d'eau présentent des déversoirs de décharge afin d'évacuer les écoulements en cas d'arrêt imprévu des turbines. Ces déversoirs alimentent alors des conduites ou canaux de contournement de l'usine (appelés déchargeur) avec rejet des eaux dans le canal de fuite. Sur certaines chambres d'eau ces déversoirs sont remplacés par une vanne latérale assurant le même rôle. La chambre d'eau comporte généralement des vannes de fond pour assurer la vidange de l'ouvrage ainsi que son dégravolement.

La chambre se poursuit par une partie couverte d'une dizaine à une vingtaine de mètres de long correspondant à la zone de mise en charge avant d'entrer dans les conduites forcées. Elle est équipée d'une ou plusieurs vannes en fonction du nombre de turbines afin de réguler le débit entrant. Une grille à pan incliné protège les turbines contre l'intrusion des corps flottants. Les barreaux présentent un espacement compris entre 100 et 200 mm. L'entretien est assuré manuellement au moyen de râtaux.

A la suite de la chambre d'eau, l'usine comprend une ou plusieurs conduites forcées en fonction du nombre de turbines. Le diamètre des conduites est compris entre 5 et 6 m. D'une longueur variable suivant la hauteur de chute, ces conduites aboutissent aux turbines.

Deux grands types de turbines équipent les usines de la Durance. Sept des neuf usines sont équipées de turbines du type Kaplan tandis que les deux restantes (Sisteron et Oraison) sont équipées de Francis.

Les turbines Kaplan sont adaptées aux basses chutes, généralement inférieures à 50 m. La turbine se caractérise par une roue en forme d'hélice dont les pales sont orientables. La vitesse de rotation est faible avec des espaces inter-pale assez importants engendrant une mortalité piscicole faible à modérée.

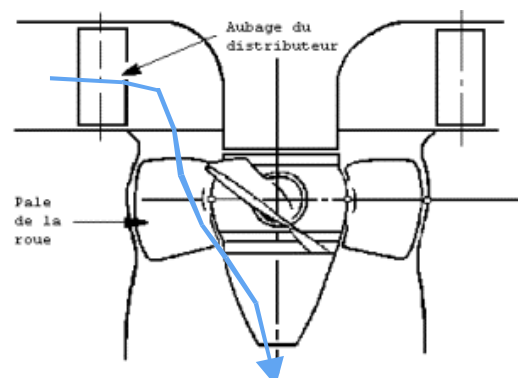


Figure 3 : Coupe de principe d'une turbine Kaplan

Les turbines Francis sont adaptées aux moyennes chutes, généralement inférieures à 100 m. La turbine se caractérise par une roue à aubes alimentée par une bêche à spirale. La vitesse de rotation est forte avec des espaces inter-aube assez faibles engendrant une mortalité piscicole modérée à forte.

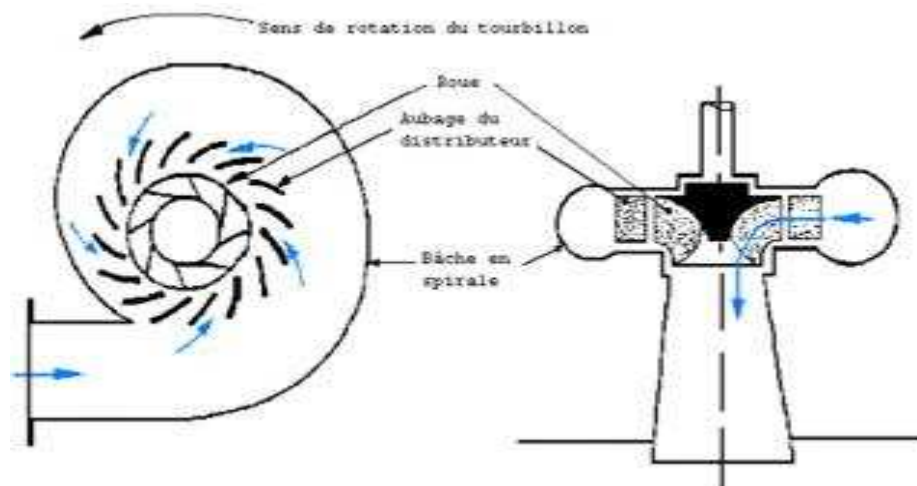


Figure 4 : Coupes de principe d'une turbine Francis

Les eaux « turbinées » sont évacuées par le canal de fuite en aval de l'usine. Ce canal peut être à ciel ouvert ou en galerie souterraine d'une longueur plus ou moins importante suivant la distance entre l'usine et le point de rejet dans le cours d'eau. Dans le cas de figure d'usine en file, le canal de fuite de l'usine amont est confondu avec le canal d'amenée de l'usine aval. D'une façon générale, les usines sont relativement éloignées des points de rejet dans le milieu naturel de par les hauteurs de chutes importantes et la position géographique des installations.

1.3.1.4. Fonctionnement

a) Description générale :

Depuis 1981, toutes les usines de la Durance depuis Serre-Ponçon, ainsi que les 3 usines du Verdon sont gérées depuis le Centre de Conduite Hydraulique (CCH) anciennement Poste Commun de Commandes (PCC) de Ste-Tulle.

L'exploitation centralisée permet de faire fonctionner les usines soit en écluse correspondant à un fonctionnement simultané et synchrone de ces usines en utilisant les canaux à « équivolune » (volume d'eau dans les canaux maintenus constants quelque soit le débit transité) soit au fil de l'eau maximal des chambres d'eau.

Les débits turbinés de chaque usine d'une file sont maintenus sensiblement identiques pour respecter la notion d'équivolune. Les retenues intermédiaires assurent un certain découplage entre les files. Les aménagements permettent un fonctionnement en

éclusées qui a pour objectif de turbiner un débit supérieur au débit entrant dans les retenues intermédiaires en les déstockant pendant certaines périodes de la journée où la consommation est importante (heures pleines) et, à l'inverse de turbiner un débit moindre pendant les heures creuses où la consommation est faible et reconstituer ainsi les réserves. Ceci se traduit par un certain marnage des retenues intermédiaires. Le découplage des files permet également de tenir compte des apports intermédiaires captés tout au long de la vallée.

Le fonctionnement de la chaîne est prévu quelques jours à l'avance en fonction des tendances à la consommation, de la production prévues par les autres unités : ce fonctionnement prédéfini est appelé « programme ». Celui-ci est ensuite réajusté en temps réel en fonction des conditions réelles de consommation, de production du réseau et hydrologiques (importance des apports intermédiaires).

b) Les niveaux d'eau :

Le fonctionnement des installations se traduit par des variations de niveau d'eau, que cela soit au niveau des retenues qu'au niveau des chambres d'eau des usines.

Les variations observées au niveau des retenues sont liées au phénomène de déstockage dû à un débit dérivé supérieur au débit entrant dans la retenue, tandis que pour les chambres d'eau celles-ci sont principalement dues à la pente de la ligne d'eau liée au phénomène de mise en vitesse des écoulements.

Les variations sont comprises entre 1 et 1.5 m. Ce phénomène est décrit par la figure 5 illustrant l'évolution du plan d'eau de St Lazare en fonction des débits entrants et sortants de la retenue. Pour chaque retenue et usine, le marnage en fonctionnement courant est présenté dans les fiches descriptives des ouvrages (cf. atlas technique) à travers les niveaux hauts et bas.

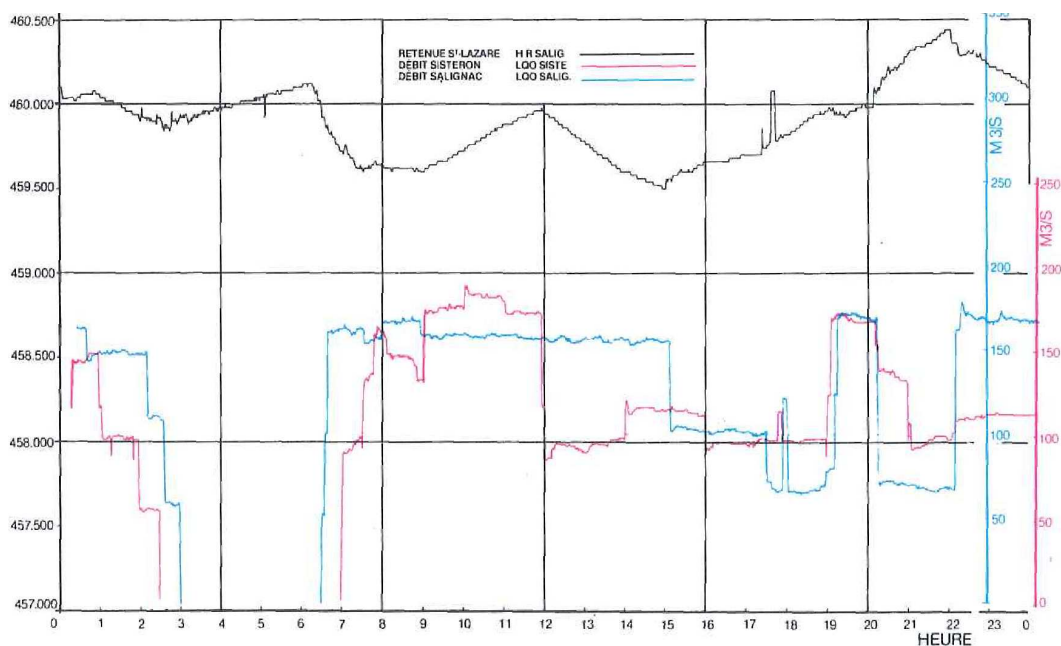


Figure 5 : Diagramme d'évolution de la hauteur de la retenue de Salignac en fonction des débits entrants et sortants (source EDF)

c) Les vitesses d'écoulement :

Les vitesses d'écoulement dans les prises d'eau et canaux sont liées aux débits dérivés mais également au niveau de remplissage des retenues.

Des mesures ont été effectuées à l'amont immédiat des grilles de protection des prises d'eau et des chambres d'eau des usines. Chaque ouvrage a fait l'objet d'une campagne de mesure et d'observation. Celles-ci ont portées sur l'orientation des veines d'écoulement ainsi que leurs vitesses. Etant donné les profondeurs importantes des ouvrages, les mesures et observations n'ont pu être réalisées qu'en surface. Les valeurs mesurées ont été extrapolées au débit maximal dérivé par l'ouvrage. Les valeurs de vitesse et l'orientation des écoulements sont présentées sous forme de schémas par les fiches descriptives des ouvrages (Cf. atlas technique).

Il apparaît que les vitesses moyennes d'écoulement en surface sont comprises entre 0.4 et 1.1 m/s pour les prises d'eau et 0.8 et 1.1 m/s pour les chambres d'eau. Les mesures de vitesses effectuées par EDF sur la prise d'eau de l'Escale jusqu'à des profondeurs de 6 mètres (cf. annexe 2) montrent qu'il y a peu d'écart entre les valeurs de surface et celles de pleine eau. Ceci provient de la faible rugosité du fond des canaux et des prises d'eau avec des valeurs de coefficient de Strickler estimées à 60.

Les vitesses présentent une homogénéité sur la section d'écoulement lorsque la prise d'eau ou la chambre d'eau présente un axe d'écoulement dans la continuité de celui de la retenue ou du canal d'amenée, autrement dit lorsque les écoulements suivent un tracé rectiligne. Les causes de dissymétrie des écoulements sont, pour les prises d'eau, un prélèvement latéral par rapport à l'axe de la retenue, et pour les chambres d'eau, une sinuosité du canal d'amenée ou une différence de débit turbiné en cas d'un équipement multigroupes.

Dans les canaux, les vitesses d'écoulement sont relativement homogènes comprises entre 1.4 et 1.7 m/s pour une moyenne de l'ordre de 1.5 m/s. Ces vitesses sont quasi constantes tout au long des canaux et ne sont que localement modifiées du fait des ouvrages hydrauliques (tunnel, pont canal, siphon, défluence, confluence). Ces ouvrages créent des variations de section d'écoulement entraînant de légères accélérations ou ralentissements s'accompagnant de modifications des profils de vitesses.

D'une manière générale, les écoulements dans les canaux et les prises d'eau sont proches du régime laminaire, avec ponctuellement des zones de faibles turbulences au gré des variations de sections ou irrégularités des profils des canaux.

d) La répartition des débits :

L'objectif de cette partie est d'évaluer les débits caractéristiques de la Durance au droit des différents ouvrages EDF. Cette évaluation permet de caractériser le fonctionnement hydrologique de chaque « branche » du réseau constitué par la Durance et les canaux, mais également la répartition globale des débits. L'ensemble de ces débits et caractéristiques de fonctionnement servira de base pour estimer la probabilité de passage des poissons dans les différents ouvrages.

- **Principe d'évaluation des débits :**

Au niveau de chaque ouvrage, l'hydrologie influencée est décrite de la façon suivante :

- Débit moyens mensuels et module, courbe des débits classés et débits d'étiages restitués en aval immédiat des barrages.
- Débits moyens mensuels et module entrant dans la prise d'eau du canal de dérivation.
- Débits moyens mensuels et annuels turbinés et pourcentage du temps global de turbinage au droit de chaque usine.

Données disponibles :

- La courbe des débits classés entrant aux barrages de St-Lazare, l'Escale et Cadarache (données EDF).
- Débits moyens mensuels et courbe des débits classés à l'aval immédiat du seuil de la Brillanne (données DIREN 1995-2006).
- Les débits moyens mensuels et annuels turbinés aux usines de Sisteron, Salignac, Oraison, la Brillanne, le Largue, Ste-Tulle, Beaumont et Jouques sur une chronique de 3 ans (2003-2005 ; données EDF).
- Les caractéristiques des crues sur la chronique 1993-2003 au droit du barrage de l'Escale.

Restitution à l'aval des barrages :

- ***courbe des débits classés :***

La courbe des débits classés en sortie des barrages est calculée sur la base de la courbe des débits classés en entrée fournie par EDF. A cette courbe est retiré le débit potentiellement turbinable jusqu'à atteinte du seuil de 500 m³/s à partir duquel l'ensemble du débit de crue est restitué à l'aval du barrage (cf. p.33 restitution à l'aval des barrages).

- ***module :***

Le module est calculé en réalisant la moyenne des débits par intégration de la courbe des débits classés.

- ***Débit moyens mensuels :***

Les débits moyens mensuels à l'aval des barrages sont reconstitués en tenant compte du débit de base caractérisé par le débit réservé et des débits de crue déversés. L'écart entre le débit réservé et le module précédemment calculé permet de définir le débit moyen déversé. Celui-ci est réparti mensuellement à partir de la distribution des débits

observés au droit du seuil de la Brillanne de 1995 à 2006 auxquels sont retranchés les débits réservés et les apports des bassins versant intermédiaires (environ 400 km²). Cette approche est appliquée à l'ensemble des barrages en supposant que les crues sont homogènes à l'échelle de la zone d'étude.

- **Débit d'étiage :**

Les débits d'étiage en sortie des barrages correspondent au débit réservé.

La reconstitution de l'hydrologie influencée en sortie de barrage s'effectue de cette manière sur la quasi-totalité des ouvrages, cependant certains cas particuliers, l'absence de données de base nécessite une approche différente :

- **Salignac :**

En l'absence de données hydrologiques au droit du seuil de Salignac, l'hydrologie influencée est reconstituée en additionnant les débits estimés en sortie de St-Lazare avec les débits du Jabron ainsi que des bassins intermédiaires. En l'absence de station hydrométrique sur le Jabron (200 km²), les débits ont été extrapolés à partir de la station hydrométrique sur le Lauzon (124 km²), affluent rive droite de la Durance au niveau de la Brillanne, en tenant compte de la superficie du bassin versant et de la pluviométrie annuelle.

- **La Brillanne :**

Au seuil de la Brillanne l'hydrologie est estimée à partir de la chronique d'observations de 1995 à 2006 de la station DIREN.

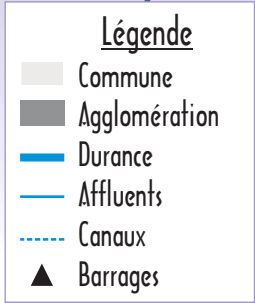
- **Prise fusible de Ste Tulle :**

La courbe des débits classés est estimée à partir de celle de la Brillanne complétée par celle de l'Asse (692 km², données DIREN extrapolées à la totalité du bassin versant), du Lauzon (124 km²) et des bassins intermédiaires (154 km², extrapolées à partir de la station du Lauzon) auxquelles est retranché la capacité de prélèvement de la prise de Ste Tulle (15 m³/s) tout en garantissant un débit de base de 3.6 m³/s correspondant au débit réservé.

Le module est estimé en réalisant la moyenne des débits classés, tandis que l'évolution mensuelle est reconstituée en tenant compte du régime de base imposé par le débit réservé et de la distribution mensuelle des écoulements de crue observée au seuil de la Brillanne.

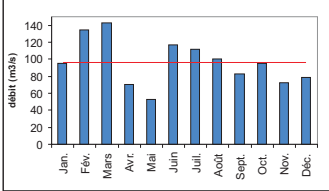
SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DE LA REPARTITION DE LA DURANCE ET DES CANAUX EDF

7a



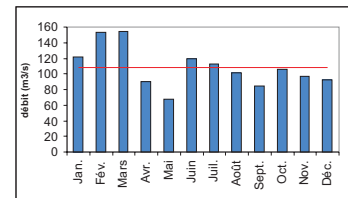
Canal de Sisteron

- module : 96 m³
- répartition mensuelle



Canal de Salignac

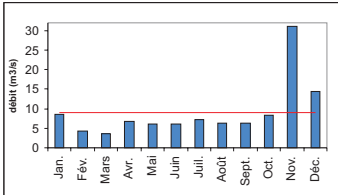
- module : 108 m³
- répartition mensuelle



- 55.4% du temps => pas de dérivation
- 44.6% du temps => dérivation de 60 à 360 m³/s

Durance aval - Barrage de St-Lazare

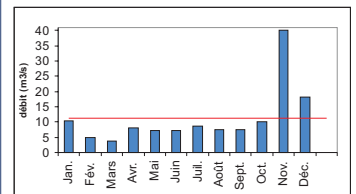
- module : 9.1 m³
- répartition mensuelle



- 97.6% du temps => 2.9 m³/s (débit réservé)
- 1.97% du temps => 2.9 < Q < 250 m³/s
- 0.8% du temps => 250 m³/s

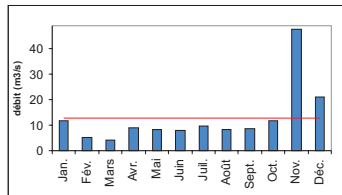
Durance aval - Seuil de Salignac

- module : 11.10 m³
- répartition mensuelle



Durance aval - Barrage de l'Escale

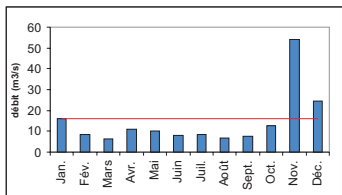
- module : 12.8 m³
- répartition mensuelle



- 95% du temps => 3 m³/s (débit réserve)
- 4.2% du temps => 3 < Q < 250 m³/s
- 0.8% du temps => 250 m³/s

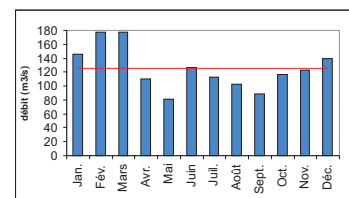
Durance aval - Seuil de Brillanne

- module : 16 m³
- répartition mensuelle

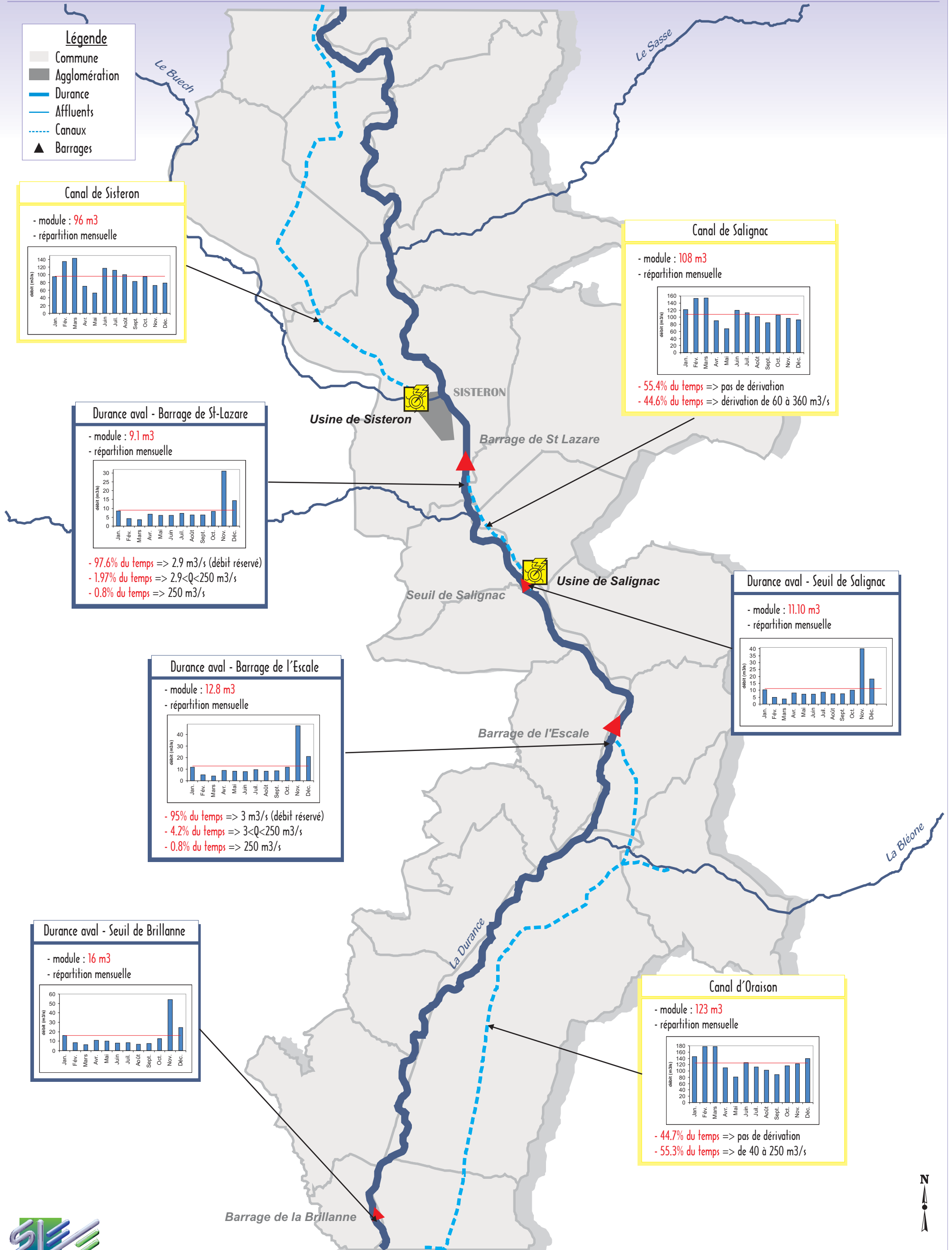


Canal d'Oraison

- module : 123 m³
- répartition mensuelle

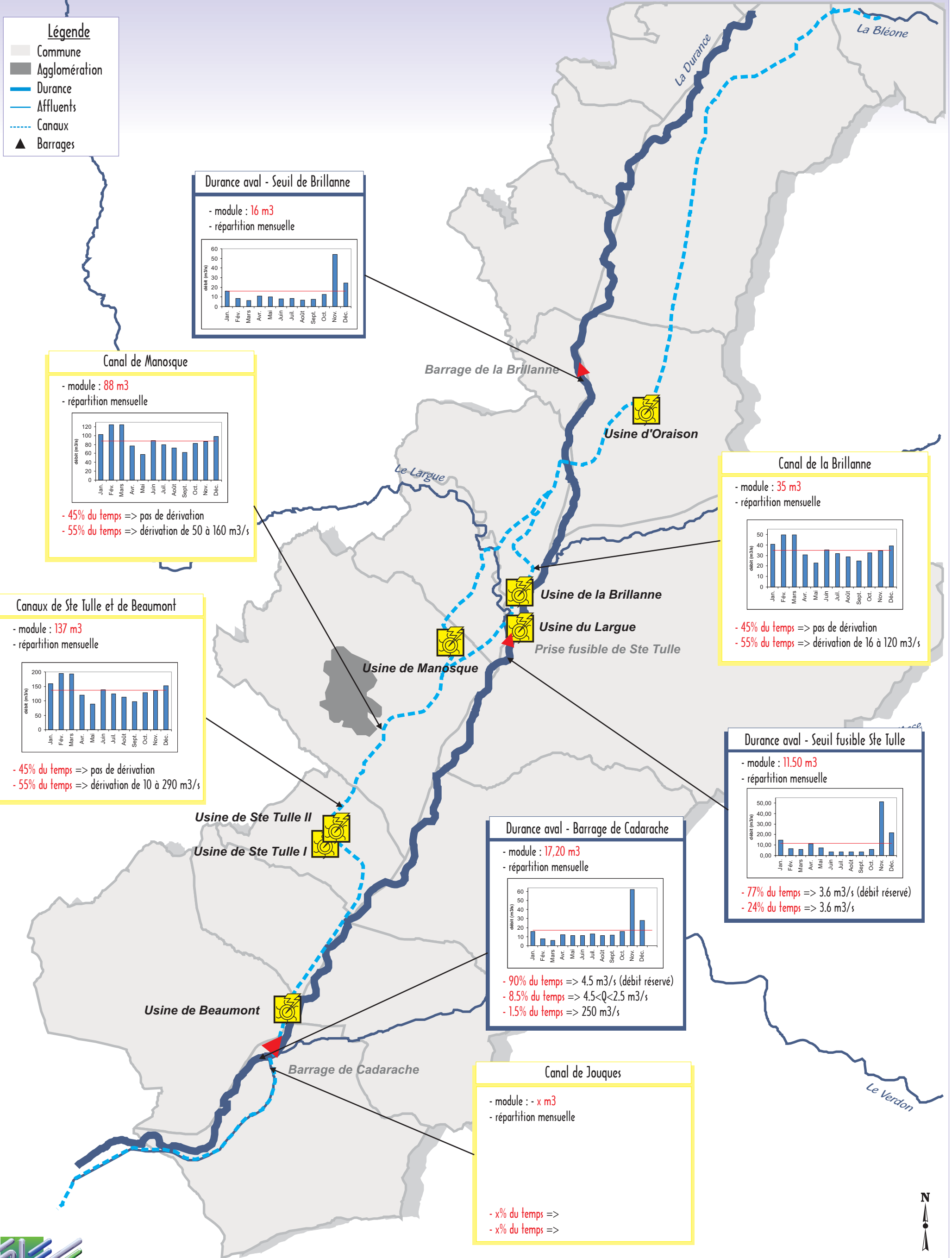


- 44.7% du temps => pas de dérivation
- 55.3% du temps => de 40 à 250 m³/s



SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DE LA REPARTITION DE LA DURANCE ET DES CANAUX EDF

7b



Dérivation par les prises d'eau :

Les débits caractéristiques dérivés par les prises d'eau sont estimés à partir des débits turbinés par les usines en tenant compte des apports latéraux significatifs à l'image de la prise de Malijai sur la Bléone ou de celle de Ste Tulle sur le Durance.

L'analyse de l'hydraulicité des années 2003, 2004, 2005 par rapport à la chronique de trente ans disponibles sur la Durance fait apparaître qu'il s'agit d'une période à faible écoulement avec un déficit annuel d'environ 30%. En conséquence, un facteur correctif de 1.4 est appliqué aux chroniques des débits moyens mensuels turbinés aux usines afin de tenir compte du caractère hydrologiquement pauvre des trois années disponibles. Etant donné la complexité du fonctionnement hydrologique influencé lié au jeu de stockage et déstockage de la retenue de Serre-Ponçon, le facteur correctif est considéré comme constant tout au long de l'année.

Le module dérivé est estimé en réalisant la moyenne des débits mensuels.

Le pourcentage de temps de dérivation est estimé à partir des courbes des débits classés entrants au barrage (données EDF).

Les débits prélevés par les prises d'eau d'irrigation ne sont pas pris en compte dans les calculs étant donné le faible pourcentage des prélèvements par rapport aux débits moyens turbinés ($0.1 < < 2\%$, Cf. 1.3.2).

Débits turbinés aux usines :

Ils sont directement estimés à partir des données EDF en appliquant le facteur correctif vu précédemment.

Le pourcentage de temps de turbinage est repris des estimations de temps de dérivation faites aux prises d'eau.

- **Analyse et description des résultats :**

Les résultats sont présentés sous forme de fiches de synthèse en annexe 3. Dix-neuf fiches sont présentées décrivant le fonctionnement hydrologique des restitutions en aval des barrages (St Lazare, Salignac, l'Escale, La Brillanne, Ste Tulle, Cadarache), des prises d'eau des canaux (St Lazare, Salignac, l'Escale, Ste Tulle, Cadarache), et des usines (Salignac, Oraison, La Brillanne, Manosque, Le Largue, Ste Tulle1 et 2, Beaumont).

Ces fiches font apparaître l'ordre de grandeur des débits restitués, dérivés et turbinés mais également permettent de décrire le fonctionnement hydrologique de l'ouvrage.

Les principaux résultats sont également illustrés par les planches 7a et 7b.

Restitution à l'aval des barrages :

La restitution en aval des barrages est liée au mode gestion des ouvrages.

95 à 97 % du temps soit en moyenne **347 à 354 jours/an** suivant l'installation, le débit restitué en aval des barrages est composé du débit réservé. La dérivation des écoulements est alors totale hormis la restitution du débit réservé.

Environ **2 à 4 %** du temps soit en moyenne **7 à 15 jours/an** suivant l'installation, le barrage restitue un débit pouvant atteindre 250 m³/s. Il s'agit d'écoulements de crue faibles à modérées. La dérivation est alors partielle, le débit dérivé est maximal, la restitution correspondant alors au surplus d'écoulement. Ce surplus est restitué par **surverse** par les clapets de surface des vannes mobiles.

Environ **1 %** du temps soit en moyenne **3 jours/an**, le barrage restitue l'ensemble des écoulements de la Durance, la dérivation n'est plus effective. Il s'agit des crues modérées à fortes. Les écoulements restitués sont alors supérieurs ou égaux à 500 m³/s et sont évacués par les vannes mobiles par **sousverse**. **Ce mode de gestion est récent. Il est en cours de généralisation à l'ensemble des barrages à vannes mobiles de la Durance. Auparavant, la dérivation était maintenue le plus longtemps possible afin d'optimiser la production hydroélectrique. Cependant, le colmatage important constaté dans les retenues de ST Lazare, l'Escale et Cadarache, a conduit EDF à améliorer la transparence de ces ouvrages en privilégiant en période de crue la restitution des écoulements favorisant ainsi l'évacuation des sédiments.**

La principale période de déversements correspond va d'octobre à janvier. Le printemps (mars à mai) peut également présenter quelques déversements. Seule la période estivale reste exempte de déversement avec un débit restitué égal au débit réservé.

Les mois présentant la plus forte probabilité de restitution par sousverse sont les mois d'octobre à janvier, tandis qu'au printemps la restitution se fera plus probablement par surverse.

Ce fonctionnement concerne les barrages équipés de vannes mobiles et présentant une prise d'eau de dérivation (St Lazare, l'Escale, Cadarache).

Cas particuliers :

- Seuil de Salignac :

Le fonctionnement hydrologique est sous influence du débit réservé de St Lazare augmentés des apports du Jabron. Les débits oscillent progressivement entre 3 et 15 m³/s pendant 95 % du temps. Pendant les 5 % restants, les débits augmentent fortement liés aux déversements du barrage de St Lazare.

Le seuil de Salignac ne comportant pas de prélèvements, les débits aval sont égaux aux débits amont.

- Seuil de la Brillanne :

Le débit en sortie du seuil est sous influence des débits réservés des barrages de l'Escale et de Malijai, complétés des apports naturels des bassins intermédiaires créant une évolution progressive du débit entre 3 et 12 m³/s pendant 80% du temps. Durant 15 % du temps, le débit augmente de façon significative lié aux montées des eaux des affluents locaux. Enfin, durant les 5 % restants, le débit est principalement dû aux déversements de l'Escale et Malijai.

Les écoulements sont sensiblement influencés par la dérivation du canal d'irrigation de la Brillanne (prélèvements maxi 2.4 m³/s).

- Seuil fusible de Ste Tulle :

Les débits restitués à l'aval du seuil fusible ont une évolution similaire aux barrages avec dérivation. La durée effective de débit réservé est de 76 % du temps.

Le seuil fusible est détruit en moyenne une fois par an dès que le débit de la Durance entraîne une surverse significative sur le seuil soit pour un débit de 30 à 40 m³/s. La période la plus probable de destruction est le mois de novembre. L'ouvrage est reconstruit chaque année à partir des matériaux de la Durance.

Dérivation au niveau des prises d'eau :

La dérivation des écoulements dans les canaux est effective pendant **95 %** du temps soit en moyenne **347 jours/an**.

On peut distinguer un fonctionnement en deux temps :

45 à 55 % du temps soit **164 à 200 jours/an** suivant l'installation, le débit de dérivation est très faible de **quelques m³/s** dû principalement aux prélèvements agricoles sur le canal EDF.

45 à 55 % du temps soit **164 à 200 jours/an** suivant l'installation, le débit de dérivation est soutenu proche du débit d'équipement de l'usine concernée. Il s'agit d'un temps globalisé sur la base du débit d'équipement de l'usine. Suivant les années et les besoins, la durée de dérivation peut être plus longue avec des débits moindres.

Les mois pour lesquels la dérivation et donc le turbinage est le plus soutenu sont les mois de novembre à mars ainsi que les mois de juin et de juillet. Dans le premiers cas, il s'agit des mois à forte demande énergétique, tandis que la deuxième période correspond généralement à une période d'écoulements encore soutenus après la période de remplissage de la retenue de Serre-Ponçon (printemps).

Cas particuliers :

La prise d'eau de Ste Tulle n'est pas contrôlée par le niveau du canal d'amenée, conduisant à la possibilité de dérivation permanente sous réserve de respect du débit

réservé en aval du seuil. Il s'en suit une dérivation effective d'environ 90 % du temps avec un débit variable de quelques centaines de l/s à 15 m³/s.

Débits turbinés aux usines :

45 à 55 % du temps soit **164 à 200 jours/an** suivant l'installation, l'usine ne fonctionne pas, les débits entrants dans la chambre d'eau sont nuls.

45 à 55 % du temps soit **164 à 200 jours/an** suivant l'installation, le débit turbiné est soutenu proche du débit d'équipement de l'usine concernée. **Il s'agit d'un temps globalisé sur la base du débit d'équipement de l'usine.** Suivant les années et les besoins, la durée de fonctionnement peut être plus longue avec des débits turbinés moindres.

1.3.2. Caractéristiques des canaux d'irrigation

L'aménagement de la Durance est à vocation multiple, production d'énergie hydroélectrique mais également prélèvement pour l'agriculture. Au total 150.000 ha de terres agricoles sont concernés avec une garantie d'alimentation par Serre-Ponçon de 200 Mm³.

Depuis plusieurs siècles, l'eau de la Durance est utilisée par les agriculteurs pour l'irrigation des cultures en été. Initialement réalisés à partir de seuils fusibles de graviers en Durance, les prélèvements ont été progressivement déplacés sur les canaux de dérivation EDF au gré de leur réalisation.

Les principaux prélèvements agricoles se situent en aval du barrage de Cadarache avec un besoin de l'ordre 110 m³/s en période estivale contre une vingtaine de m³/s pour le tronçon entre Serre-Ponçon et Cadarache.

Les prélèvements agricoles sur la zone d'étude, se font principalement dans les canaux EDF mais également dans les retenues de barrage. Les prises d'eau et les canaux associés sont gérés par des Association Syndicales Agrées.

Dans la présentation développée ci-après, nous intéresserons plus particulièrement aux prélèvements sur les canaux EDF et à leur éventuelle possibilité de passage de l'Apron.

1.3.2.1. Localisation

Les prises d'eau agricoles ou industrielles sont présentes tout au long des canaux EDF. Leur densité est environ d'une prise d'eau tous les 2 km et ce du barrage de la Saulce à l'usine d'Oraison. En dessous, pour la file jusqu'à Cadarache, leur nombre est plus réduit du fait de l'alimentation des terres agricoles à partir des canaux d'irrigation de Manosque et de la Brillanne.

Les tableaux ci-après présentent les principaux prélèvements agricoles fixes sur les canaux EDF. Sont indiqués leur localisation, les débits autorisés ainsi que la nature de la prise d'eau. Les informations détaillées des prises d'eau sont présentées par les tableaux de l'annexe 5.

Commune	ASA - Bénéficiaire	Pk	débit (l/s)	type de prise
La Saulce	Plaine de la Lauze	1.65	20	pompage
La Saulce	Ventavon	3.13	130	siphon
Monetier-Allemont	Monetier, SIVOM de la Motte	8.15	365	?
Monetier-Allemont	Ventavon	9.40	380	pompage
Monetier-Allemont	Iles de Valenty	10.32	110	?
Ventavon	GRPH Méditerranée	13.83	20	?
Upaix	Ventavon	14.83	210	pompage
Upaix	Irrigants d'Upaix	15.86	160	siphon
Upaix	Ventavon, plateau de Mison, SIVOM de la Motte	18.46	775	?
Le Poet	Ventavon, SIVOM de la Motte	20.78	1145	?
Le Poet	Ventavon	21.00	250	siphon
Le Poet	Ribiers	24.58	50	?
Les Armand	Ventavon	26.00	420	siphon
Les Armand	Ribiers	26.22	375	siphon
Sisteron	Ventavon	30.38	350	?
Sisteron	Canal de Sisteron-Ribiers	32.00	200	siphon
Total Prélèvement			4960	

Tableau 3 : caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal de Sisteron

COMMUNE	ASA - Bénéficiaire	Pk	débit (l/s)	type de prise
Entrepierres	SIVOM	0.75	300	siphon
Château Arnoux	Château Arnoux	4.8	125	siphon
Total prélèvement			425	

Tableau 4 : caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal de Salignac

COMMUNE	ASA - Bénéficiaire	Pk	débit (l/s)	type de prise
les méés	Plaine du canton des Méés	12.8	340	siphon
les méés	Thor, Moulin de Dabisse	12.8	750	siphon
les méés	Plaine du canton des Méés	14.66	340	pompage
oraison	Canal des Pourcelles	17.21	100	pompage
oraison	Canal d'Oraison	17.21	850	pompage
oraison	Plaine du canton des Méés	17.21	340	pompage
oraison	Commune d'Oraison	19.57	350	siphon
Total prélèvement			3070	

Tableau 5 : caractéristiques des prises d'eau d'irrigation canal d'Oraison

COMMUNE	ASA - Bénéficiaire	Pk	débit (l/s)	type de prise
Villeneuve	SA Brillanne	pont canal	4000	siphon
Villeneuve	Geosel Manosque	usine manosque	500	pompage
Manosque	Commune de Manosque	canal Ste Tulle	120	pompage
Ste Tulle	Manosque	Usine ste Tulle	350	siphon
Ste Tulle	SCP	canal Ste Tulle	350	siphon
Total prélèvement			5320	

Tableau 6 : caractéristiques des prises d'eau d'irrigation aval usine Oraison

1.3.2.2. Caractéristiques des prises d'eau

Lorsque le canal est en remblai par rapport au terrain naturel ou à flanc de colline, les prises d'eau sont essentiellement des dispositifs gravitaires appelés aussi siphon. Leur principe est basé sur une conduite généralement foncée dans la digue du canal d'un diamètre de 400 à 1000 mm. Dans certains cas de figure, mise en place après la réalisation du canal EDF, la conduite repose sur la digue du canal en configuration « siphon ». La prise d'eau est protégée coté canal EDF par une grille dont les barreaux présentent un espacement de l'ordre de 2 cm (sous réserve de confirmation) afin d'éviter l'obstruction de la conduite par des corps flottants.

La fermeture de la prise d'eau est assurée par une vanne de garde pour l'entretien ou en cas de défaut de fonctionnement.

Les prélèvements débouchent dans un bassin dont la régulation du niveau d'eau est assurée au moins d'une vanne automatique à flotteur type vanne AVIO. Le débit prélevé est quant à lui contrôlé par un dispositif de type module à masques pour un réseau gravitaire ou par un pompage dans le cas d'un réseau sous-pression. La planche 8 illustre le principe de la prise d'irrigation type.

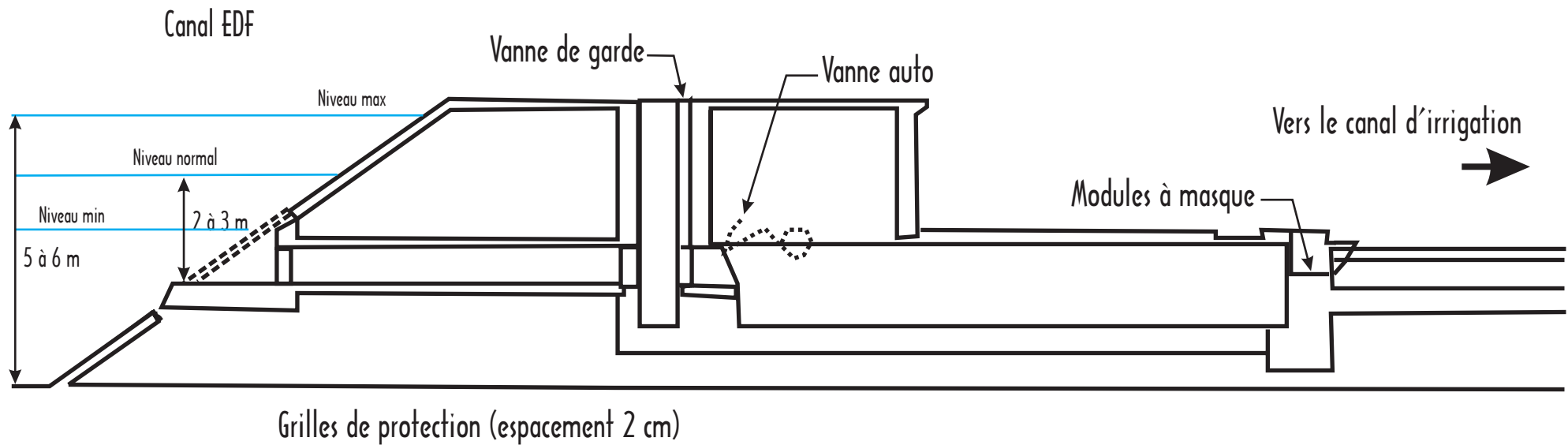
1.3.2.3. Caractéristiques des réseaux

Les réseaux d'irrigations sont relativement étendus et complexes du fait d'une fréquente interconnexion. Ils sont la plupart du temps composés d'une branche mère gravitaire (réseau primaire) à ciel ouvert donnant naissance à des ramifications (réseaux secondaires, tertiaires, ...) en fossés ou en réseaux sous-pression.

Les canaux à ciel ouvert sont pour la plupart composés de fossés en terre. Ils ne présentent généralement un cuvelage béton qu'au niveau des ouvrages hydrauliques de franchissement ou de répartition ainsi qu'aux traversées urbaines.

Les réseaux sous-pression sont constitués de conduites enterrées équipé en tête de pompes prélevant dans le réseau primaire.

Les ramifications se font au moyen de vannes afin de réguler la répartition des écoulements.



De par leur fonctionnement majoritairement en gravitaire, les canaux transitent plus d'eau que de besoin. Il s'en suit un surplus qui est évacué directement en Durance ou dans le canal EDF.

1.3.2.4. Possibilités de transit du poisson par les canaux d'irrigation

Etant donné le mode de restitution par surverse des canaux d'irrigation dans le milieu récepteur (Durance ou canal EDF), le passage du poisson ne peut s'envisager que par dévalaison.

Si les caractéristiques des canaux à ciel ouvert ainsi que leurs ouvrages de franchissement et répartition peuvent assurer le passage du poisson, le principal point de « blocage » constitue la prise d'eau du canal primaire.

Dans le cas d'eau prise d'eau en charge de type siphon, celle-ci est protégée par une grille dont l'écartement des barreaux de 2 cm constitue un écran ne permettant le passage que de petits poissons, alevins ou juvéniles selon les espèces.

Sur la zone d'étude, seules deux prises d'eau ont été identifiées comme pouvant assurer le passage du poisson. Il s'agit de la prise d'eau en Durance du seuil de la Brillanne et de la prise d'eau en siphon dans le canal EDF en sortie du pont canal sur la Durance. La première est à très faible charge présentant une protection à barreaux horizontaux de 10 cm d'écartement. La deuxième est en partie basse du passage en siphon du canal EDF sous la voie ferrée, ne présentant pas à priori de grille de protection. Cette prise d'eau sert d'alimentation complémentaire (jusqu'à 4 m³/s) du canal d'irrigation de la Brillanne.

En conséquence, le canal de la Brillanne apparaît comme le seul canal agricole susceptible de transiter des poissons et notamment de l'Apron.

On notera que le canal de Manosque, autre important réseau d'irrigation, dont le prélèvement se fait dans le barrage de l'Escale, présente une prise de surface interdisant le passage des poissons du fait d'une plaque de protection perforée (trous de diamètre 20 à 25 mm).

L'autre possibilité de passage des poissons dans les canaux d'irrigation est lors des opérations de vidange des canaux EDF. Au cours de ces opérations, les dispositifs de vidange par siphon disposés en plusieurs points des canaux peuvent être mis en service entraînant, en phase terminale de vidange, l'assèchement des canaux par évacuation des écoulements vers les canaux d'irrigation. Cette possibilité de passage reste néanmoins peu fréquente (vidange tous les 3 à 6 ans). De plus ces points de vidange font l'objet de mise en place de pêcheries pour récupérer le poisson réduisant la probabilité de retrouver des poissons dans les canaux agricoles.

II. Diagnostic de continuité de l'Apron

Cette partie a pour objectif de réaliser un bilan, au regard du fonctionnement de la zone d'étude, sur les possibilités de circulation de l'Apron tant du point de vue dévalaison que montaison.

II.1. Continuité à la dévalaison

La dévalaison constitue l'action de migration du poisson vers l'aval du cours d'eau. Si l'Apron n'est pas un migrateur au sens strict du terme, les différentes expérimentations et observations ont mis en évidence qu'il est capable de déplacement sur des distances importantes de plusieurs dizaines de kilomètres (cf. I.2.3.2). Ces déplacements concernent principalement les adultes mais également les juvéniles.

Au cours de sa migration vers l'aval, l'Apron est confronté à divers problèmes lors du franchissement des barrages et usines hydroélectriques (mortalité au cours de sa chute au barrage ou lors du transit par les turbines, mortalité due aux variations de pression, exposition aux prédateurs dans les retenues).

Cette analyse ne s'intéresse qu'aux dommages les plus facilement estimables, à savoir ceux induits lors du passage à travers les turbines ou par les organes des barrages.

II.1.1. Hypothèses

La méconnaissance du comportement de l'Apron lors de ses déplacements nous a conduit à émettre un certain nombre d'hypothèses pour l'analyse de la continuité à la dévalaison :

- **Condition de dévalaison**

Il n'a pas été mis en évidence de période ou de condition particulière influençant la dévalaison du poisson.

Il a donc été retenu deux hypothèses pour les calculs suivants.

La première hypothèse est que la migration se fait aléatoirement tout au long de l'année et indépendamment des conditions de débit. Ceci sous-entend une dévalaison active, et que l'Apron, en période de crue, trouve des positions de repli en berge pour éviter d'être emporté massivement vers l'aval.

La deuxième hypothèse suppose que l'Apron n'effectue de dévalaison qu'en conditions de crue. Ceci correspond à la période pour laquelle les barrages à vannes mobiles restituent partiellement ou totalement le débit de la Durance. La dévalaison est alors supposée passive ou influencée par les écoulements soutenus de la Durance.

Concernant la dévalaison dans les canaux EDF, Il est considéré que le déplacement du poisson est effectif lors du fonctionnement des usines soit environ 50% du temps. En

effet, hors période de turbinage, les vitesses d'écoulement dans les canaux sont très faibles de l'ordre de 1 à 3 cm/s, liés aux prélèvements des canaux agricoles, considérées alors comme peu incitatives à la dévalaison.

- **Locomotion**

Les observations de locomotion faites in-situ ou en captivité témoignent d'un comportement typiquement benthique. L'Apron ne se déplace que rarement en pleine eau pour se saisir de nourritures ou pour fuir sur de courtes distances (BOUTITIE, 1984 et PENEL, 2001).

L'Apron, du fait de sa faible taille, constitue une proie potentielle pour d'autres espèces notamment lors de la traversée de zone profondes comme dans les retenues de barrage. Nous supposons donc que le poisson adopte un comportement discret en dévalaison par cheminement à proximité du fond, de manière à pouvoir se s'abriter rapidement en cas de danger.

- **Linéaire de dévalaison**

La stratégie de déplacement pour l'Apron n'est pas, comme certaines espèces, pour changer de milieu (eaux douces/eaux salées, milieu fluvial, milieu lacustre) mais plus pour assurer un brassage des groupes d'individus répartis tout au long du cours d'eau.

En conséquence, les linéaires de déplacement sont fortement variables de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaine de kilomètres.

Nous ne retiendrons pas, pour la suite de l'analyse, de linéaire mini ou maxi de déplacement, mais plutôt l'hypothèse que les aprons « dévalants » sont susceptibles de parcourir l'ensemble de la zone d'étude. Etant donné le caractère artificialisé des tronçons rencontrés par les poissons dévalants (canaux ou retenues de barrage), cette hypothèse apparaît plausible, les poissons étant alors « motivés » par la nécessité de trouver des habitats adaptés à leur développement et à leur reproduction.

II.1.2. Principe de modélisation

Au niveau d'un aménagement hydroélectrique, en fonction des débits respectifs transitant par les ouvrages évacuateurs et dans le canal d'amenée, de la configuration du barrage et de l'ouvrage de prise, une partie des poissons dévalant transite par le barrage (vannes mobiles, déversoir,...) et une autre est entraînée dans le canal d'amenée jusqu'à la centrale. Suivant les caractéristiques du barrage et des turbines de l'usine, ces individus subissent un pourcentage de mortalité plus ou moins important. Les individus ayant survécu continuent leur migration vers l'aval (Cf. planche 9).

Le principe du modèle consiste à simuler le transit des poissons au niveau de chaque aménagement du barrage de la Saulce jusqu'au barrage de Cadarache.

La survie des poissons au niveau d'un aménagement est liée :

- à la **répartition des poissons entre les ouvrages évacuateurs** (seuils fixes, vannes ou clapets) **et la prise d'eau,**
- et aux **dommages potentiels lors du transit par le barrage et par les turbines.**

Dans le cadre de l'analyse de l'impact des aménagements sur la dévalaison de l'Apron, outre l'impact intrinsèque de chaque aménagement, c'est l'effet cumulatif des installations qui s'avère prépondérant.

L'analyse de l'effet cumulatif des installations nécessite de tenir compte de la répartition des zones colonisées par l'Apron.

II.1.2.1. Zones potentielles de production de « dévalants »

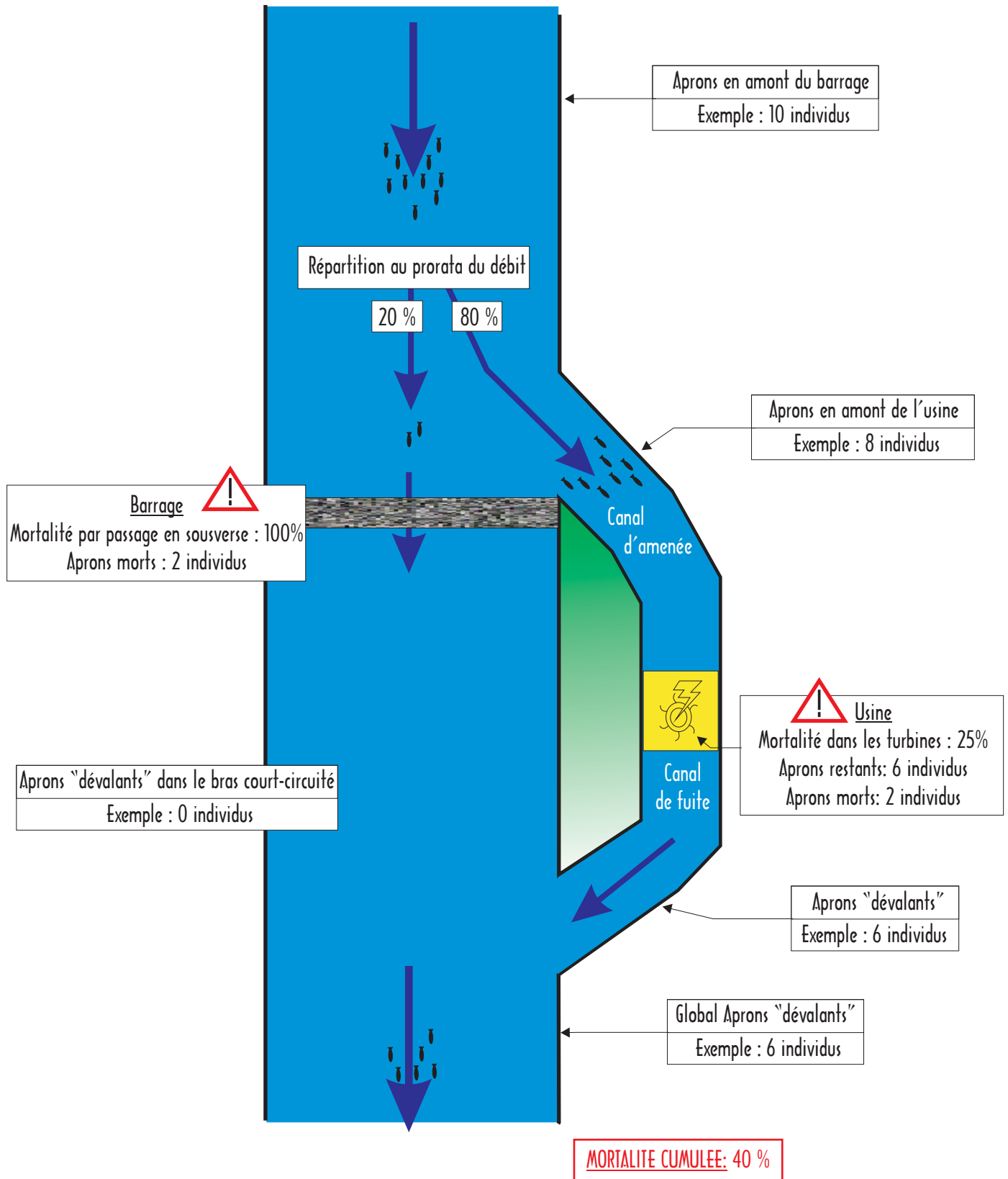
Les zones potentielles de production de « dévalants » correspondent aux secteurs sur lesquels l'Apron est présent, Durance et affluents compris. Ces secteurs sont découpés en tronçons délimités en amont et en aval par les ouvrages (barrages ou seuils).

Onze tronçons sont définis :

- **Durance :**
 - tronçon D0 : amont barrage de la Saulce
 - tronçon D1 : du barrage de la Saulce à l'entrée de la retenue de St Lazare
 - tronçon D2 : du barrage de St Lazare au seuil de Salignac
 - tronçon D3 : du barrage de l'Escale au seuil de la Brillanne
 - tronçon D4 : du seuil de la Brillanne au seuil fusible de Ste Tulle
 - tronçon D5 : du seuil fusible de Ste Tulle à l'entrée de la retenue de Cadarache
- **Affluents :**
 - tronçon BU : partie aval du Buech
 - tronçon J : partie aval du Jabron
 - tronçon BL : partie aval de la Bléone
 - tronçon A : partie aval de l'Asse
 - tronçon V : partie aval du Verdon

Ces dix tronçons sont localisés par la figure 6.

Dans l'analyse suivante, la prise en compte de ces tronçons permettra de quantifier l'impact potentiel des ouvrages sur les poissons dévalants, ainsi que les possibilités de mise en communication de zones favorables au développement de l'Apron. Ceci permettra de classer les ouvrages en fonction de leurs impacts et des gains potentiels en cas d'aménagement.



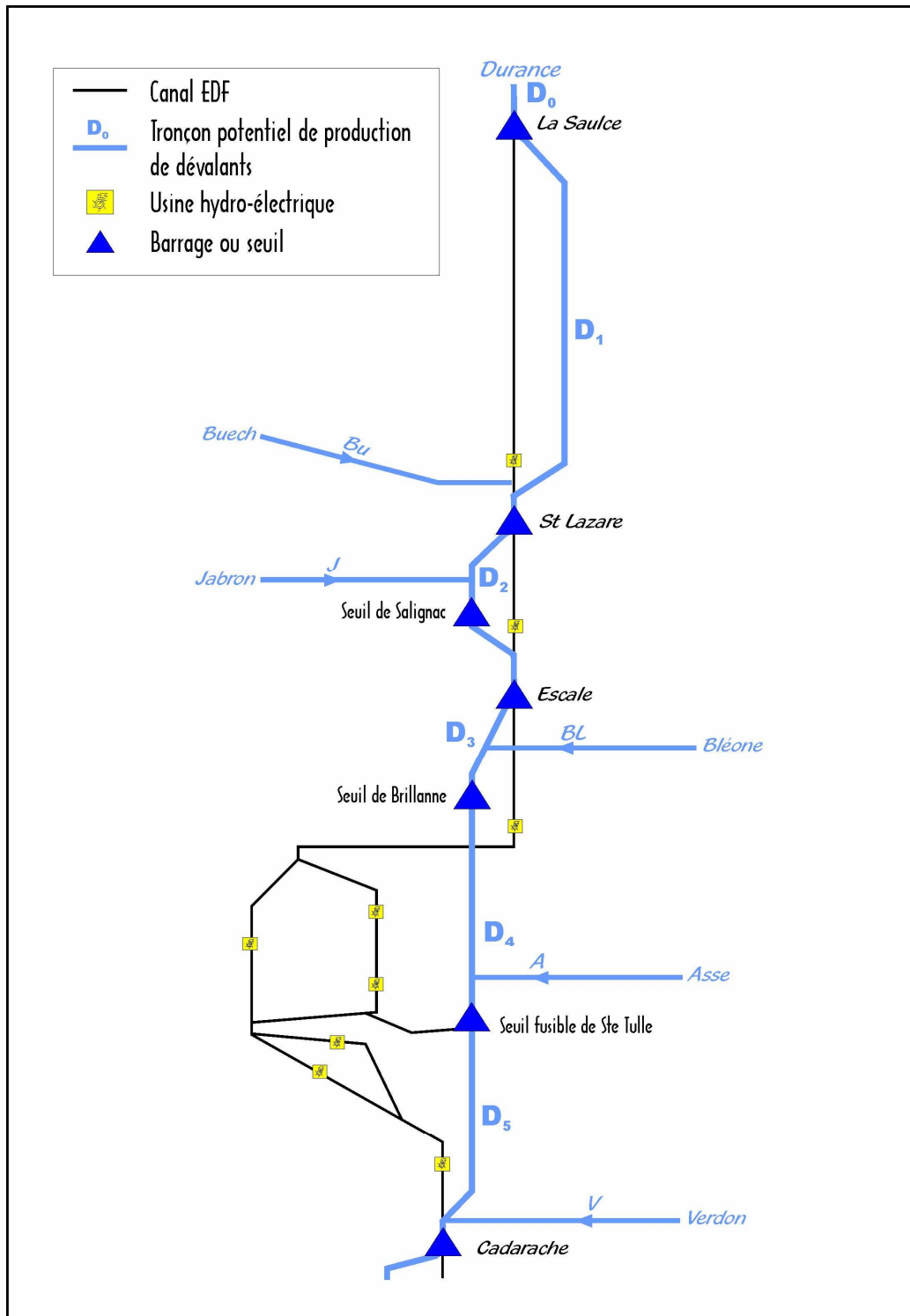


Figure 6 : Zones potentielles de production de « dévalants »

II.1.2.2. Répartition du poisson au droit des ouvrages

Les pertes engendrées en poisson dévalant au droit de chaque ouvrage sont avant tout fonction de la répartition entre les poissons transitant par les ouvrages évacuateurs (clapet, vanne, déversoir, seuil, ...) et ceux entraînés dans la prise d'eau du canal d'amenée.

Les formulations existantes pour estimer la part théorique de poissons empruntant les ouvrages évacuateurs se résument à la formulation de CROZE-LARINIER (1999).

Le pourcentage de poissons susceptibles d'emprunter les ouvrages évacuateurs est déterminé à partir du rapport Q_t/Q_r du débit turbiné sur le débit du cours d'eau et de la configuration du site (barrage et prise d'eau du canal d'amenée).

$$P = (1 - (Q_t / Q_r)^\alpha)^\beta$$

avec :

- P : pourcentage de smolt dévalant au barrage
- Q_t : débit turbiné à la centrale
- Q_r : débit de la rivière à l'amont immédiat de l'aménagement
- (α , β) paramètres fonctions du site

La forme de cette expression est telle que $P \rightarrow 1$ lorsque le rapport $Q_t/Q_r \rightarrow 0$ et $P \rightarrow 0$ lorsque le rapport $Q_t/Q_r \rightarrow 1$.

Cette formulation a été développée pour le Saumon et les coefficients α et β calés à partir d'opérations de marquage-recapture (CROZE et LARINIER, 1999 ; CROZE et al., 1999, 2000 et 2001).

Le comportement de l'Apron (dévalaison plutôt benthique) étant nettement différent du Saumon (dévalaison de surface), nous fixerons les coefficients de calage α et β à 1, pour ramener l'expression à un calcul de répartition du poisson au prorata du débit empruntant les évacuateurs :

$$P = (1 - (Q_t / Q_r))$$

Cette formulation sera également utilisée pour définir la répartition des poissons au droit d'embranchement de canaux ou de prises d'eau agricoles ou de dispositifs de débit réservé.

II.1.2.3. Evaluation de la mortalité au passage des barrages

Les risques de mortalité au passage des ouvrages sont essentiellement de deux ordres. Les risques liés à la chute et les risques liés aux phénomènes de variations brutales de pression.

- **Mortalité par chute :**

On distingue deux types de risques.

Le premier concerne la hauteur de chute. Celle-ci à partir d'une certaine hauteur devient, quelque soit la nature de la fosse de réception, dangereuse pour le poisson. En effet, la vitesse du poisson en chute libre étant proportionnelle à la hauteur, le poisson atteint une vitesse pouvant être mortelle lors du contact avec la surface de l'eau à la réception. La vitesse critique est évaluée à 15-16 m/s.

Les risques de mortalités sont d'autant plus importants que le poisson est grand du fait de la plus forte vitesse limite atteinte. Pour des poissons de petites tailles comme l'Apron, les risques de mortalités liés à la hauteur de chute commence à être significatifs pour des chutes importantes supérieures 30 mètres. Les barrages et seuils de la zone d'étude ne comportent pas de chute de cette importance. Le risque de mortalité lié à la hauteur de chute sera considéré comme négligeable.

Le deuxième type de risque concerne les chocs contre des obstacles lors de la réception. Ils sont généralement dus à une fosse de réception trop faible ou à la présence de corps flottants dans la zone de réception. Dans le cas des barrages de la zone d'étude, les fosses de réception en pied des ouvrages à vannes mobiles présentent des formes en « saut à ski » mieux adaptées à la réception des écoulements de sousverse que de surverse. En effet dans ce dernier cas, la lame d'eau déversante par les clapets de surface vient heurter le début de la zone de réception présentant un fort risque de blessure pour le poisson. De plus les restitutions par déversement se font pour des débits faibles inférieurs à 250 m³/s limitant l'épaisseur d'eau dans la zone de réception, tandis que les restitutions par sousverse se font pour des débits importants (> 500 m/s) avec une épaisseur d'eau conséquente en réception.

Les risques de mortalité par chute sont importants lors des déversements des barrages par risques de chocs en pied de l'ouvrage, tandis qu'ils apparaissent négligeables lors des restitutions par sousverse.

Pour les seuils de Salignac, La Brillanne et Ste Tulle, les caractéristiques des chutes et des fosses de réception ne présentent pas de risque pour le poisson dévalant.

- **Mortalité par variation brutale de pression :**

Les variations de pressions provoquent chez le poisson des modifications au niveau de la vessie natatoire ainsi qu'au niveau des gaz dissous dans le sang.

L'Apron est un poisson physocliste (Cf. I.2.3.2) nécessitant un certain temps d'adaptation aux variations de pression et donc de profondeur.

S'ils peuvent supporter de fortes augmentations de pressions, 50 atmosphères à une vitesse de 10 atm/s (LAMPERT, 1976), la réduction de pression ne peut excéder 0.5 à 0.6 atm de façon rapide sans risque d'éclatement de la vessie natatoire (Jones, 1952 ; TSVETKOV, 1971). Au-delà de cette limite, toute diminution de pression est dommageable si elle s'effectue à une vitesse supérieure au taux d'élimination du gaz excédentaire. Ce taux est évalué à 10⁻⁵ atm/s (TVSEKOV, 1971 ; JONES, 1952 ; FEATHER et KNABLE, 1983).

Concernant les gaz dissous dans le sang, les risques d'embolies (formation de bulles dans le sang) apparaissent pour des variations de pressions nettement plus fortes de l'ordre de 1.5 à 2 atm (TSETKOV, 1971).

Le principal danger pour l'Apron concerne donc le risque d'éclatement de la vessie natatoire en cas de dépression brutale supérieure à 0.6 atm.

Dans la mesure où l'Apron est accoutumé aux fortes profondeurs, il supporte donc mal les remontées rapides vers la surface (passage en surverse) ainsi que les passages rapides à de faibles profondeurs (passage en sousverse).

Pour les barrages à vannes mobiles, étant donné l'importante longueur des retenues de (plusieurs kilomètres), on peut supposer que l'Apron est accoutumé à la profondeur et donc à la pression en arrivant à l'amont immédiat de l'ouvrage.

Au regard des profondeurs des retenues, comprises entre 7 et 16.5 m, **la probabilité pour que l'Apron remonte en surface pour dévaler dans la lame d'eau déversante, comprise entre 2 et 3 m, s'avère négligeable.** En effet, le passage dans la lame d'eau déversante imposerait une variation rapide de pression comprise entre 0.5 et 1.4 atm, difficilement supportable pour le poisson. On pourrait imaginer que l'Apron remonte de façon progressive du fond sur les bords de la retenue avant de s'engager vers la surverse. Cependant la localisation systématique des clapets de surverse du côté de la prise d'eau du canal d'aménée, secteur où la profondeur du barrage est la plus importante aux berges abruptes et exempte de dépôts, imposerait au poisson la réalisation de « paliers de décompression » en pleine eau ce qui apparaît peu vraisemblable.

Pour les passages en sousverse, les risques de mortalité sont maxima quelque soit le barrage considéré. Les profondeurs de retenue étant comprises entre 7 et 16.5 m, la forte dépression due au passage en sousverse impose, en aval de l'ouvrage, une remontée en surface suite à l'augmentation de la flottabilité du poisson. Si l'on considère l'ouvrage le moins haut (barrage de la Saulce), la dépression résultante par passage en sousverse est de 0.7 atm soit 0.1 atm au-dessus du seuil critique.

Pour les seuils de Salignac, La Brillanne et Ste Tulle, les profondeurs de retenues sont faibles, n'entraînant pas de risque de décompression lors de la dévalaison.

En conclusion, les possibilités de dévalaison de l'Apron par les organes évacuateurs des barrages de la zone d'étude s'avèrent nulles, la dévalaison par surverse étant peu probable tandis que le passage par sousverse entraîne un taux de mortalité de 100%.

Seuls les seuils de Salignac, La Brillanne et Ste Tulle offrent des possibilités de dévalaison exemptes de risque de mortalité.

II.1.2.4. Evaluation de la mortalité au passage des usines

La mortalité engendrée par les turbines peut être classée en trois catégories :

- les dommages d'origine mécaniques, résultant d'un choc avec une partie fixe ou mobile de la turbine ;
- les dommages liés aux cisaillements consécutifs aux gradients de vitesse ;
- les dommages attribués aux variations de pression ou cavitation.

Des modèles prédictifs ont été établis (LARINIER et DARTIGUELONGUE), donnant la mortalité en fonction des caractéristiques des roues, par une analyse statistique portant sur un certain nombre de turbines sur lesquelles ont été effectués des tests in situ. Ces tests ont été menés sur des poissons physostomes (truite fario).

Des expérimentations menées aux Etats-Unis dans les années 1990, présentées par le rapport de l'Electric Power Research Institute de septembre 1992, sur la mortalités des poissons par les turbines des centrales hydroélectriques ont permis de réaliser plusieurs analyses comparatives de comportement entre les poissons physostomes et physoclistes.

Ces expérimentations ont porté sur des turbines de type Francis et Kaplan avec des hauteurs de chute comprises entre 11 et 30 m. Les résultats font apparaître des taux de mortalité comparables entre physostomes et physoclistes de même taille. Il est important de souligner que les poissons « testés » ont été injectés directement dans les conduites forcées sans période d'accoutumance particulière à la pression.

Il semble donc, à travers ces résultats, que les fortes variations de pressions soient supportées de la même façon par les physoclistes et les physostomes.

Ceci peut s'expliquer par le fait qu'injectés à faible pression, les physoclistes n'ont pas le temps de s'accoutumés à la forte pression engendrée par la descente dans la conduite forcée. Ils sont alors, à l'image des physostomes, peu sensibles au phénomène de dépression brutal en sortie de turbine. Ceci n'est valable que si la différence de pression entre l'entrée des conduites forcées et la sortie des turbines n'est pas supérieure à 0.5 à 0.6 atm.

Dans le cas de notre zone d'étude, les profondeurs des canaux d'amenée étant similaires à celles des canaux de fuite, on supposera le comportement de l'Apron, lors du passage des turbines, proche de celui des physostomes. En conséquence, les taux de mortalité lié aux turbines seront estimés par les formulations établies par LARINIER et DARTIGUELONGUE pour les poissons physostomes.

Il a été volontairement écarté, afin de ne pas surestimer les dommages, les expressions portant sur des turbines (en particulier les turbines Kaplan) fonctionnant à ouverture partielle. On peut en effet admettre que les usines étant pour leur grande majorité équipées de groupes multiples (2 à 4 groupes), ceux-ci fonctionnent la plupart du temps à pleine ouverture, le débit turbiné étant contrôlé par le nombre de groupes en fonctionnement.

Pour les turbines Kaplan et les hélices, on a choisi des expressions donnant directement la mortalité en pourcentage de mortalité ($0 < P < 100$), en évitant la transformation de variable classique en Arcsinus utilisée par LARINIER et DARTIGUELONGUE (1989). Cette transformation, préconisée dans les statistiques portant sur les pourcentages, n'est en effet pas aussi performante sur les valeurs extrêmes (au voisinage de 0 en particulier) qu'elle ne l'est sur les autres valeurs (LARINIER et TRAVADE, 1999). Ce choix de travailler directement en part de mortalité (et non en Arcsinus) a été fait pour ne pas risquer de surestimer les mortalités sur les roues de grands diamètres tournant à faible vitesse, a priori peu dommageables.

On a d'autre part pris le parti de conserver comme facteur explicatif de la mortalité pour les turbines Kaplan le nombre de pales, même si ce paramètre aurait pu être remplacé par une combinaison d'autres paramètres. Il semble en effet, en examinant le résultats de certaines expérimentations, qu'il peut à lui seul expliquer les différences de mortalités observées sur des turbines de caractéristiques très voisines sinon identiques, ne différant que par le nombre de pales (3 ou 4 pales, 4 ou 5 pales). Les expressions suivantes ont été adoptées :

- **pour les turbines Kaplan et hélices :**

$$P = a + b.(TL.NAP/D)^c.H^d$$

où :

P :	pourcentage de mortalité
TL :	longueur du poisson (m)
D :	diamètre de la turbine (m)
H :	chute nette (m)
NAP :	nombre de pales

- **pour les turbines Francis :**

$$\text{Arcsin}(\sqrt{M}) = a + b.H^c.D^e.TL^f$$

où :

M :	part de mortalité ($0 < M < 1$)
TL :	longueur du poisson (m)
D :	diamètre de la turbine (m)
H :	chute nette (m)

II.1.2.5. Evaluation des possibilités de passages des aprons dans les canaux d'irrigation

Les débits prélevés par les canaux d'irrigation sont inférieur à 1% du débit transité dans le canal EDF lors du fonctionnement des usines. Si l'on considère une répartition du poisson au prorata des débits, le potentiel d'attraction des prises d'eau s'avère alors négligeable. Lors des phases de non turbinage, soit environ 50% du temps, le débit prélevé par les prises d'eau d'irrigation devient attractif représentant une partie non négligeable du débit circulant dans le canal EDF (5 à 20% en moyenne). Cette attractivité est cependant à relativiser.

En effet, le positionnement des prises d'eau 2 à 3 m en-dessous du niveau d'eau normal du canal impose aux poissons benthiques comme l'Apron une remontée de 2 à 3 m pour s'approcher de l'entrée. De plus, les prises d'eau agricoles présentent pour la quasi-majorité, sous réserve de confirmation, des grilles de protection (écartement barreaux 2 cm) contre les corps flottants rendant difficile l'entrée de poissons même de petite taille comme l'Apron.

Enfin si l'on considère qu'en condition de non-turbinage, les vitesses d'écoulement du canal sont peu incitatives à la dévalaison, le rayon d'influence de la prise d'eau se réduit alors aux abords proches.

En conséquence, la probabilité de passage des aprons par les canaux agricoles apparaît très faible.

Deux prises d'eau agricoles cependant semblent pouvoir offrir des possibilités de passage. Il s'agit de la prise d'eau du canal de La Brillanne sur la Durance et de la prise d'eau d'alimentation de ce même canal dans le siphon du canal EDF en sortie du pont canal sur la Durance.

La première présente une dérivation non négligeable (2.4 m³/s) par rapport au débit moyen de la Durance en ce point (16 m³/s) ainsi qu'une grille de protection avec un écartement de 100 mm compatible avec le passage du poisson.

La deuxième présente certes un débit de prélèvement faible par rapport au débit transité par le canal EDF, mais en contre partie ne présente pas de grille de protection et est positionnée en fond du canal.

Ces deux prises d'eau seront intégrées dans l'analyse des possibilités de cheminement de l'Apron présenté ci-après avec une répartition des aprons supposée proportionnelle à la répartition des débits moyens.

II.1.2.6. Evaluation des possibilités de passages des aprons par les dispositifs de débit réservé et autres dispositifs de décharge

- ***Dispositifs de débit réservé***

Sur les quatre barrages à vannes mobiles, seuls les dispositifs de St Lazare et de Cadarache s'avèrent suffisamment proches de la prise d'eau pour présenter une attractivité potentielle pour le poisson. **Sur les autres sites (la Saulce et l'Escale), les possibilités de passage du poisson sont considérées comme nulles.**

Le positionnement des dispositifs en fond de prise d'eau pour ST Lazare et en fond de retenue pour Cadarache complété par une protection peu sélective pour le poisson, écartement des grilles de protection (100 mm) pour le dispositif de St Lazare et absence de protection pour le site de Cadarache, semblent favorables au passage de l'Apron.

La part théorique de poissons susceptible de passer par le débit réservé est estimée au prorata du débit entre le canal EDF et le dispositif.

Cependant, si le passage de l'Apron apparaît possible, la survie du poisson en sortie du dispositif semble fortement compromise. En effet, les profondeurs dans la prise d'eau de St Lazare (7 m) et dans la retenue de Cadarache (8 m) conduisent à un taux de mortalité de 100%.

Sur les sites de St Lazare et de Cadarache, les possibilités de dévalaison par les dispositifs de débit réservé s'avèrent nulles avec un taux de mortalité de 100%.

Concernant les autres dispositifs de décharge ou de surverse des usines, leur fonctionnement étant aléatoire lié à des arrêts prévus (travaux) ou imprévus (panne), leur possibilité de passage pour l'apron ne sera pas pris en compte dans la modélisation.

II.1.3. Modélisation des possibilités de dévalaison de l'Apron

II.1.3.1. Description du modèle

Le modèle descriptif des possibilités de dévalaison de l'Apron, réalisé sur le logiciel Excel, est composé d'une feuille de calcul intégrant pour chaque ouvrage (barrage et usine) la répartition des poissons vers les canaux et la rivière ainsi que les taux de mortalité.

Le modèle prend en compte les « dévalants » de chaque zone de production potentielle pour lesquels à chaque passage d'ouvrage, un calcul de répartition est réalisé complété par l'estimation de la survie du poisson en fonction des taux de mortalité des ouvrages (surverse, sousverse, débit réservé, passage turbine).

Le modèle calcul ainsi d'ouvrage en ouvrage de l'amont vers l'aval les effets cumulés des répartitions et mortalités associées.

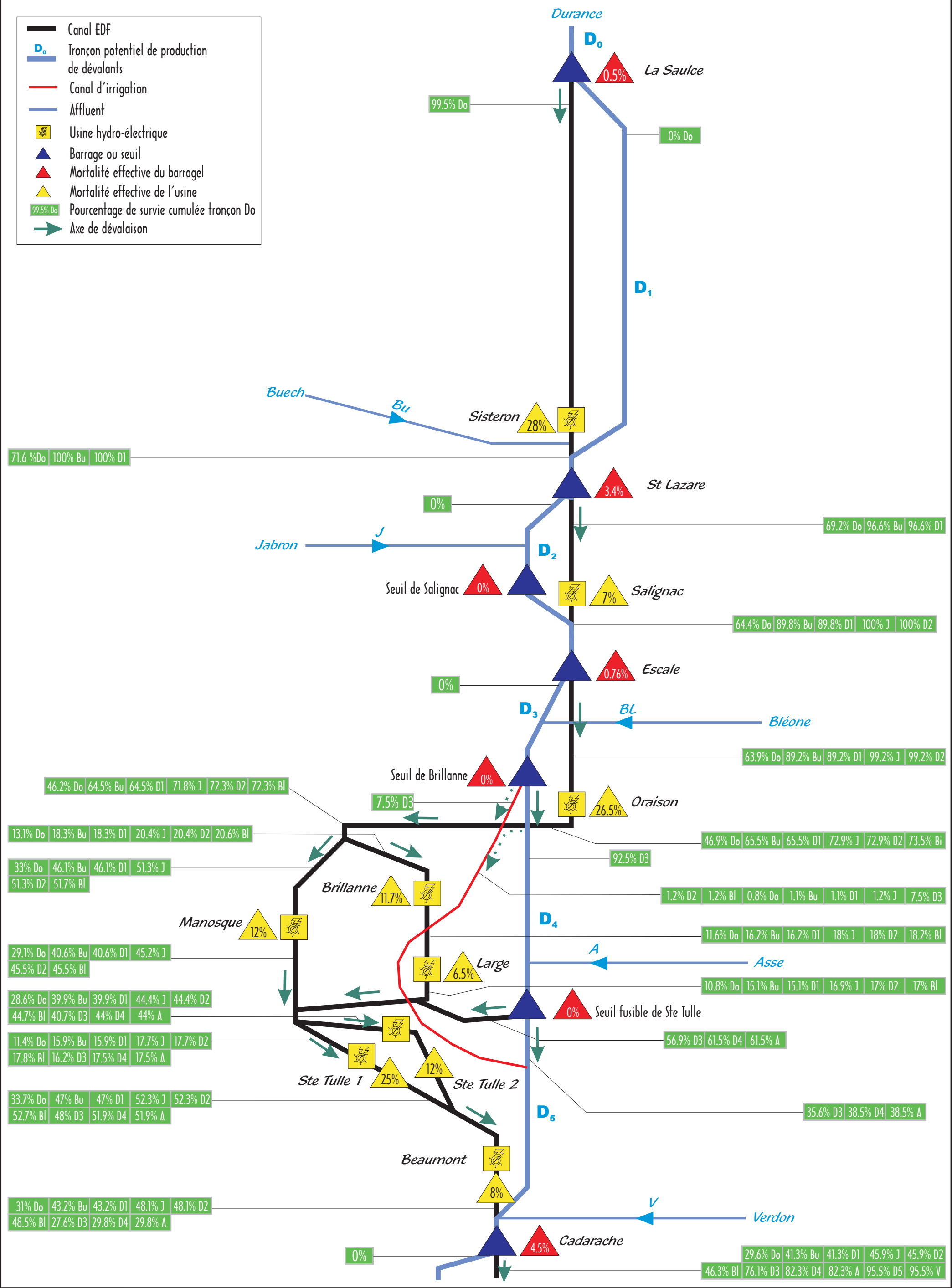
Les résultats sont présentés sous forme d'un synoptique reprenant de façon schématique le tracé de la Durance, affluents et des canaux EDF. Ce synoptique présente au droit de chacun des ouvrages le taux de mortalité lié à l'installation et à l'aval immédiat la répartition des poissons, entre rivière et canaux, tenant compte du taux de survie cumulé d'un ouvrage à l'autre.

Les taux de mortalité présentés aux barrages et usines sont les **taux effectifs de mortalité**, c'est-à-dire qu'ils tiennent compte de la répartition du poisson, ainsi que du temps effectif de passage pondérant le taux théorique de mortalité.

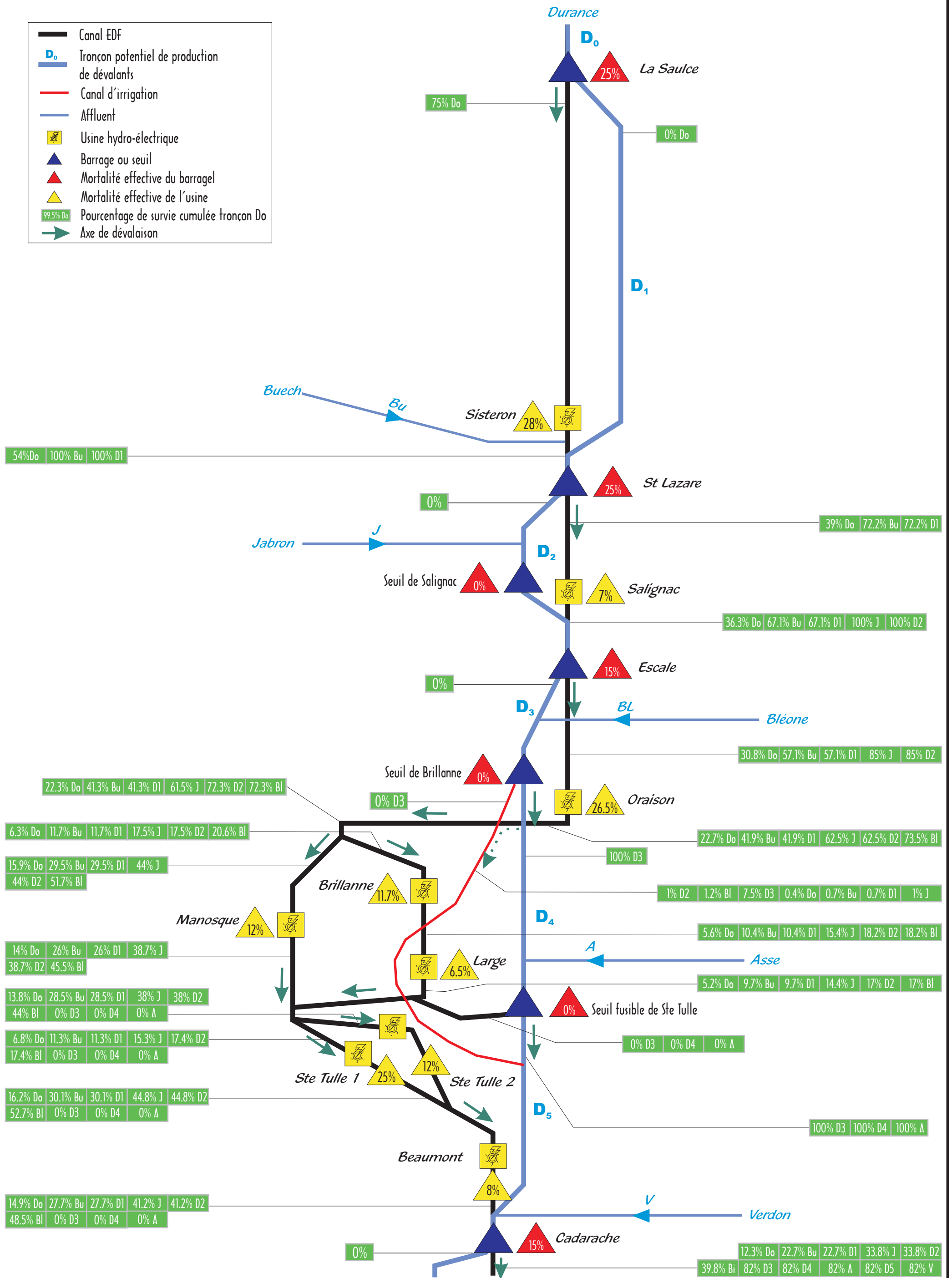
Pour les barrages, le taux effectif de mortalité est un produit entre le temps de restitution, la répartition théorique des poissons entre le barrage et le canal EDF, et le taux théorique de mortalité par surverse ou sousverse. Pour les sites de St Lazare et de Cadarache, le taux effectif de mortalité du barrage intègre celui lié au dispositif de restitution du débit réservé tenant compte lui-même de la répartition théorique des poissons entre le dispositif et le canal EDF, et le taux théorique de mortalité au passage du dispositif.

Pour les usines, le taux théorique de mortalité estimé à partir des expressions vues précédemment est égal au taux effectif de mortalité. En effet, si l'usine ne turbine pas, il

- Canal EDF
- D_0 Tronçon potentiel de production de dévalants
- Canal d'irrigation
- Affluent
- Usine hydro-électrique
- Barrage ou seuil
- Mortalité effective du barrage
- Mortalité effective de l'usine
- 99.5% D_0 Pourcentage de survie cumulée tronçon D_0
- Axe de dévalaison



- Canal EDF
- D_0 Tronçon potentiel de production de dévalants
- Canal d'irrigation
- Affluent
- Usine hydro-électrique
- Barrage ou seuil
- Mortalité effective du barrage
- Mortalité effective de l'usine
- 99.5% D_0 Pourcentage de survie cumulée tronçon D_0
- Axe de dévalaison



ne peut y avoir théoriquement de passage de poissons, hormis défaut de fonctionnement entraînant la mise en service des dispositifs de décharge. La pondération liée au temps effectif de passage et à la répartition des poissons est égale à 1.

Le taux effectif de mortalité des ouvrages permet ainsi d'apprécier l'impact intrinsèque de chaque installation, tandis que la répartition en aval des ouvrages permet d'estimer l'effet cumulatif sur la survie des poissons dévalants.

La mortalité par passage des usines dépend des caractéristiques des turbines mais également de la taille du poisson. **La taille des poissons prise en compte dans le modèle est de 12 cm.** Il s'agit d'une taille moyenne pour les poissons adultes généralement compris entre 10 et 15 cm. Les différents inventaires font apparaître que d'une façon générale, les grands individus sont rares sur la Durance.

II.1.3.2. Résultats

Les résultats sont présentés par les planches 10 et 11.

Deux conditions de dévalaison ont été modélisées en fonction des hypothèses présentées au chapitre II.1.1.

La première concerne une dévalaison aléatoire tout au long de l'année indépendante du débit de la Durance. La deuxième concerne une dévalaison uniquement en crue lors de la restitution des barrages. Le débit de la Durance est supérieur à 250 m³/s.

- **cheminement principal de dévalaison**

L'axe principal de dévalaison est lié logiquement au cheminement des principaux écoulements de la Durance. Le canal EDF constitue donc l'axe principal de dévalaison pour l'Apron sur une durée moyenne annuelle comprise entre **95 et 99.5% du temps soit 347 à 363 jours par an.**

Il n'y a qu'en condition de crue soutenue (> 500m³/s), lorsque les usines sont arrêtées et que les barrages restituent en sousverse, que l'axe de dévalaison devient, pour l'ensemble de la zone d'étude, celui de la Durance.

La moitié amont de la zone d'étude (amont l'Escale) est la plus impactée par ce fonctionnement. L'ensemble des poissons dévalants des tronçons D0, D1, D2, Bu et J sont « collectés » par le canal EDF jusqu'à la retenue de Cadarache. Il y a absence de communication entre les groupes de tronçons (D0, D1, Bu) et (D2, J).

Pour la moitié aval de la zone d'étude, l'axe de dévalaison majoritaire est la Durance. La connexion entre les tronçons D3 et D4 est bonne (93%) tandis qu'elle se réduit sensiblement (60 %) entre D4 et D5 sous l'effet de la dérivation de la prise fusible de Ste Tulle.

On notera la possibilité de passage de l'Apron par le canal de la Brillanne au niveau de la prise d'eau en Durance (7%) ainsi qu'au niveau de la prise en canal EDF en aval du pont canal Durance (1%). La complexité du réseau secondaire du canal de la Brillanne

rend difficile l'évaluation de la répartition du poisson ainsi que son exutoire. Nous considérerons donc que le poisson engagé dans le canal de la Brillanne y reste piégé sans retour à la Durance ni dans les canaux EDF.

Les possibilités d'arrêt de dévalaison sont rares quand le poisson s'est engagé dans le canal EDF. Il peut en sortie de l'usine de Salignac remonter sur la Durance sur 300 m jusqu'au pied du seuil de Salignac, mais le linéaire reste réduit avec un milieu défavorable (forte évolution des fonds liée aux curages). L'autre point d'arrêt se situe en sortie du canal de fuite de Beaumont, le poisson peut alors remonter sur la Durance sur le tronçon D5 (20 km). Pour la modélisation, l'Apron est supposé ne pas s'arrêter afin de définir les effets cumulés potentiels de l'ensemble de la zone d'étude.

- **mortalité effective aux barrages**

En considérant une dévalaison aléatoire tout au long de l'année indépendante du débit, la mortalité effective aux barrages reste faible comprise entre 0.5 et 4.5%. Cette faiblesse tient au fait que la durée effective de restitution est courte. La mortalité est la plus forte à St Lazare et Cadarache car le poisson peut potentiellement passer dans le dispositif d'attrait avec un taux théorique de mortalité maximal (100%).

En considérant l'hypothèse d'une dévalaison qu'en condition de crue, la mortalité aux barrages augmente avec 15 à 25 % de mortalité effective. Celle-ci devient maximale en crue soutenue (>500 m³/s) avec 100 % de mortalité effective. Ceci est dû à l'augmentation de la part du débit restitué par les barrages, avec en crue soutenue l'arrêt de la dérivation du canal EDF.

La mortalité estimée aux barrages est liée à la décompression imposée lors de la restitution en aval des ouvrages soit par restitution en sousverse par les organes évacuateurs soit par le dispositif de débit d'attrait.

Pour les seuils de Salignac, La Brillanne et Ste Tulle, la mortalité est nulle quelque soit l'hypothèse de dévalaison retenue.

- **mortalité effective aux usines**

La mortalité effective aux usines est comprise entre 5 et 30%.

Les usines les plus impactantes sont les hautes chutes (Sisteron (28%), Oraison (27%)) ainsi que les chutes équipées de nombreux groupes (Ste Tulle 1(25%)). Ceci est dû principalement à la nature et la taille des turbines. Les hautes chutes sont équipées de turbines Francis ayant une incidence, sur le poisson, plus importante que les turbines Kaplan. Dans le cas de Ste Tulle, la faible taille des turbines Kaplan et leurs fortes vitesses de rotation conduisent à une mortalité élevée.

Les autres usines, constituée de turbines Kaplan, présentent des mortalités faibles à modérées deux à trois fois inférieures aux précédentes (7 à 12 %).

La mortalité effective des usines est stable quelque soit le débit turbiné. Elle devient nulle lors des arrêts des usines en crue soutenue (> 500 m³/s).

- **effets cumulés des ouvrages**

En considérant une dévalaison aléatoire indépendante du débit, l'effet cumulé des ouvrages tout au long de la zone d'étude atteint 50 à 70 % de mortalité effective pour les poissons dévalant des tronçons en amont de l'Escale et 5 à 15 % pour les tronçons en aval de l'Escale.

Si l'on considère un déplacement du poisson uniquement en période de crue, la mortalité cumulée atteint 80 à 90 % pour les tronçons en amont de l'Escale et 20 à 25 % pour les tronçons en aval.

L'effet cumulé des ouvrages a donc tendance à diviser la zone d'étude en deux dont le point pivot est le barrage de l'Escale. La partie amont présente un impact fort subissant l'ensemble de la chaîne des ouvrages, tandis que la partie aval n'est que partiellement affectée par cette chaîne à travers la dérivation de la prise fusible de Ste Tulle. L'effet cumulé des ouvrages augmente si l'on considère une dévalaison du poisson qu'en période de crue, avec l'effet de mortalité au passage des barrages par sousverse.

II.1.4. Bilan

Les aménagements hydroélectriques de la Durance de l'escale à Cadarache ont un impact fort sur la circulation à la dévalaison de l'Apron :

- en limitant les relations à dévalaison entre les populations,
- en entraînant une mortalité cumulée importante sur les dévalants,
- en ne permettant pas ou peu aux poissons de regagner la Durance.

Globalement, les tronçons de la zone d'étude favorables au développement de l'Apron sont peu reliés entre eux à la dévalaison. Les seuls tronçons reliés sont ceux en dessous du barrage de l'Escale : D3 et D4 et en moindre mesure D4 et D5. Une partie des dévalants sortant de l'usine de Beaumont peuvent remonter sur D5, mettant alors en communication indirecte une partie des poissons de l'amont de la zone d'étude avec ceux de l'aval.

Au regard des données actuelles sur la répartition de l'Apron en Durance, ce sont les zones les plus densément peuplées (amont du barrage de l'Escale) qui subissent la mortalité à la dévalaison la plus forte. Si l'on excepte l'amont du barrage de la Saulce, à priori sans peuplement observé, la mortalité effective à la dévalaison est de 50 à 60 %, alors qu'elle ne serait que de 10 à 30 % si les poissons n'empruntaient pas la file d'Oraison.

Outre la mortalité cumulée générée par les ouvrages, le schéma actuel de dévalaison a tendance à soustraire de la Durance la majeure partie des dévalants avec le risque qu'en sortie de l'usine de Beaumont, les poissons continuent leur dévalaison dans le canal EDF sans retourner à la Durance.

II.2. Continuité à la montaison

La montaison constitue l'action de migration du poisson vers l'amont du cours d'eau. Au même titre que la dévalaison, il ne s'agit pas forcément d'une migration au sens strict du terme dans le but d'atteindre des zones de développement spécifique (frayères, ...). Il peut s'agir également de déplacements plus ou moins importants liés à la nécessité d'un brassage entre différentes populations éloignées géographiquement.

Au cours de sa migration vers l'amont, l'Apron est confronté à divers obstacles (barrages, seuils et usines hydroélectriques) dont l'analyse suivante a pour but d'établir le bilan de franchissabilité en fonction des capacités de nage de l'Apron.

II.2.1. Capacité de franchissement de l'Apron

Les expérimentations menées au fluvarium des Ramières dans le cadre du premier et deuxième programme Life ont montré que les capacités de nages de l'Apron sont assez réduites, la vitesse de pointe d'un individu de 7,5 cm se situe entre 1.3 et 1.4 m/s. La hauteur de chute maximum franchissable par l'Apron s'élève alors autour de 15 cm de chute fortement noyée du fait de l'incapacité de l'Apron à effectuer des sauts. La progression du poisson se fait par étapes avec des poses régulières entre les galets ou derrière des blocs.

Les capacités de nage étant proportionnelles à la taille du poisson, on considérera qu'au-delà d'une trentaine de centimètres de chute, toute singularité hydraulique est infranchissable pour l'Apron.

II.2.2. Analyse des possibilités de montaison de l'Apron

- **Barrages à vannes mobiles :**









La hauteur de chute des barrages à vannes mobiles sur la zone d'étude se situe entre 7 et 21 m ce qui constitue évidemment un obstacle infranchissable pour l'Apron. Aucune montaison n'est donc possible au niveau des différents ouvrages.

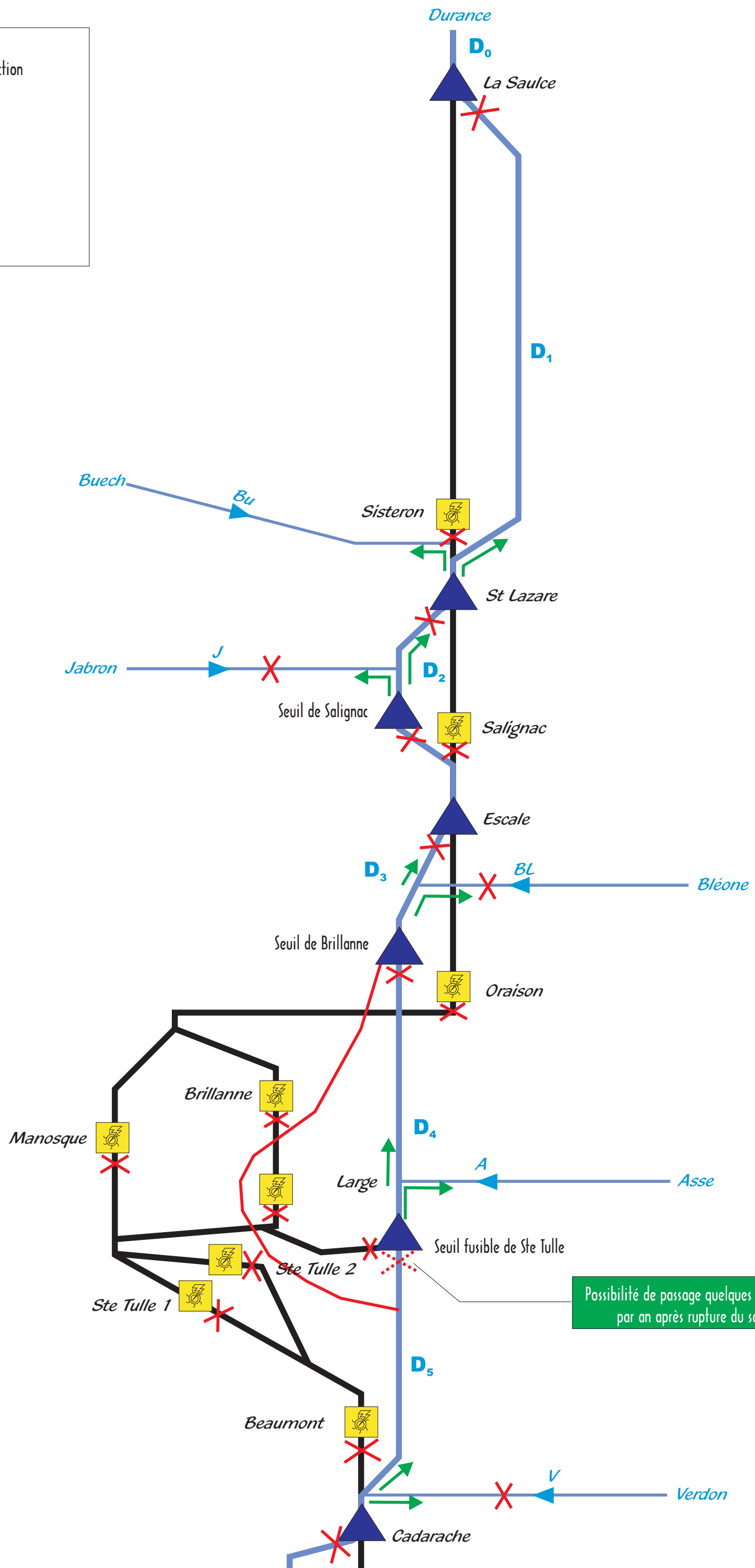
- **Usines :**

Des hauteurs de chutes entre 10 et 110 m et le passage par les conduites forcées rendent totalement infranchissables à la montaison l'ensemble des usines de la chaîne.

- **Seuils :**

Seuil de Salignac : En fonctionnement normal, le point de passage potentiel pour l'Apron se situe en rive droite au niveau d'une échancrure de 10 m de large environ pour une hauteur de (cf. fiche ouvrage). Avec une chute de l'ordre de 40 cm, pour un débit moyen de l'ordre de 5 à 6 m³/s, avant les opérations de curage, l'obstacle se situe légèrement au dessus des capacités de franchissement d'un adulte d'une quinzaine de centimètres. A la suite des opérations de curages, l'enfoncement aval a provoqué l'augmentation de la hauteur de chute qui oscille entre 1.5 et 3.5 m ce qui constitue un obstacle totalement infranchissable pour l'Apron avec des vitesses au niveau de

-  Canal EDF
-  Tronçon potentiel de production de dévalants
-  Canal d'irrigation
-  Affluent
-  Usine hydro-électrique
-  Barrage ou seuil
-  Axe de montaison
-  Obstacle à la montaison



l'échancrure jusqu'à 3 fois supérieures à la vitesse de pointe d'un individu adulte. Pour des débits supérieurs à la capacité d'entonnement de l'échancrure, il y a surverse au dessus du déversoir. L'envoiment du seuil, pour des débits très importants, ne permettra pas le passage de l'Apron du fait des vitesses et des turbulences trop importantes engendrées par ces conditions hydrologiques.

Seuil de la Brillanne : Le débit principal transite au niveau de 2 déversoirs situés en plein lit perpendiculaires à l'axe du cours d'eau. En structure bétonnée, de forme saut à ski, ils sont larges de 10 m chacun (cf. fiche ouvrage). La hauteur de chute sur ce seuil est variable entre 1.5 m et 1.75 m (vitesses 2 fois supérieures aux vitesses max de nage de l'Apron adulte) et constitue donc un obstacle totalement infranchissable à la montaison pour des débits moyens. A l'image du seuil de Salignac, les conditions hydrodynamiques engendrées lors de crues suffisamment importantes pour noyer l'ouvrage ne permettraient pas le passage de l'Apron. Le barrage de la Brillanne constitue donc un obstacle infranchissable à la montaison de l'Apron.

Seuil fusible de Ste Tulle : Le point de passage potentiel de l'Apron se situe au niveau du système de restitution du débit réservé. Constitué par un déversoir palplanche et béton situé en rive droite, il est large d'environ 6 m pour 65 cm de haut. Les hauteurs de chutes observées pour des débits faibles à moyens oscillent autour d'une quarantaine de centimètres. Ce seuil est donc infranchissable lors de conditions normales de débit (vitesses 2 fois supérieures aux vitesses max de nage de l'Apron). La seule possibilité de passage de l'Apron au niveau de ce seuil a lieu pendant une période de quelques semaines après rupture de la digue fusible lors des coups d'eau importants. Il est cependant difficile d'appréhender si les vitesses d'écoulement dans la brèche sont alors compatibles avec les capacités de nage de l'Apron.

Les différentes observations faites sur les seuils n'ont eu lieu que pour des débits moyens à faibles, en période de crue, la chute des ouvrages a tendance à diminuer du fait d'un envoiment plus ou moins important. Cependant, lors de ces épisodes, les vitesses d'écoulement du cours d'eau deviennent probablement incompatibles avec la migration du poisson vers l'amont.

Ainsi, même si l'ouvrage de Ste Tulle présente une possibilité temporaire de passage, les seuils sont considérés globalement comme des obstacles à la montaison de l'Apron.

L'ensemble de ces éléments est synthétisé par la planche 12.

II.2.3. Bilan

L'ensemble de la zone est donc fortement sectorisée puisque la totalité des ouvrages constituent des obstacles imperméables à la montaison de l'Apron.

Dans la perspective des orientations d'aménagement il n'apparaît pas envisageable d'équiper les barrages à vannes mobiles au regard des hauteurs de chute très importantes qui les caractérisent.

Les seuils de Salignac de La Brillanne et de Ste Tulle présentent des hauteurs de chute nettement plus faibles pouvant faire l'objet d'un équipement de type passe à poissons.

Ces aménagements viendraient en complément d'une amélioration de la dévalaison de manière à restaurer le maximum de connectivité entre les tronçons de la zone d'étude favorables à l'Apron.

L'équipement des seuils de La Brillanne et de Ste Tulle permettrait de raccorder à la montaison l'ensemble de tronçons entre l'Escale et Cadarache (D3,D4,D5). L'équipement du seuil de Salignac permettrait de réduire l'isolement du tronçon D2 avec mise en communication indirecte avec tronçon D1 via la dévalaison par l'usine de Salignac.

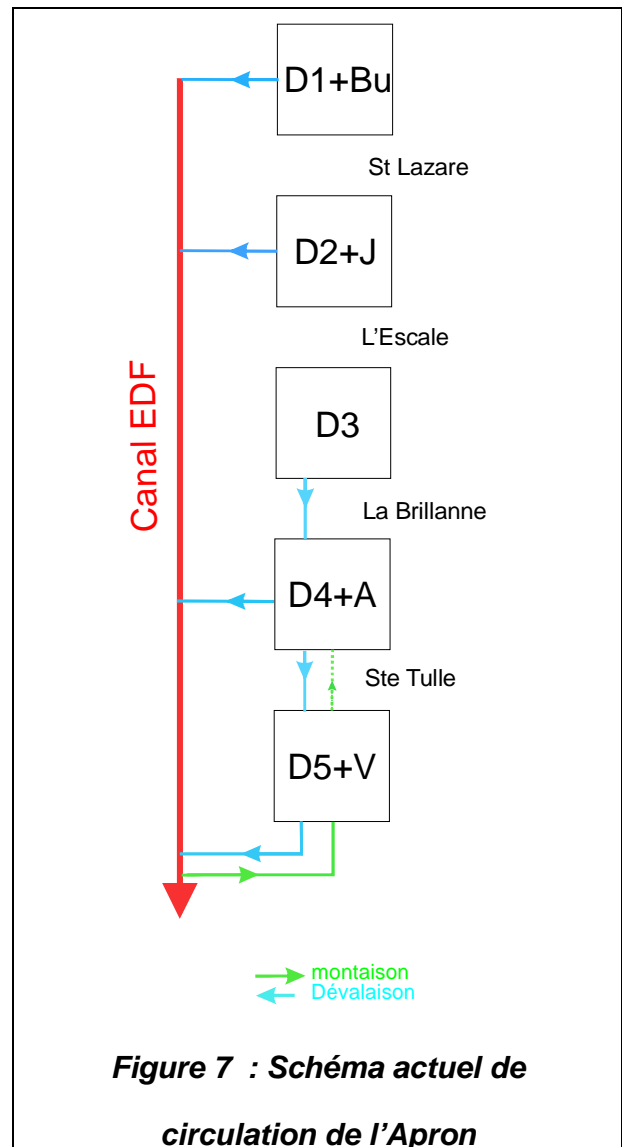
II.3. Conclusion et stratégie d'aménagement pour l'amélioration de la circulation de l'Apron

Les zones de la Durance favorables au développement de l'Apron sont fortement morcelées et isolées par les aménagements hydroélectriques aussi bien en montaison qu'en dévalaison.

Actuellement, sur les 5 tronçons favorables au développement de l'Apron seulement trois sont en communication partielle (D3, D4 et D5).

Ce morcellement et cet isolement contribue à affaiblir la population d'aprons sur la Durance, risquant à terme la disparition du poisson sur certains tronçons (D2 ?, D3 ? ...).

Si la montaison apparaît la plus absente dans le schéma actuel de circulation de l'Apron sur la zone d'étude, le principal problème concerne la dévalaison qui introduit une perte par mortalité et cantonnement des poissons dévalants dans les canaux EDF dont les caractéristiques sont trop éloignées de celles du milieu naturel pour assurer l'ensemble du cycle vital du poisson (développement, reproduction).



Les caractéristiques des installations (dimensions, nombre, ramification des canaux,...) rend difficilement envisageable le traitement de la problématique dévalaison au droit de chaque ouvrage.

Le principe est plutôt d'intervenir aux points générant le plus d'impact.

L'entrée des poissons dans le canal d'Oraison constitue le point « critique » du schéma de circulation de l'Apron. En effet, la restitution des aprons dévalants en aval de l'Escale permettrait non seulement de réduire de 40% la mortalité, mais aussi de remettre en relation par dévalaison la partie amont de la zone d'étude et la partie aval tout en réduisant le risque de perte de poissons dans les canaux EDF en aval de Cadarache.

Le gain pour les autres sites est faible : prise fusible de Ste Tulle 8%, St Lazare 10%.

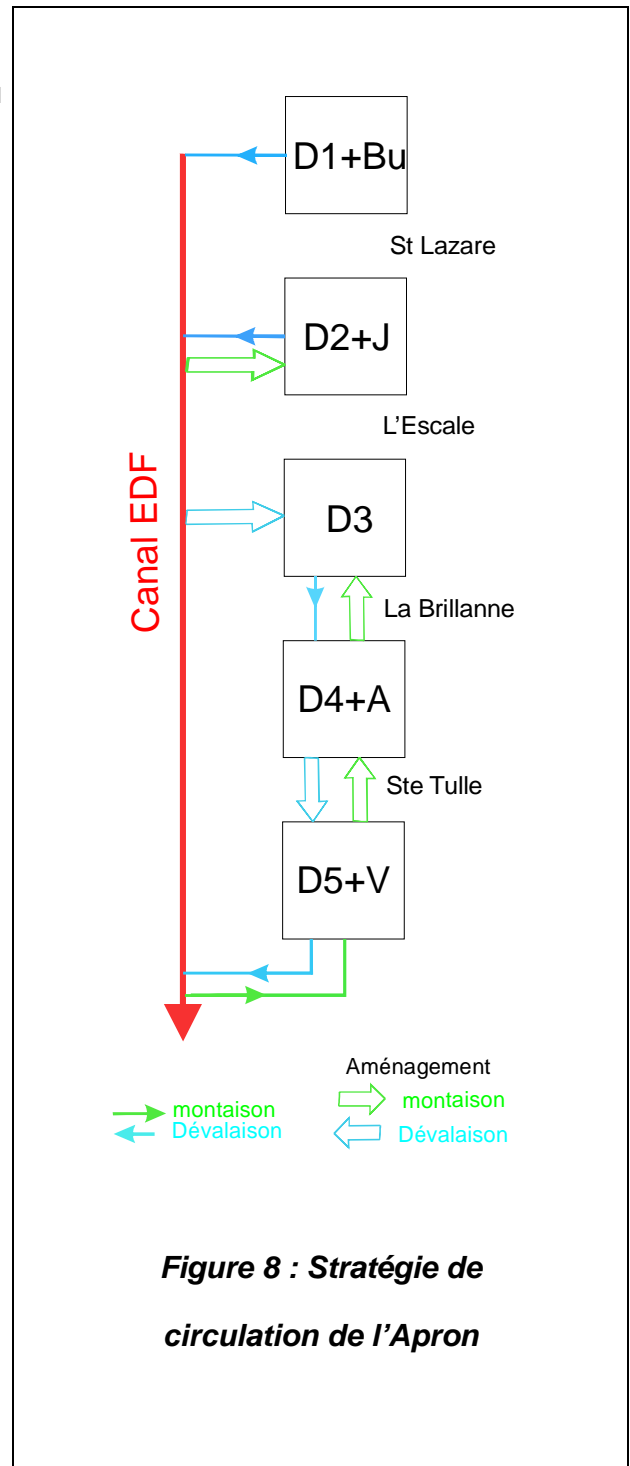
L'équipement du site de Ste Tulle apparait cependant intéressant, car il se rapproche, toute proportion gardée, de la problématique du canal d'Oraison avec dérivation vers plusieurs usines, confinement du poisson dans le canal EDF et risque de dévalaison au-delà de Cadarache. De plus, contrairement à St Lazare, les dimensions réduites de la prise d'eau et la faible hauteur de chute facilite la réalisation d'aménagements.

L'amélioration de la circulation du poisson à la montaison n'est envisageable qu'au niveau des seuils de faible chute : Salignac, la Brillanne, Ste Tulle.

L'équipement de ces seuils à l'aide de passe à poissons viendrait en complément des améliorations à la dévalaison, notamment pour le site de Salignac en mettant en communication indirecte les tronçons de part et d'autre du barrage de St Lazare (D1 et D2) par remontée des dévalants de l'usine de Salignac.

L'amélioration de deux points à la dévalaison et de trois points à la montaison met en communication totale (dévalaison et montaison) ou partielle quatre tronçons sur cinq pour actuellement trois en communication partielle.

Mis à part la Durance en amont de Sisteron qui reste autonome avec la branche aval du Buech (D1 et Bu), l'ensemble des autres tronçons sont remis en communication au moins par dévalaison et en montaison à l'aval de l'Escale (D3, D4, D5) soit près de 80 km raccordés en dévalaison et de 50 km.



III. Bibliographie

BEAUDOU D., LANGON M., Synthèse et valorisation des connaissances sur la présence de l'apron (*Zingel asper*) en Provence-Alpes-Côte d'Azur, CSP-Délégation de Montpellier (2004).

BOUCHARD P., 1996. Dynamique spatio-temporelle des peuplements ichthyologiques de la Durance aménagée. Th. Doc. Université de Provence.

BRGM, 1991. Moyenne Durance, Etude d'Environnement, Tome 1.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 1996. Principales prises d'eau dans le département des Alpes de Haute Provence-Rapport final.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 2004. Réseau Hydrobiologique et Piscicole. Campagnes 2002 et 2003 : Résultats détaillés pour le département Alpes de Haute Provence (04).

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 2005. Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) - Prospections et suivi annuel 2004 (CSP)

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 2006. Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) - Prospections et suivi annuel 2005 (CSP)

DANANCHER D., 2005. Apports de l'écologie comportementale à la conservation d'un poisson en voie de disparition : l'Apron du Rhône (*Zingel asper*). Th. Doc. Université Claude-Bernard-Lyon 1.

ELECTRICITE DE FRANCE - Groupe d'exploitation Hydraulique (GRPH)

ELECTRICITE DE FRANCE, 2006. Estimation de la population d'Aprons *Zinguel asper* sur la Durance. Linéaire Pont Barrage St Lazare-Seuil de Salignac, rapport définitif.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, 1992. Fish entrainment and turbine mortality review and guidelines –Final report.

Fédération Départementale des Structures d'Irrigation Collective des Alpes de Haute Provence, 2001. Etude des flux de 26 réseaux d'irrigation gravitaire des Alpes de Haute Provence – Saison d'irrigation 2001.

LARINIER M., DARTIGUELONGUE J., 1989. La circulation des poissons migrateurs : le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques. Bull. Fr. Pêche Piscic. (1989) 312/313.

LARINIER M., Passes à Poissons, Expertise Conception des ouvrages de franchissement. Coll. Mise au point.

LARINIER M., TRAVADE F., 1999. La dévalaison des migrateurs : problèmes et dispositifs. Bull. Fr. Pêche Piscic. 353/354.

RABOTIN M., 2002. Base de données piscicoles du bassin versant de la Durance: Mise en place d'un Système d'Information Géographique.








RESERVES NATURELLES DE FRANCE, 2001. Guide de gestion pour la conservation de l'Apron du Rhône.

Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance, 1998. Etude « Milieux Naturels », Moyenne et Basse Durance. Rapport CESAME, AQUASCOPE, AQUALIS, TELEOS, 217 p.

UNION DES ASA DE LA BLEONE A L'ASSE, 2003. Etude des connaissances des flux d'un réseau d'irrigation gravitaire-Campagne d'irrigation 2002.

Annexes

Annexe 1
Qualité des eaux de la
moyenne Durance
Année 2005

LEGENDE	
Qualité ou aptitude	
	Très bonne
	Bonne
	Moyenne
	Médiocre
	Mauvaise
	48 Indice de qualité ou d'aptitude à la biologie
	Absence ou insuffisance de données
	AEP : alimentation en eau potable
	LOIS : loisirs aquatiques
	IRRI : irrigation
	ABR : abreuvement
	AQU : aquaculture
	HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
	PCB : polychlorobiphényles
	MeS : matières en suspension
Avertissement : le classement d'aptitude ne préjuge pas de la conformité réglementaire de l'eau à l'usage considéré	



Fiche SEQ Eau : Durance à Rochebrune

Code station : 152700 - Année : 2005

[SEQ eaux superficielles](#)
[Grilles d'évaluation SEQ-Eau](#)
[Informations disponibles pour la station](#)

SEQ EAUX SUPERFICIELLES



PHYSICO-CHIMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	74	74					
Matières azotées	80	80					
Nitrates	80	80					
Matières phosphorées	87	87					
Particules en suspension	77	95					
Température	100	100					
Minéralisation	59						
Acidification	77	77					
Effet des proliférations végétales	68	68					
Microorganismes	51						
Micropolluants minéraux sur eau brute							
Micropolluants minéraux sur bryophytes	83						
Micropolluants minéraux sur sédiments	37						
Micropolluants minéraux sur MeS							
Pesticides sur eau brute							
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute							
HAP sur sédiments							
HAP sur MeS							
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur MeS							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU

BIOLOGIE		
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	Indice Biologique Diatomées (IBD)



Fiche SEQ Eau : Durance à Tallard

Code station : 153000 - Année : 2005

[SEQ eaux superficielles](#)
[Grilles d'évaluation SEQ-Eau](#)
[Informations disponibles pour la station](#)

SEQ EAUX SUPERFICIELLES



PHYSICO-CHIMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	53	53					
Matières azotées	75	75					
Nitrates	77	72					
Matières phosphorées	77	77					
Particules en suspension	4	51					
Température	100	100					
Minéralisation	45						
Acidification	75	75					
Effet des proliférations végétales	72	72					
Microorganismes	28						
Micropolluants minéraux sur eau brute							
Micropolluants minéraux sur bryophytes	84						
Micropolluants minéraux sur sédiments	38						
Micropolluants minéraux sur MeS							
Pesticides sur eau brute							
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute							
HAP sur sédiments	62	62					
HAP sur MeS							
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur MeS							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU

BIOLOGIE		
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	Indice Biologique Diatomées (IBD)



Fiche SEQ Eau : Durance à Sisteron

Code station : 153900 - Année : 2005

[SEQ eaux superficielles](#)
[Grilles d'évaluation SEQ-Eau](#)
[Informations disponibles pour la station](#)

SEQ EAUX SUPERFICIELLES



PHYSICO-CHIMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	62	62					
Matières azotées	78	78					
Nitrates	75	70					
Matières phosphorées	80	80					
Particules en suspension	0	0					
Température	98	98					
Minéralisation	51						
Acidification	80	80					
Effet des proliférations végétales	64	64					
Microorganismes	31						
Micropolluants minéraux sur eau brute							
Micropolluants minéraux sur bryophytes	83						
Micropolluants minéraux sur sédiments	46						
Micropolluants minéraux sur MeS							
Pesticides sur eau brute							
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute							
HAP sur sédiments	59	59					
HAP sur MeS							
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments	79						
Micropolluants organiques sur MeS							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU

BIOLOGIE		
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)	■	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)
	■	Indice Biologique Diatomées (IBD)



Fiche SEQ Eau : Durance aux Mées

Code station : 159000 - Année : 2005

[SEQ eaux superficielles](#)
[Grilles d'évaluation SEQ-Eau](#)
[Informations disponibles pour la station](#)

SEQ EAUX SUPERFICIELLES



PHYSICO-CHIMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	73	73					
Matières azotées	77	77					
Nitrates	78	74					
Matières phosphorées							
Particules en suspension	1	33					
Température	99	99					
Minéralisation	48						
Acidification	77	77					
Effet des proliférations végétales	64	64					
Microorganismes	37						
Micropolluants minéraux sur eau brute	42	42					
Micropolluants minéraux sur bryophytes	80						
Micropolluants minéraux sur sédiments	46						
Micropolluants minéraux sur MeS	26						
Pesticides sur eau brute	53	53					
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute	59	59					
HAP sur sédiments	59	59					
HAP sur MeS	59	59					
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute	36	59					
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur MeS	51						
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU

BIOLOGIE		
Indice Biologique Global Normalisé (BGN)	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	Indice Biologique Diatomées (IBD)

Fiche SEQ Eau : Durance à Vinon sur Verdon

Code station : 159800 - Année : 2005

[SEQ eaux superficielles](#)
[Grilles d'évaluation SEQ-Eau](#)
[Informations disponibles pour la station](#)

SEQ EAUX SUPERFICIELLES



PHYSICO-CHIMIE PAR ALTERATION							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU
Matières organiques et oxydables	74	74					
Matières azotées	81	81					
Nitrates	74	69					
Matières phosphorées	89	89					
Particules en suspension	46	73					
Température	93	93					
Minéralisation	63						
Acidification	75	75					
Effet des proliférations végétales	64	64					
Microorganismes	47						
Micropolluants minéraux sur eau brute							
Micropolluants minéraux sur bryophytes	79						
Micropolluants minéraux sur sédiments	50						
Micropolluants minéraux sur MeS							
Pesticides sur eau brute							
Pesticides sur sédiments							
Pesticides sur MeS							
HAP sur eau brute							
HAP sur sédiments	59	59					
HAP sur MeS							
PCB sur eau brute							
PCB sur sédiments							
PCB sur MeS							
Micropolluants organiques sur eau brute							
Micropolluants organiques sur sédiments							
Micropolluants organiques sur MeS							
ALTERATIONS	QUALITE DE L'EAU	APTITUDE A LA BIOLOGIE	APTITUDE AUX USAGES DE L'EAU				
			AEP	LOIS	IRRI	ABR	AQU

BIOLOGIE		
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)	Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	Indice Biologique Diatomées (IBD)

Annexe 2

Mesures de vitesses d'écoulements, prise d'eau de l'Escale

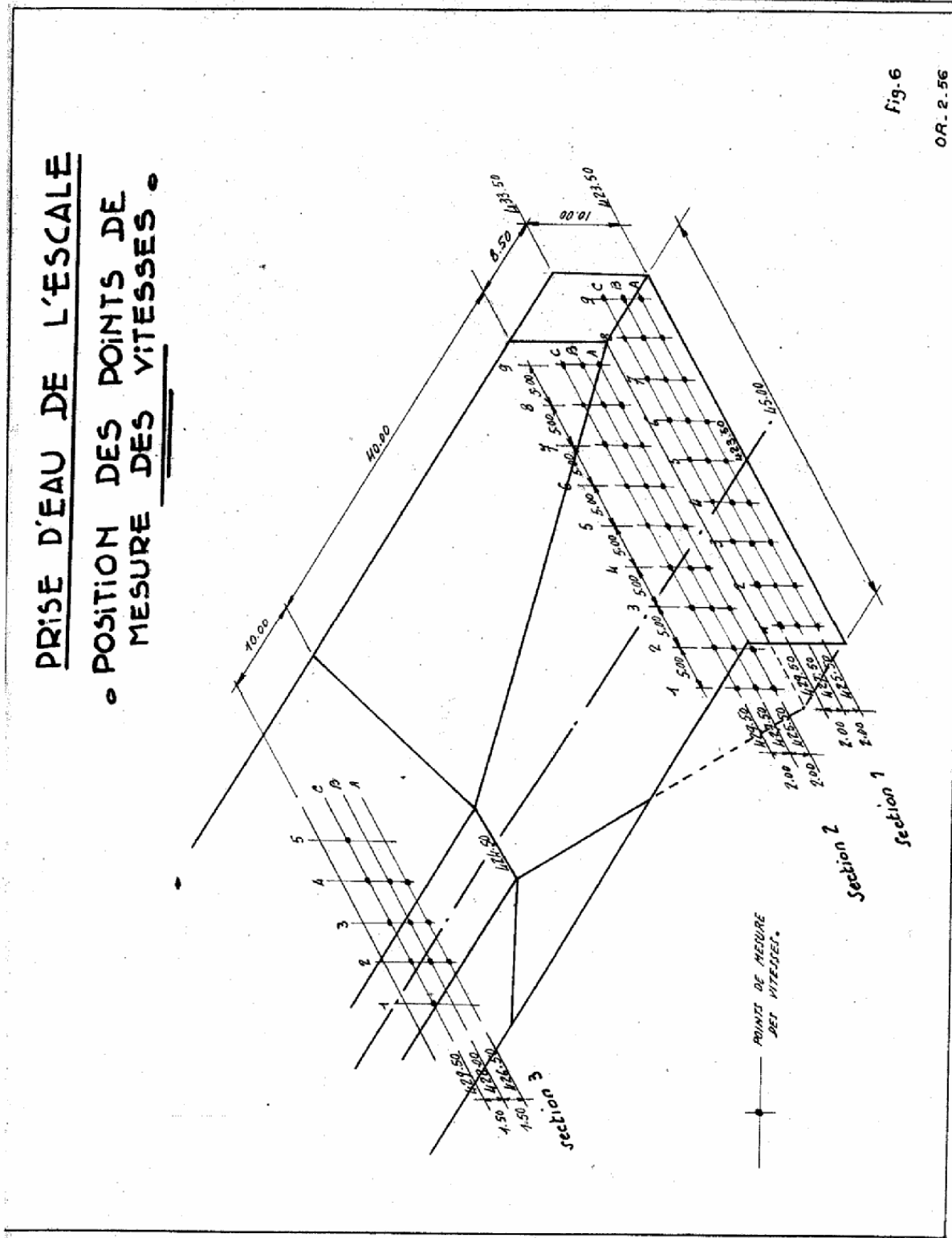
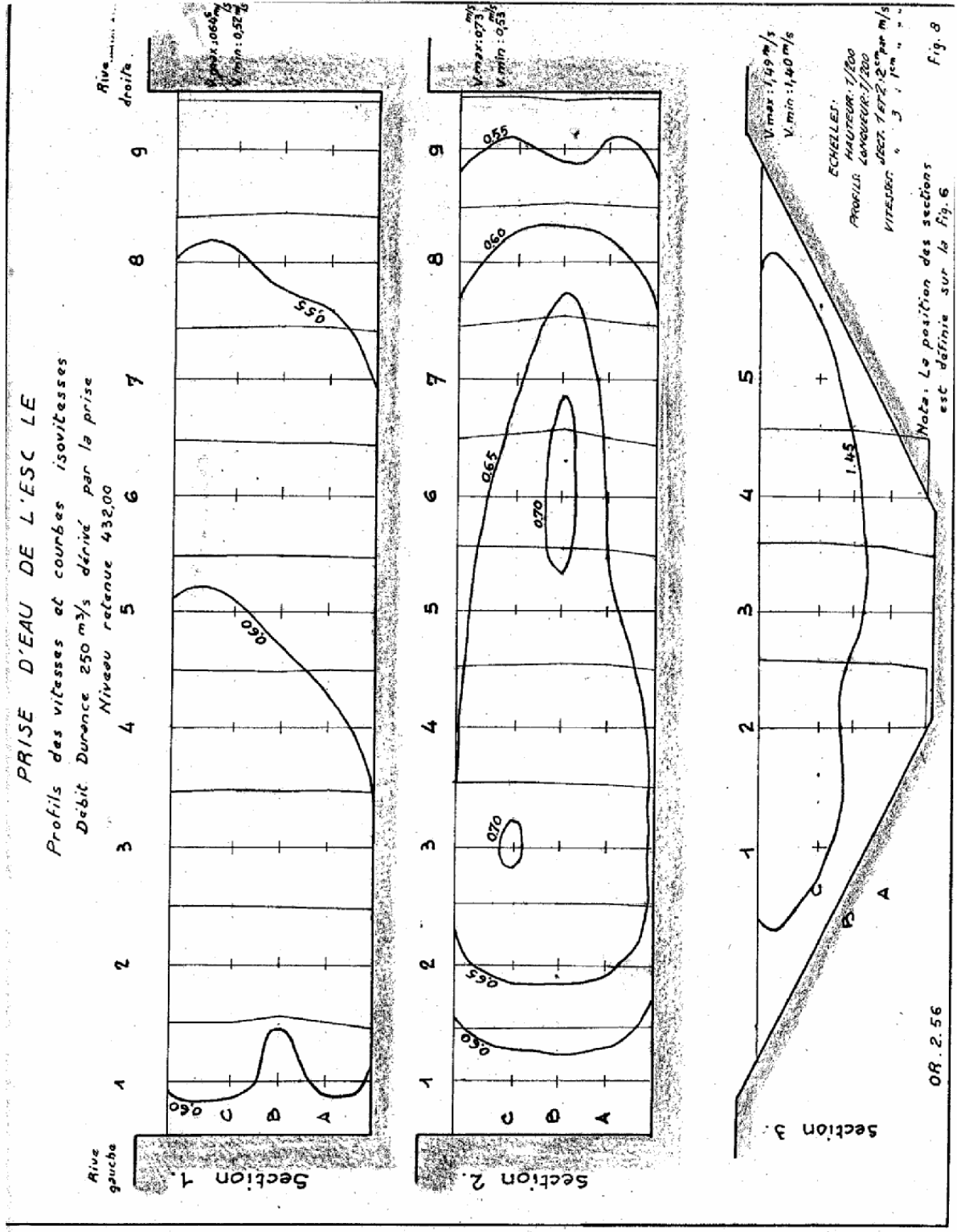
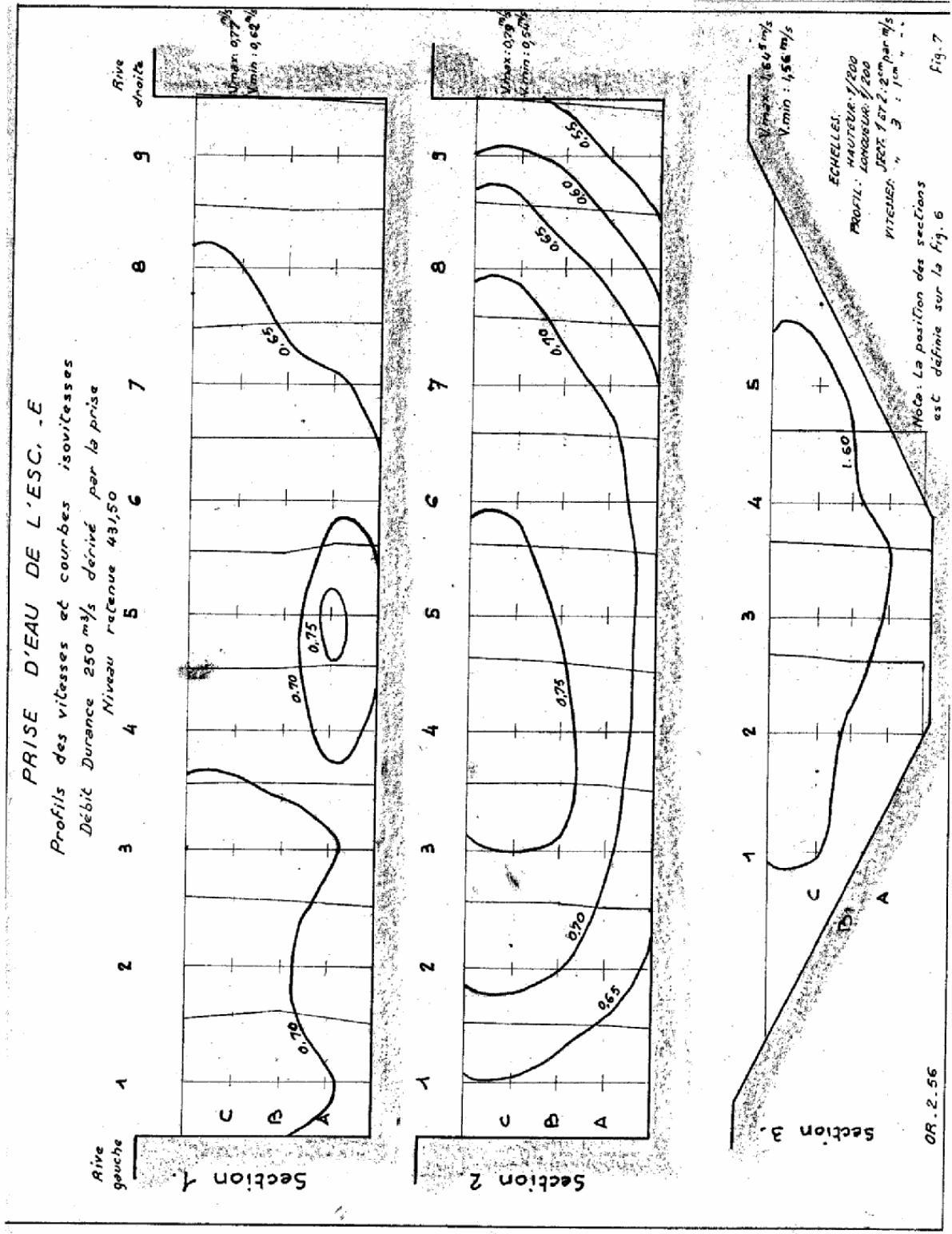


Fig.6

OR. 2.56





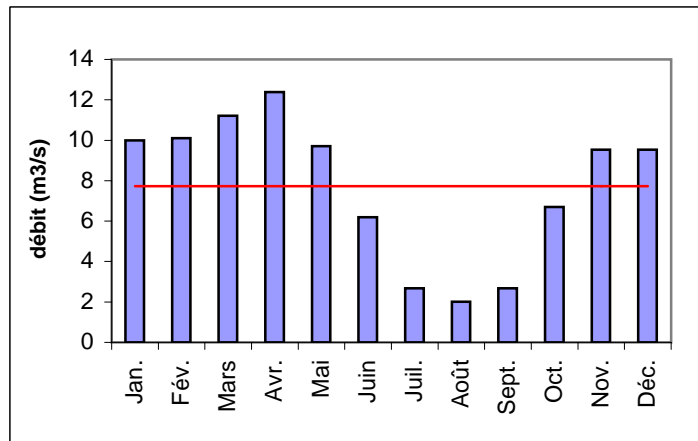
Annexe 3

Fiches de synthèse du fonctionnement hydrologique des installations

Débites caractéristiques de l'Asse à Beynes

BV : 692 km²

Débites moyens mensuels (données calculées sur 27 ans)



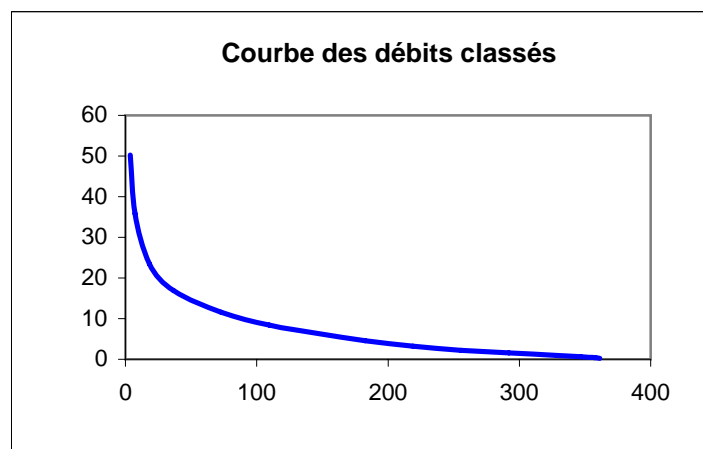
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	9,99	10,11	11,22	12,39	9,71	6,19	2,68	2,01	2,68	6,70	9,54	9,54	7,73

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	0,603	1,122

Débites classés

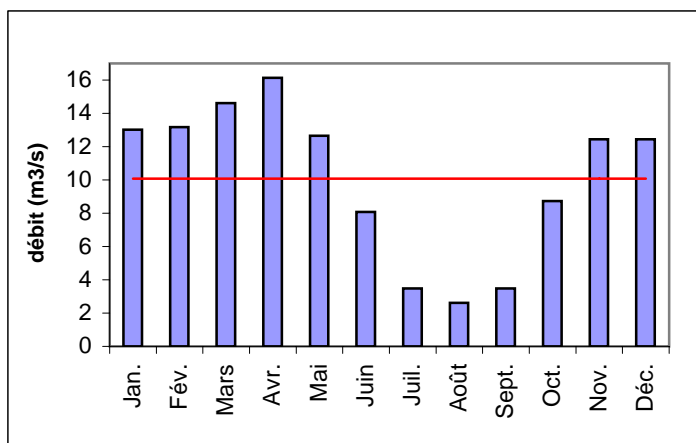
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	329	346,8	358	361
Débit (m3/s)	50,2	35,8	23,4	16,9	11,6	8,45	6,36	4,6	3,21	2,21	1,54	0,91	0,603	0,37	0,27



Débites caractéristiques de la Bléone

BV : 905 km²

Débites moyens mensuels



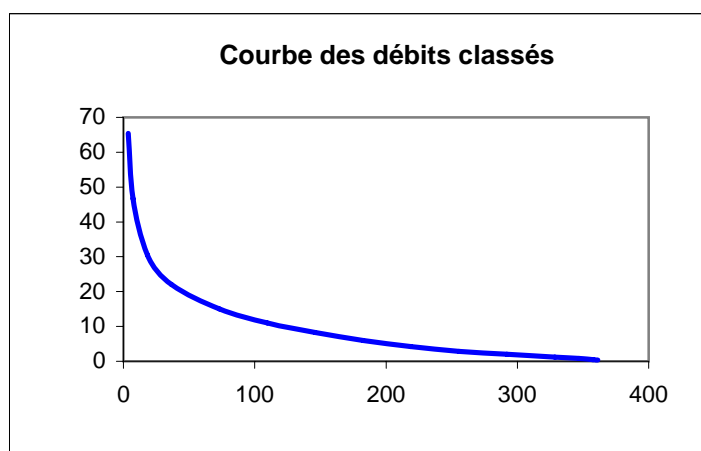
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	13,02	13,18	14,62	16,14	12,65	8,07	3,49	2,62	3,49	8,73	12,43	12,43	10,07

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	0,785	1,462

Débites classés

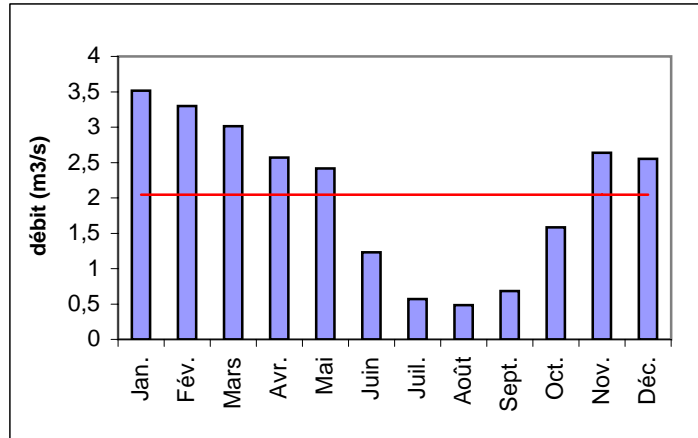
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	329	347	358	361
Débit (m3/s)	65,4	46,7	30,5	22	15,1	11	8,29	6	4,19	2,88	2,01	1,18	0,7853	0,48	0,35



Débites caractéristiques du Jabron

BV : 200 km²

Débites moyens mensuels



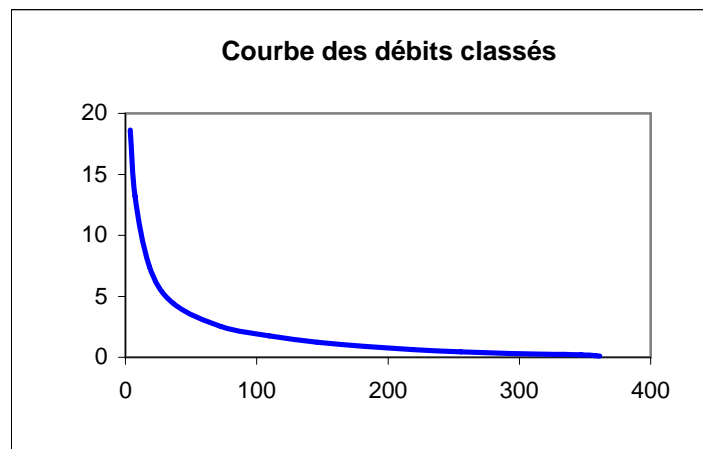
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	3,52	3,30	3,01	2,57	2,42	1,23	0,57	0,48	0,68	1,58	2,64	2,55	2,05

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	0,207	0,330

Débites classés

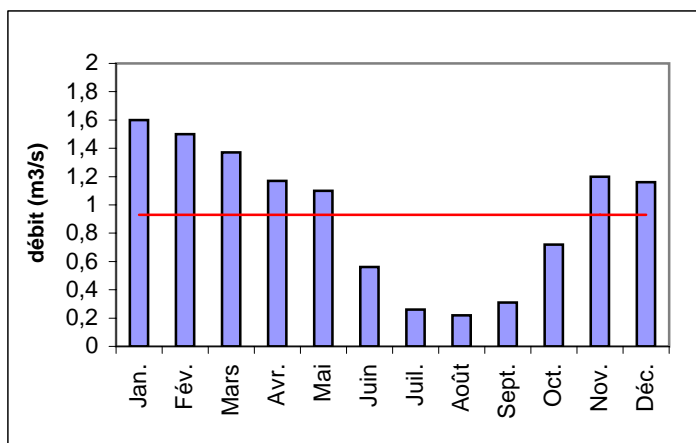
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	329	346,75	357,7	361
Débit (m3/s)	18,6	13,2	7,43	4,4	2,53	1,76	1,23	0,88	0,64	0,45	0,33	0,24	0,1978	0,132	0,09



Débites caractéristiques du Lauzon à villeneuve

BV : 124 km²

Débites moyens mensuels



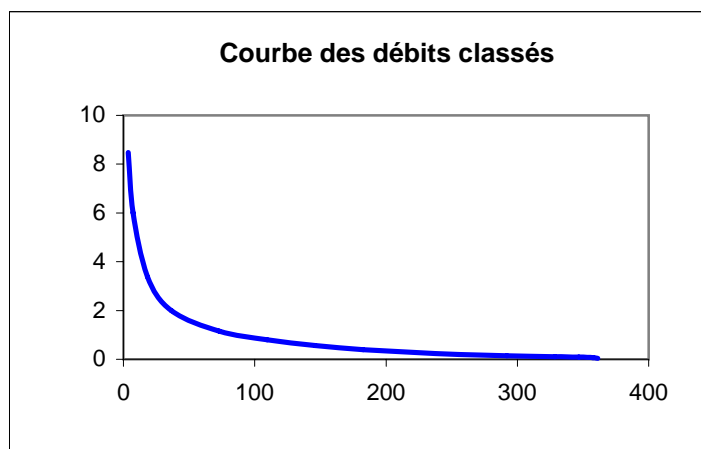
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	1,60	1,50	1,37	1,17	1,10	0,56	0,26	0,22	0,31	0,72	1,20	1,16	0,93

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	0,094	0,150

Débites classés

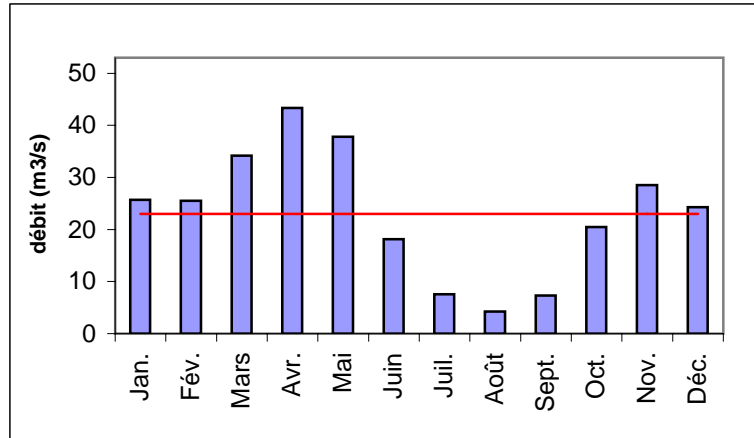
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	329	346,8	358	361
Débit (m3/s)	8,48	6,01	3,38	2	1,15	0,8	0,56	0,4	0,29	0,2	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04



Débites caractéristiques du Buech

BV 1376 Km²

Débites moyens mensuels



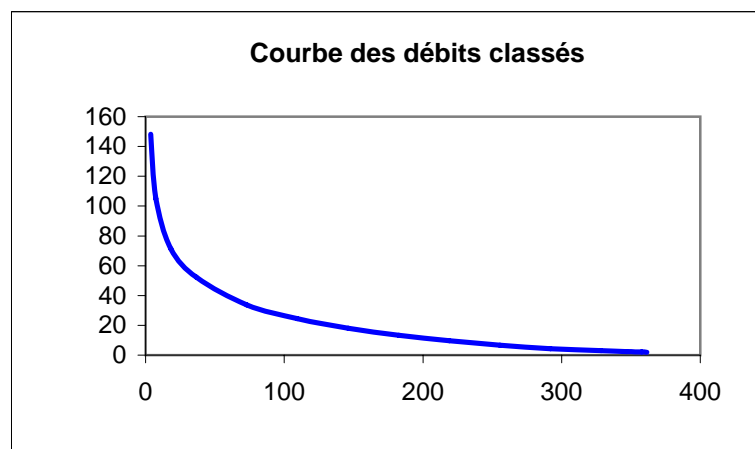
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	25,68	25,52	34,18	43,32	37,81	18,12	7,56	4,27	7,31	20,48	28,51	24,26	23,00

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	2,678	3,466

Débites classés

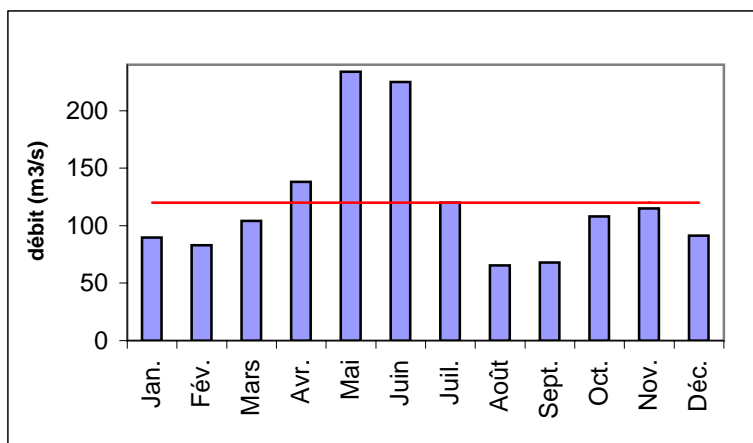
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	109,5	146	183	219	256	292	329	346,8	358	361
Débit (m3/s)	148	105	71,4	52,3	33,712	24,58	18,12	13,4	9,67	6,65	4,38	2,98	2,426	2,1	1,97



Débites naturels caractéristiques de la Durance à l'Escale (Données DIREN)

BV : 6764 km²

Débites moyens mensuels (calculés sur la période 1973 - 2004)



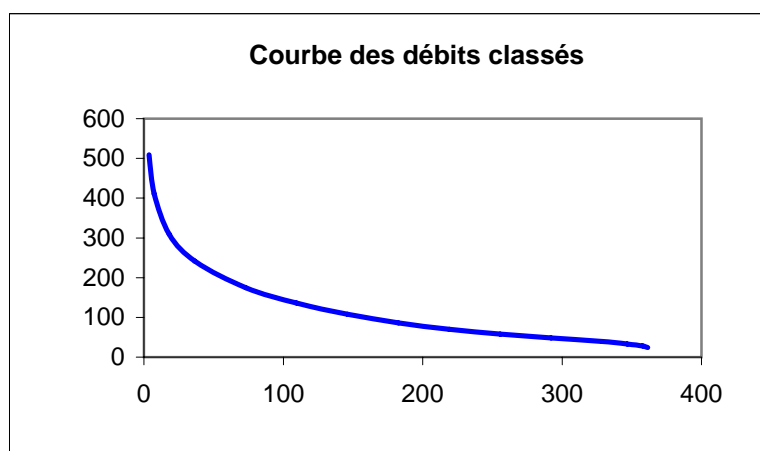
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	89,6	82,9	104,0	138,0	234,0	225,0	120,0	65,5	67,9	108,0	115,0	91,4	120,0

Débites d'étiage (données calculées sur 32 ans)

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	33,000	48,000

Débites classés (données calculées sur 11688 jours)

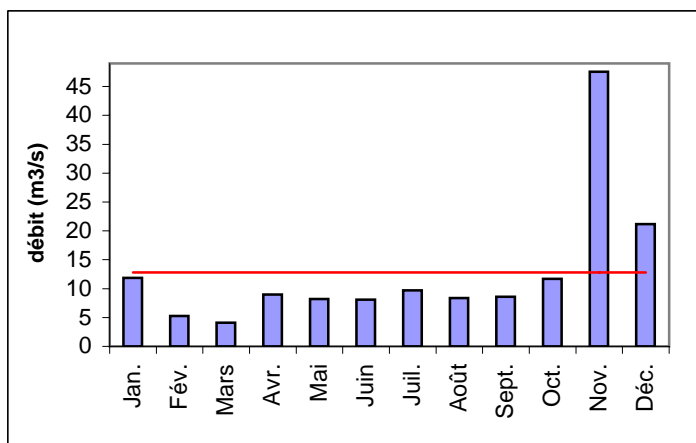
	3,65	7,3	18,25	36,5	73	109,5	146	183	219	256	292	329	346,8	358	361
Débit (m3/s)	509	411	309	242	175	136	108	86	70,2	58,3	48,5	39,6	32,8	27,8	24,5



Débites influencés caractéristiques de la Durance à l'Escale

BV : 6764 km²

Débites moyens mensuels



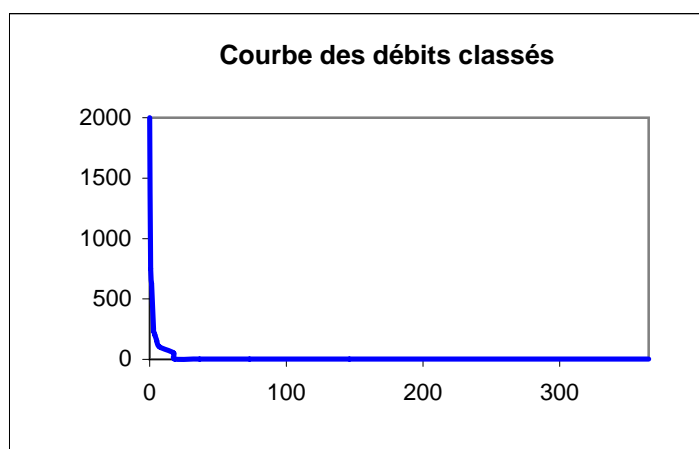
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	11,9	5,3	4,1	9,0	8,2	8,1	9,7	8,4	8,6	11,7	47,5	21,2	12,8

Débit réservé

Qr (m3/s)	3
------------------	---

Débites classés (Calculés à partir des débits classés entrants)

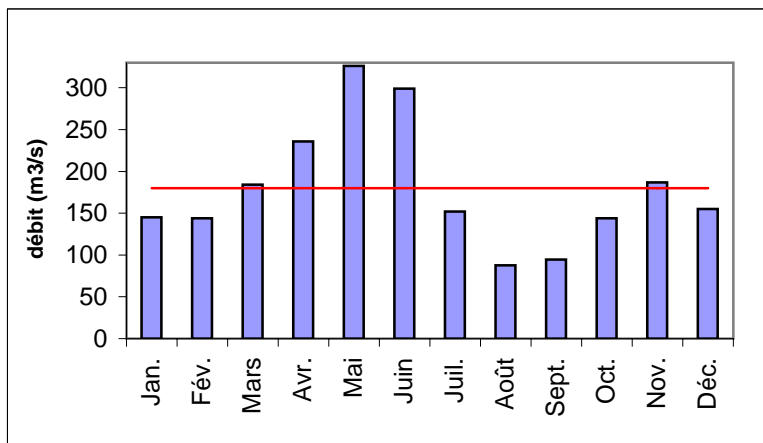
	0,04	0,73	1,46	2,77	2,92	3,65	5,11	7,3	17,5	18,3	36,5	73	109,5	146	365
Débit (m3/s)	2000	750	625	253	233	203	153	103	53	3	3	3	3	3	3



Débites naturels caractéristiques de la Durance à Cadarache

BV : 11700 km²

Débites moyens mensuels



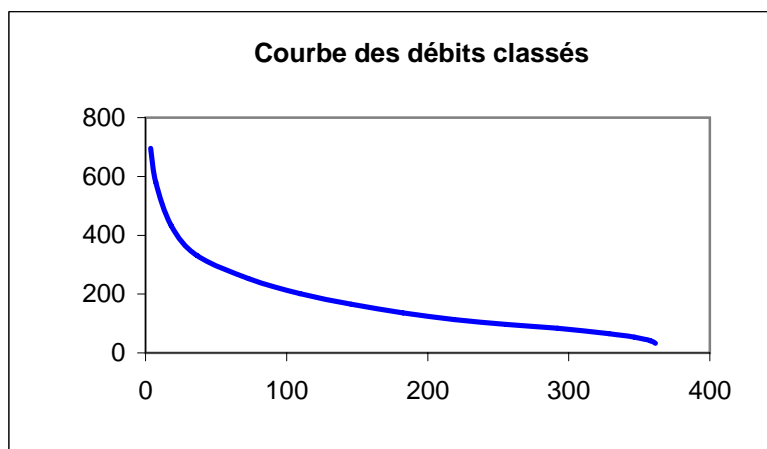
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	145,0	144,0	184,0	236,0	326,0	299,0	152,0	87,7	94,4	144,0	187,0	155,0	180,0

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	54,000	73,000

Débites classés

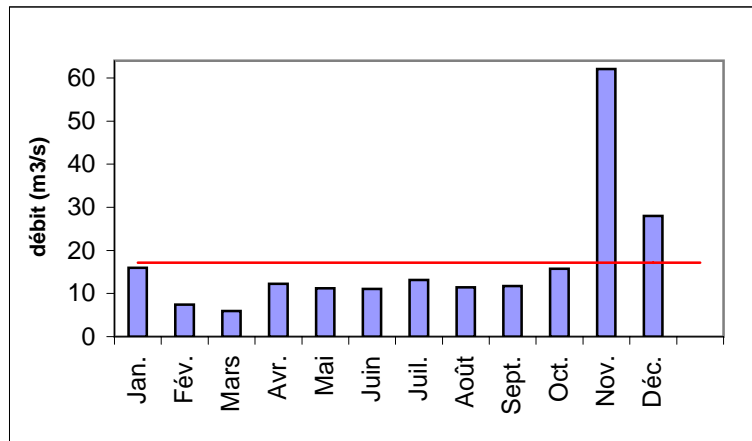
	3,65	7,3	18,25	36,5	73	109,5	146	182,5	219	255,5	292	329	347	358	361
Débit (m3/s)	695	580	433	331	252	201	165	136	113	97,4	83,5	65,3	53	41,4	33



Débits influencés caractéristiques de la Durance au Barrage Cadarache

BV 6326 Km²

Débits moyens mensuels (estimés à partir des DMM du seuil de la Brillanne)



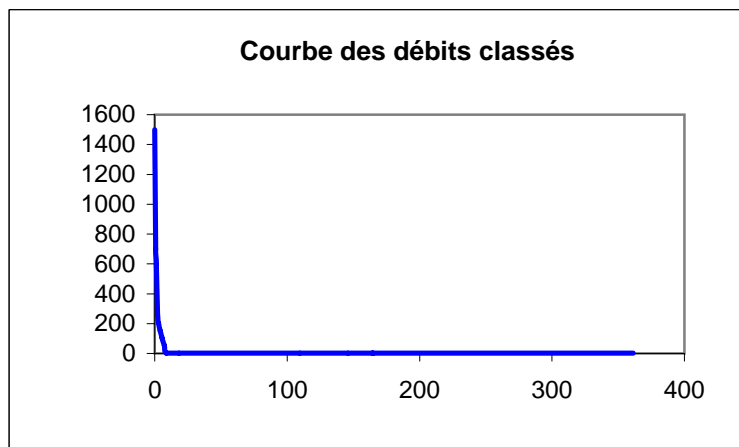
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	16	7,44	5,927	12,2	11,21	11,07	13,18	11,4	11,7	15,7	62,09	28	17,17

Débits réservé

Qr (m³/s)	4,5
-----------------------------	-----

Débits classés

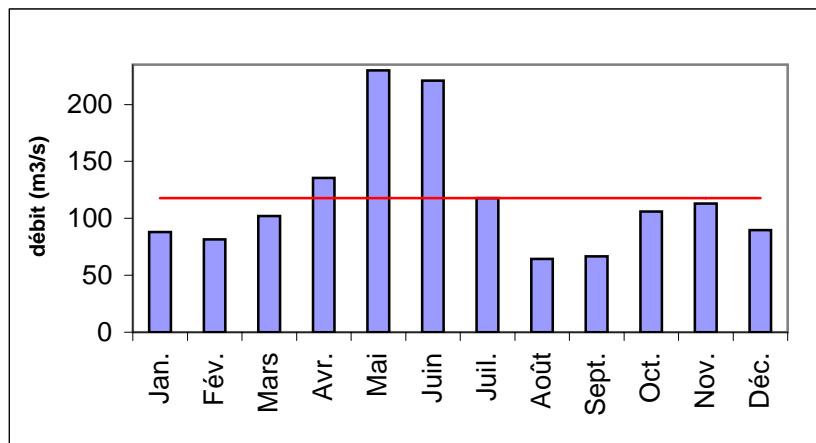
	0	0,91	1,825	2,74	3,65	5,475	7,3	18,3	36,5	146	219	256	328,5	347	361
Débit (m³/s)	2250	650	523	400	310	240	170	25	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5



Débits naturels caractéristiques de la Durance à Salignac

BV : 6526 km²

Débits moyens mensuels



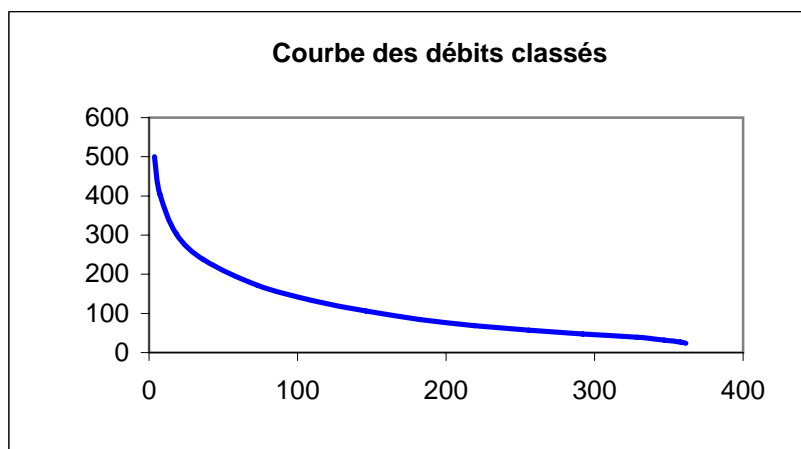
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	88,03	81,45	102,18	135,59	229,91	221,06	117,90	64,35	66,71	106,11	112,99	89,80	117,90

Débits d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	32,4	47,2

Débits classés

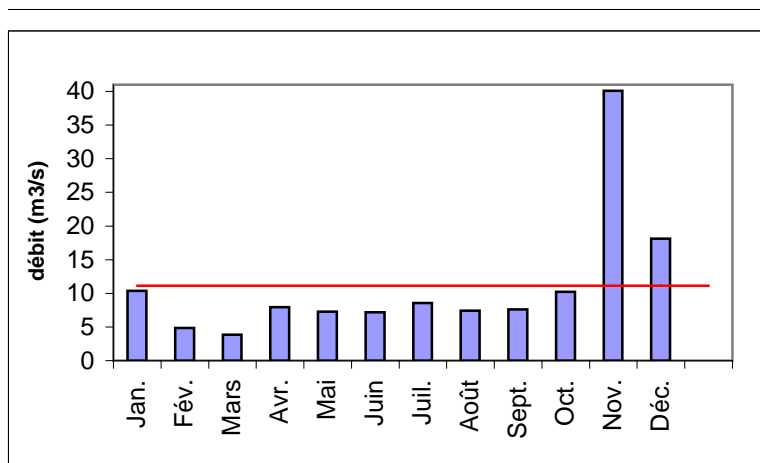
	3,65	7,3	18,25	36,5	73	109,5	146	183	219	255,5	292	329	347	358	361
Débit (m3/s)	500	404	303,6	237,8	171,9	133,6	106,1	84,5	69	57,28	47,651	38,9	32,226	27,3	24,1



Débits influencés caractéristiques de la Durance à Salignac

BV : 6526 km²

Débits moyens mensuels



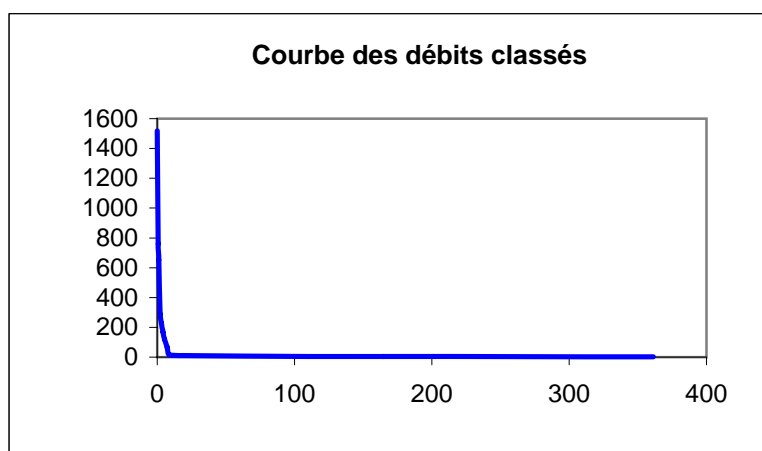
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	10,36	4,85	3,87	7,95	7,28	7,19	8,55	7,42	7,60	10,21	40,11	18,13	11,13

Débits d'étiages

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	3,1	3,2

Débits classés

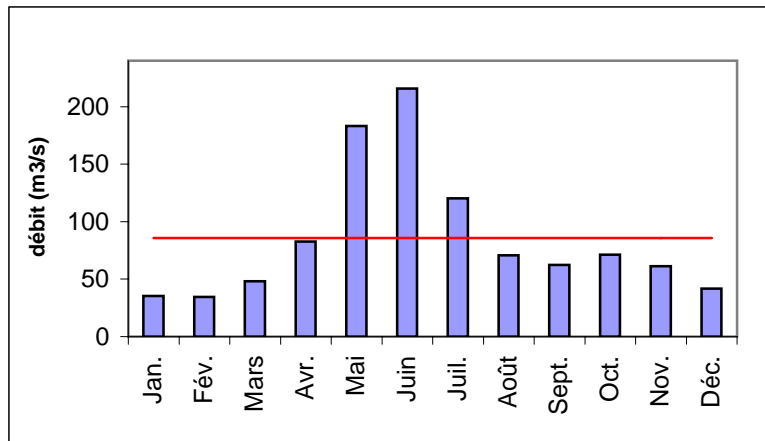
	0	0,73	1,277	2,19	2,92	4,2	5,475	7,3	8,76	18,25	110	146	164,25	164	361
Débit (m3/s)	1519	760	650	290	230	167	118,8	66	15	10,33	4,66	4,13	3,97	3,95	2,99



Débits naturels caractéristiques de la Durance au Barrage de la Saulce

BV 4250 km²

Débits moyens mensuels



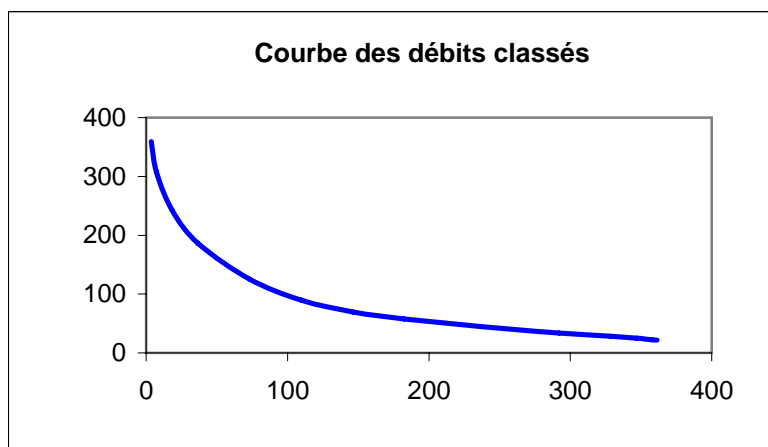
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	35,36	34,49	48,27	82,65	183,31	215,86	120,40	70,61	62,26	71,26	61,29	41,87	85,80

Débits d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m³/s)	23,863	30,372

Débits classés

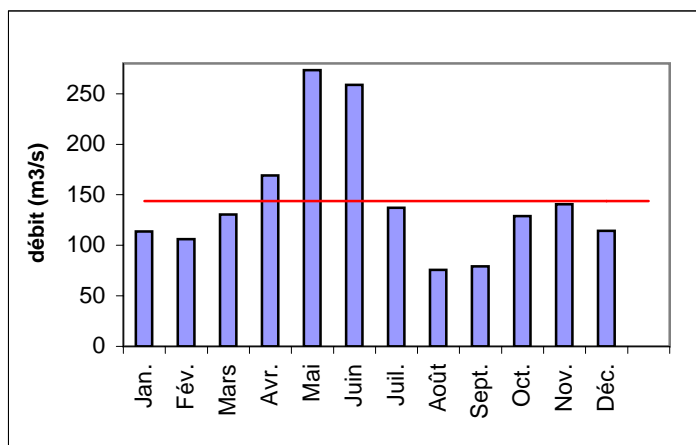
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	109,5	146	183	219	256	292	329	347	358	361
Débit (m³/s)	359	308	243	187	125,83	90,03	69,42	57,5	48,8	40,9	34	28,2	24,95	22,6	21,6



Débites naturels caractéristiques de la Durance à la prise fusible de Ste Tulle

BV : 9100 km²

Débites moyens mensuels



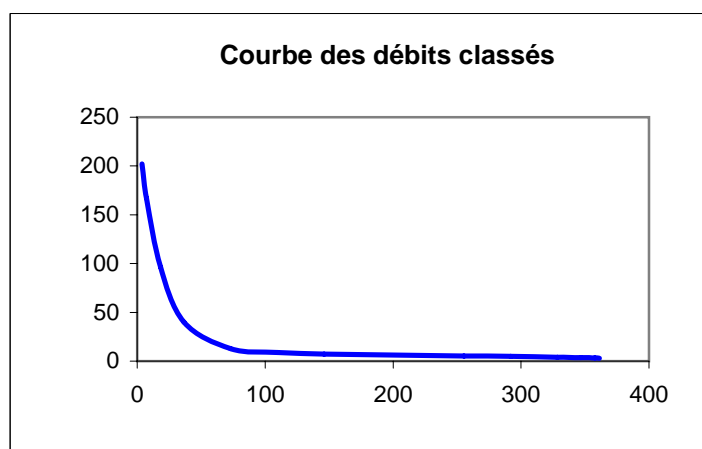
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	113,6	106,0	130,4	169,1	273,5	258,7	137,3	75,6	79,2	128,9	140,6	114,2	144

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m3/s)	37,7	55,1

Débites classés

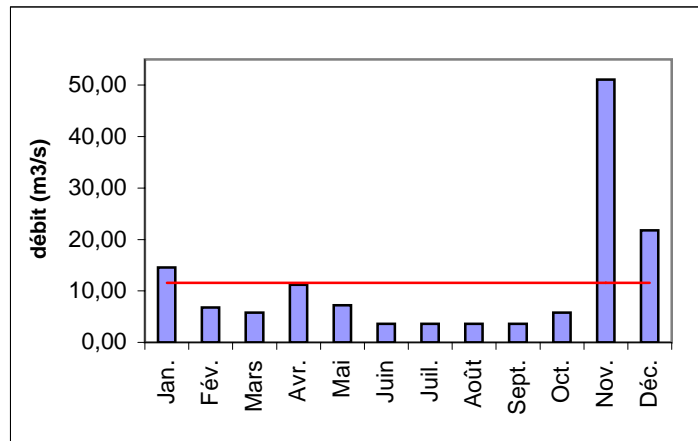
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	328,5	347	358	361
Débit (m3/s)	637,6	508	376	292	210	162	128	102	82,3	67,8	56	45,374	37,43	31,5	27,7



Débits influencés caractéristiques de la Durance à la prise fusible de Ste Tulle

BV : 9100 km²

Débits moyens mensuels



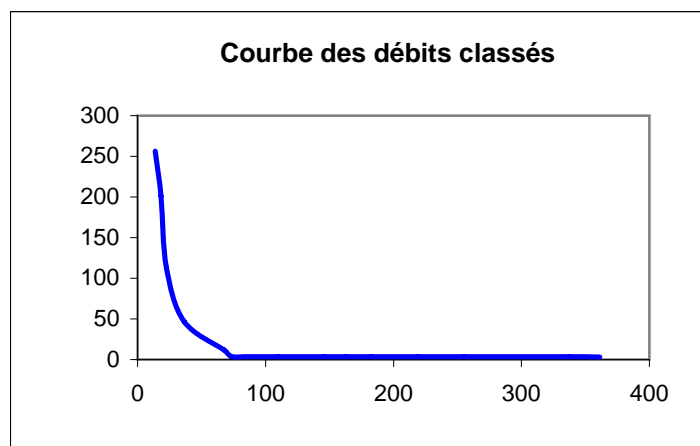
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m3/s)	14,54	6,76	5,8	11,2	7,2	3,6	3,6	3,6	3,6	5,8	51,1	21,8	11,55

Débit réservé

Qr (m3/s)	3,6
------------------	-----

Débits classés

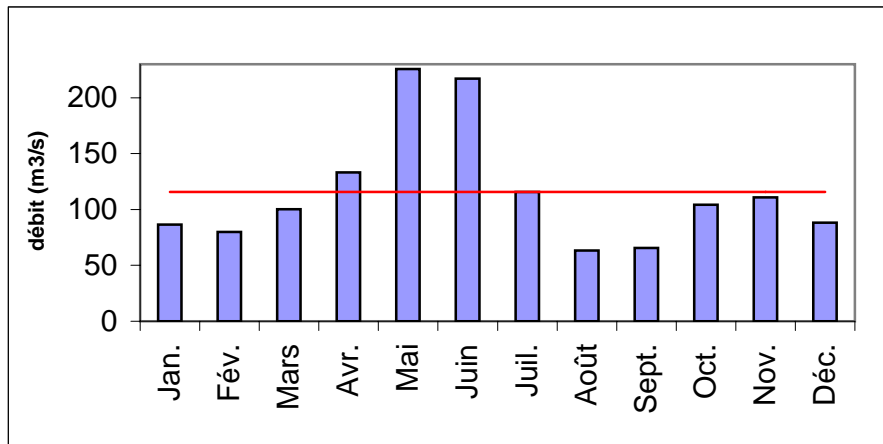
	13,75	18,3	22,5	36,5	67,5	73	87,5	110	146	163	183	219	255,5	338	361
Débit (m3/s)	256,2	201	112	46,3	11,9	4	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,28



Débits naturels caractéristiques de la Durance au Barrage de la St Lazare

BV 6326 Km²

Débits moyens mensuels



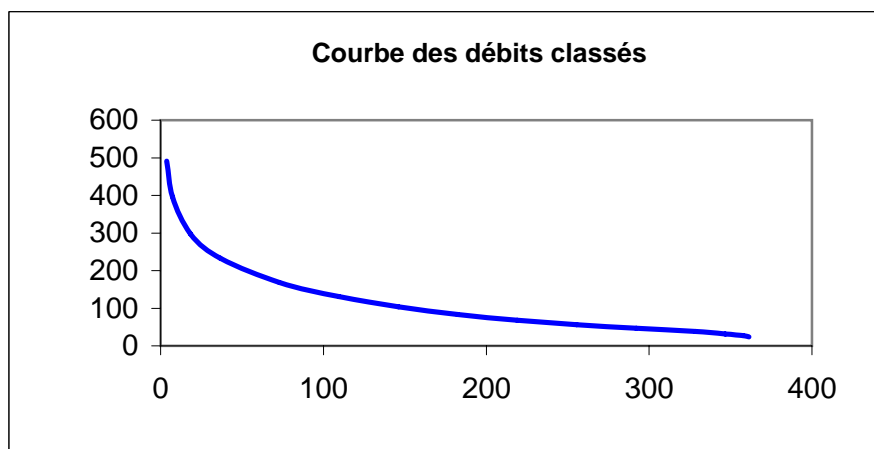
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	86,46	80,00	100,36	133,17	225,81	217,13	115,80	63,21	65,52	104,22	110,98	88,20	115,8

Débits d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m³/s)	31,845	46,320

Débits classés

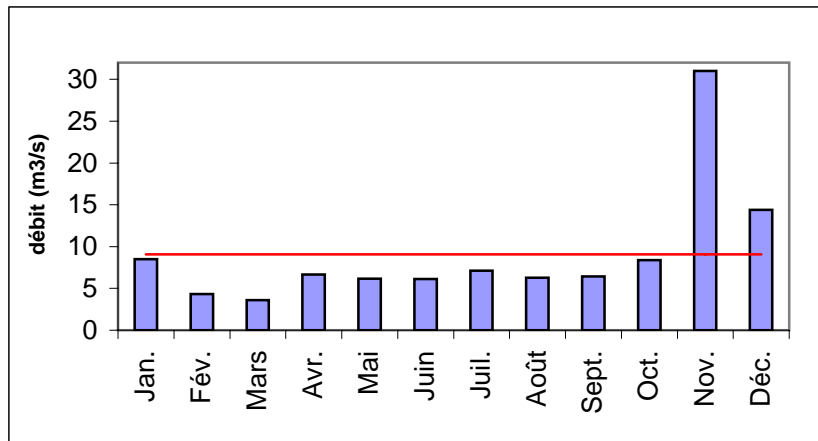
	3,65	7,3	18,25	36,5	73	109,5	146	182,5	219	256	292	329	347	358	361
Débit (m³/s)	491	397	298,19	233,53	168,88	131,24	104,2	82,99	67,743	56,26	46,8	38,2	31,65	26,8	23,6



Débits influencés caractéristiques de la Durance au Barrage de St Lazare

BV 6326 Km²

Débits moyens mensuels



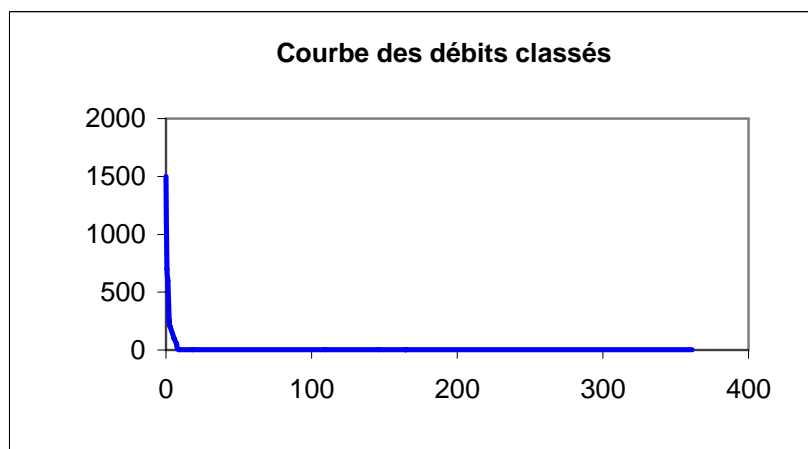
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	8,5	4,3	3,6	6,7	6,2	6,1	7,1	6,3	6,4	8,4	31,0	14,4	9,1

Débits réservé

Qr (m³/s)	2,9
-----------	-----

Débits classés

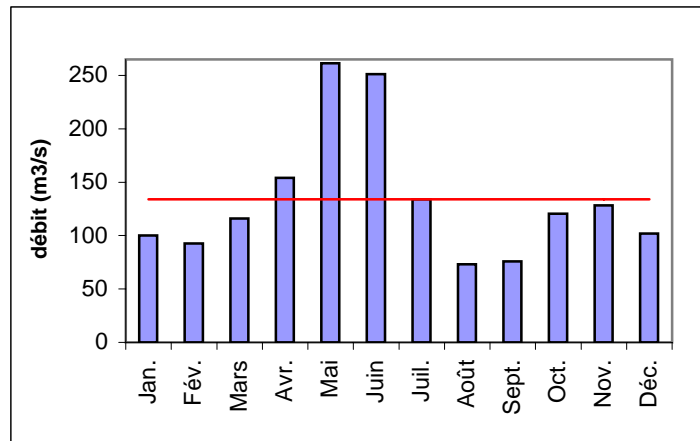
	0	0,73	1,28	2,19	2,92	4,20	5,48	7,3	8,76	18,25	109,5	146	164,3	164	361
Débit (m³/s)	1500	700	600	252,9	202,9	152,9	102,9	52,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9



Débites naturels caractéristiques de la Durance à la Brillanne

BV : 8130 km²

Débites moyens mensuels



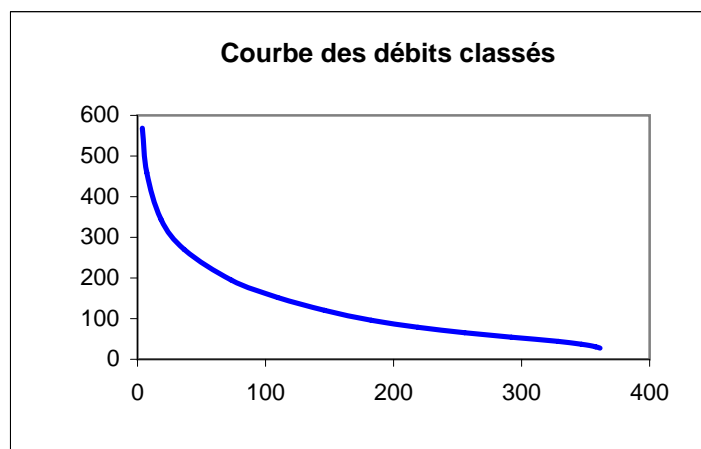
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	100	93	116	154	261	251	134	73	76	121	128	102	134

Débites d'étiage

	Quinquennale sèche	Moyenne
QMNA (m³/s)	37	54

Débites classés (données calculées sur 4180 jours)

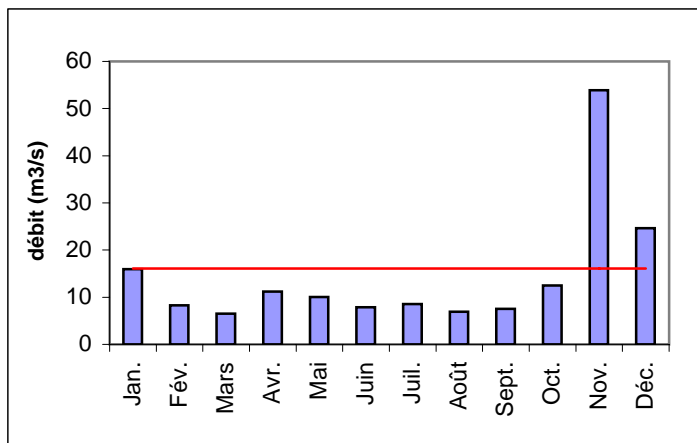
	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	328,5	347	358	361
Débit (m³/s)	568,4	459	345	270	195	152	121	96	78,4	65,1	54,2	44,22	36,63	31	27,4



Débites influencés caractéristiques de la Durance à la Brillanne

BV : 8130 km²

Débites moyens mensuels



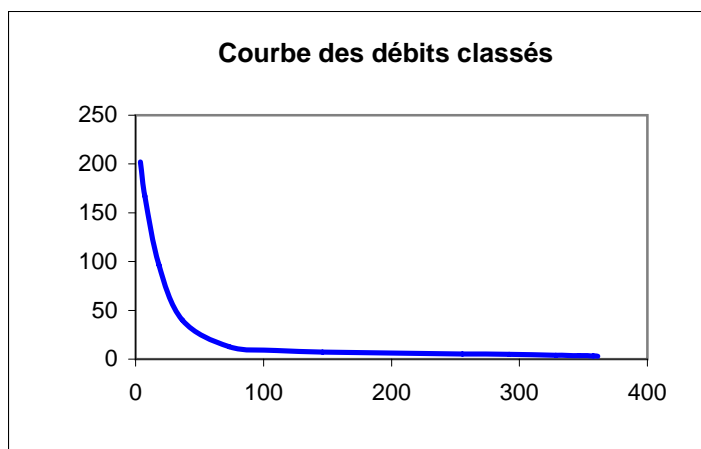
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m³/s)	15,96	8,29	6,51	11,2	10	7,9	8,58	6,94	7,51	12,5	53,9	24,62	16

Débit réservé

Qr (m³/s)	3,4
-----------------------------	-----

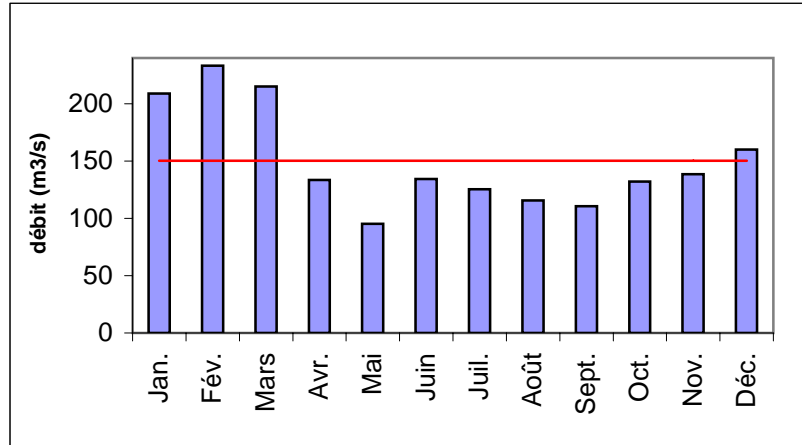
Débites classés (données calculées sur 4124 jours)

	3,65	7,3	18,3	36,5	73	110	146	183	219	256	292	328,5	346,8	358	361
Débit (m³/s)	202	167	96,4	39,9	12,8	8,75	7,33	6,42	5,78	5,36	4,79	4	3,55	3,21	2,92



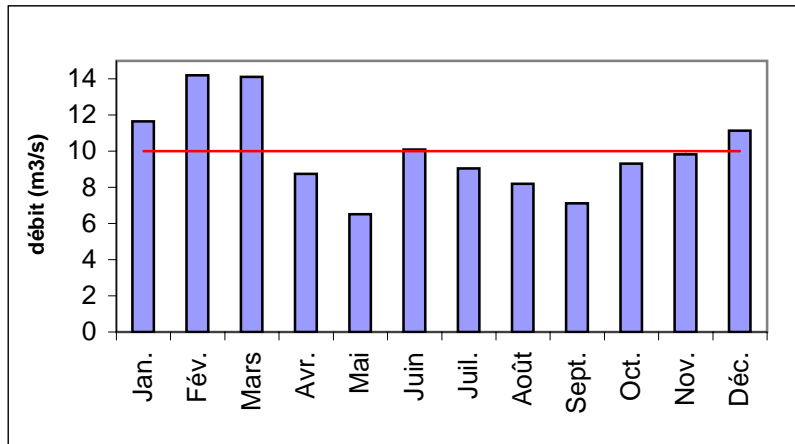
Débits moyens mensuels dérivés à Cadarache

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	209	233	215	133	95	134	126	116	110,6	132	139	160	150,27



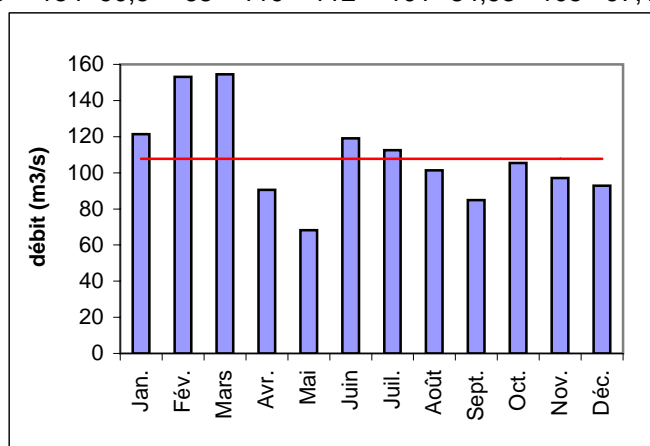
Débits moyens mensuels dérivés à la prise de Ste Tulle

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	11,66	14,19	14,12	8,755	6,5197	10,096	9,0531	8,196	7,116	9,314	9,835	11,14	10



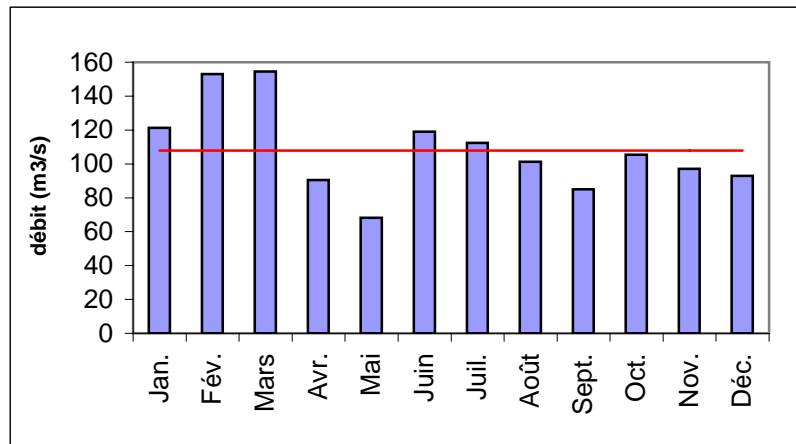
Débits moyens mensuels dérivés à St Lazare

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	121	153	154	90,5	68	119	112	101	84,93	105	97,1	92,9	107,8



Débits moyens mensuels turbinés à Salignac

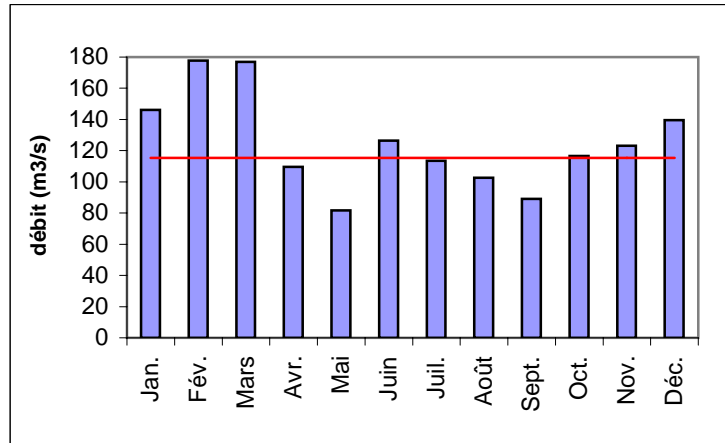
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	121,3	153,1	154,5	90,533	68,133	119	112,47	101,3	84,93	105,5	97,07	92,87	107,8



Débits moyens mensuels dérivés à l'Escale

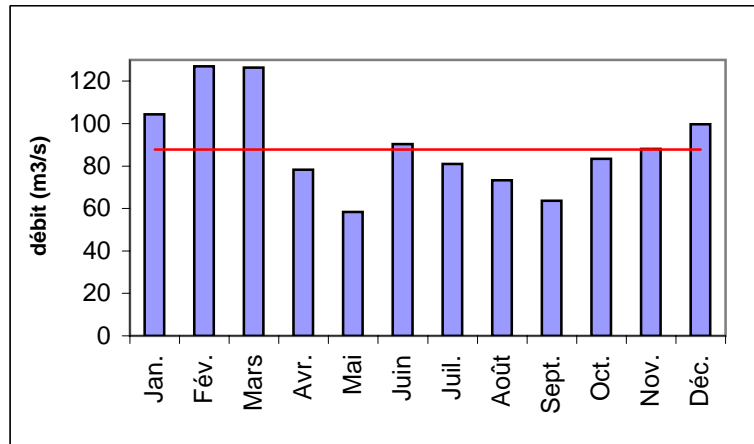
moyenne

Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
146,1	177,8	176,9	109,7	81,7	126,5	113,4	102,7	89,1	116,7	123,2	139,5	125,3



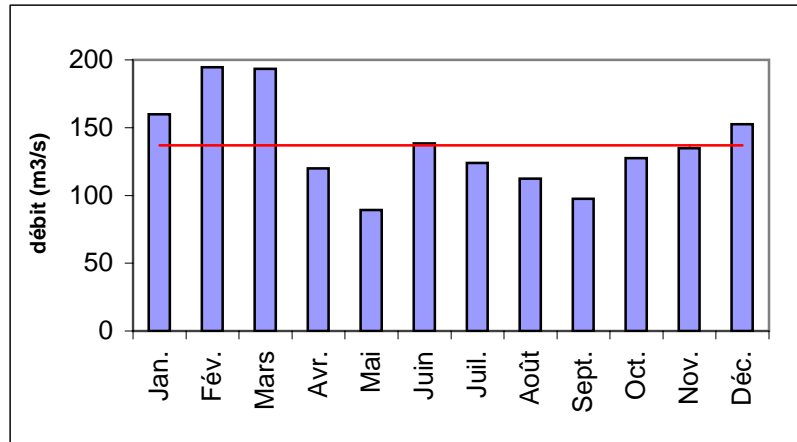
Débits moyens mensuels turbinés à L'Escale

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	104,3	127	126,3	78,33	58,3	90,333	81	73,33	63,67	83,33	88	99,67	87,667



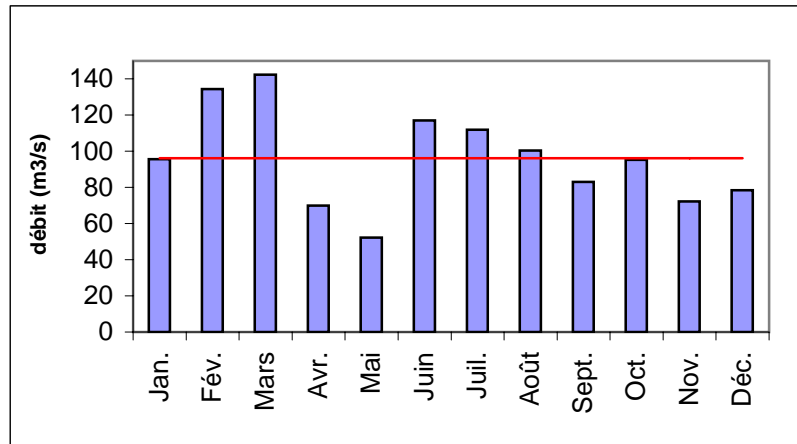
Débits moyens mensuels turbinés à Beaumont

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	159,8	194,5	193,4	119,94	89,32	138,32	124,03	112,3	97,49	127,6	134,7	152,6	137



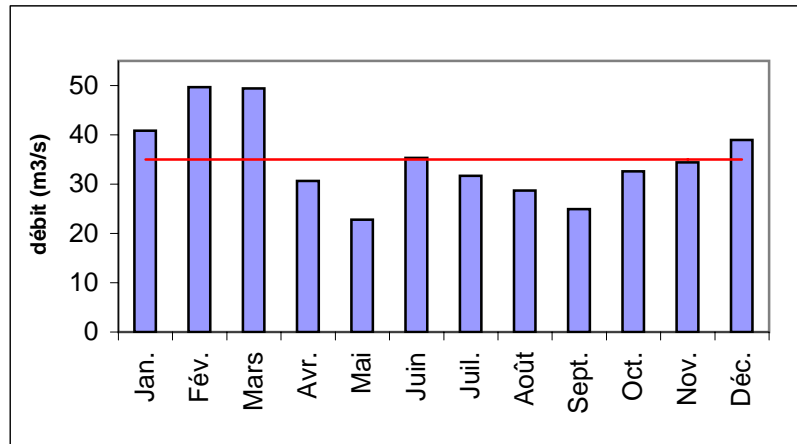
Débits moyens mensuels turbinés à sisteron

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	95,67	134,4	142,3	70	52,267	117,13	112	100,3	83,07	95,2	72,33	78,4	96,094



Débits moyens mensuels turbinés à la Brillanne

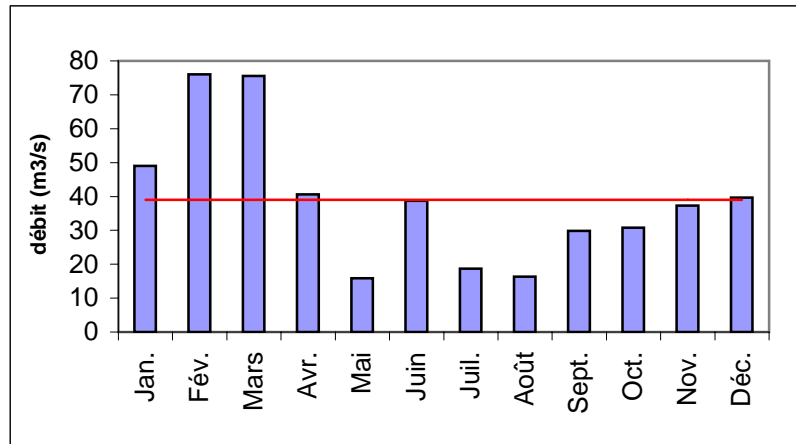
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	40,81	49,68	49,42	30,643	22,819	35,337	31,686	28,69	24,91	32,6	34,42	38,99	35



Débits moyens mensuels Turbinés au Larque

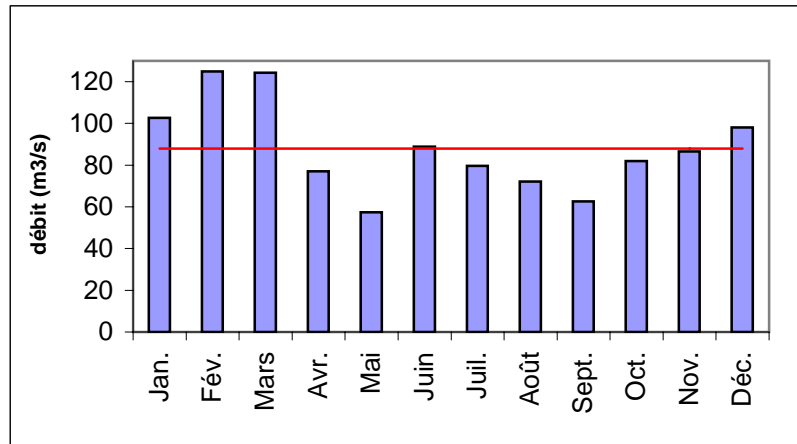
Moyenne

Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
49	76,07	75,6	40,6	15,867	38,733	18,667	16,33	29,87	30,8	37,33	39,67	39,044



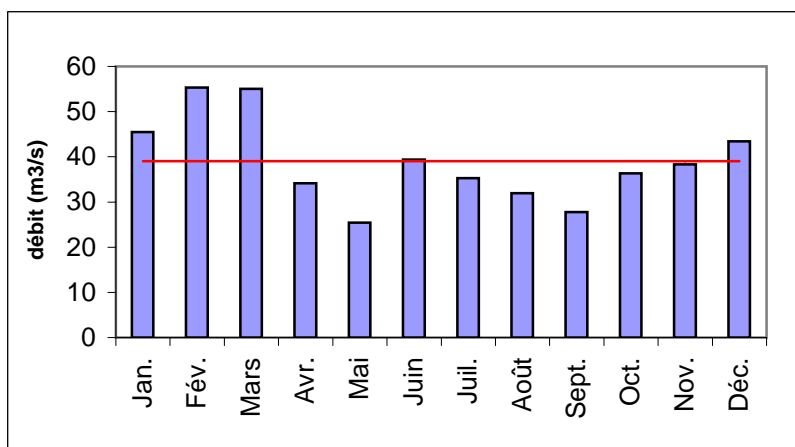
Débits moyens mensuels turbinés à Manosque

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	102,6	124,9	124,3	77,044	57,373	88,847	79,667	72,13	62,62	81,96	86,55	98,03	88



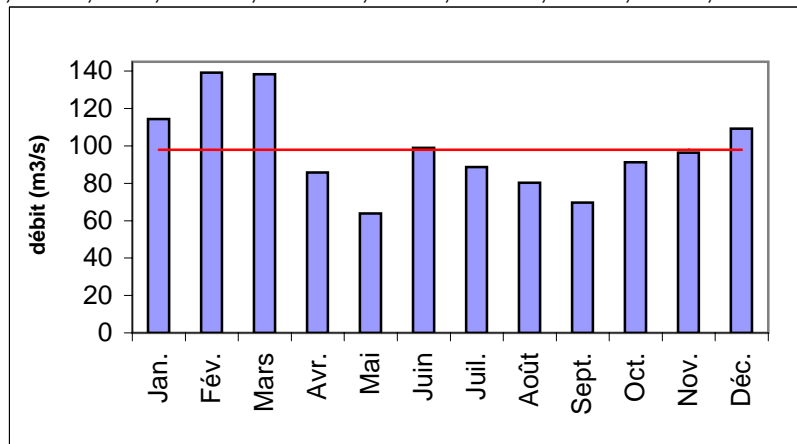
Débits moyens mensuels turbinés à Ste Tulle 1

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	45,46	55,33	55,04	34,13	25,416	39,359	35,292	31,95	27,74	36,31	38,34	43,43	39



Débits moyens mensuels turbinés à Ste Tulle 2

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moyenne	114,3	139,1	138,4	85,814	63,904	98,96	88,735	80,34	69,75	91,29	96,4	109,2	98,016



Annexe 4

Gammes de préférence de l'Apron concernant les paramètres hydrodynamiques et de substrat

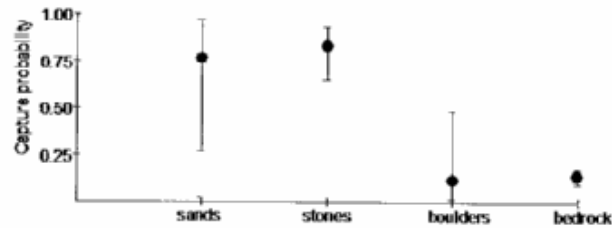


Figure 2 a: Capture probabilities per substratum class for the model $\{\phi(\cdot), p(\text{class}), \psi(\text{season})\}$. Vertical bars represent 95% confidence intervals of estimates.

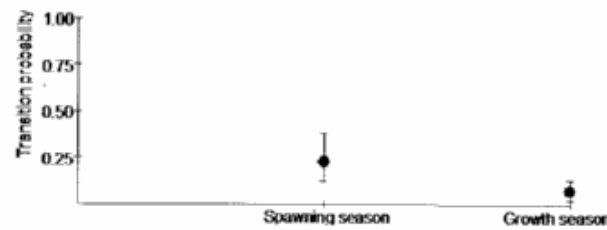


Figure 2 b: Transition probabilities between substratum classes for each sampling season for the model $\{\phi(\cdot), p(\text{class}), \psi(\text{season})\}$. Vertical bars represent 95% confidence intervals of estimates.

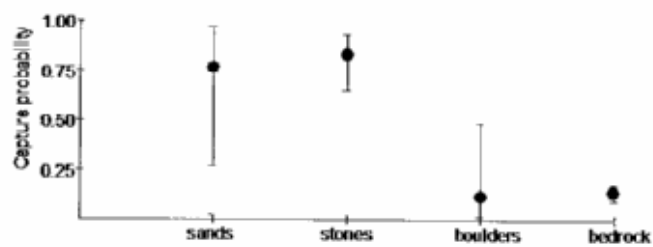


Figure 2 a: Capture probabilities per substratum class for the model $\{\phi(\cdot), p(\text{class}), \psi(\text{season})\}$. Vertical bars represent 95% confidence intervals of estimates.

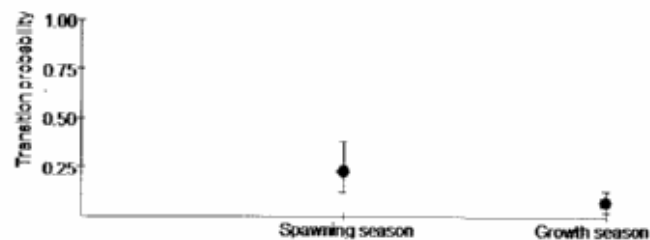


Figure 2 b: Transition probabilities between substratum classes for each sampling season for the model $\{\phi(\cdot), p(\text{class}), \psi(\text{season})\}$. Vertical bars represent 95% confidence intervals of estimates.

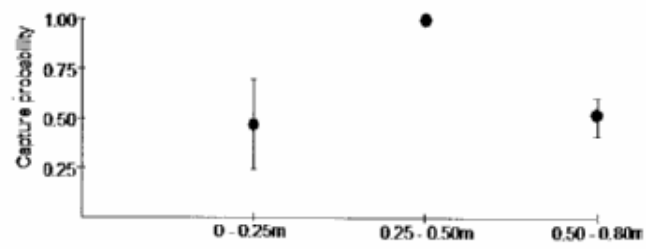


Figure 4 a: Capture probabilities per water depth class for the model $\{\phi(\cdot), p(\text{class}), \psi(\text{class})\}$. Vertical bars represent 95% confidence intervals of estimates.

Annexe 5

Caractéristiques des prélèvements à vocation agricole et industrielle dans les canaux EDF

DURANCE - PRELEVEMENTS

CHUTE	COMMUNE	BENEFICIAIRE	LOCPK	DATE	OBJET DE L'AUTORISATION
Oraison	Mâljai	ASA du canal de la Plaine de l'Escalé		02/08/1962	Autorisation (Police de l'Eau) de prélèvement (AP n° 2005-1521 du 28/06/2005 pour 680 l/s du 15/03 au 31/10 et pendant 2 ans) en queue de retenue de la Bléone (dragage de Colombers à Mâljai) la convention article 12 passée avec EDF n'intéresse que les ouvrages d'amenée, la prise n'ayant pas été touchée par les travaux
Oraison	Château - Arroux	Syndicat Intercommunal Durazac, Rien, Vançon		24/08/1978	Autorisation de prélèvement (art 50 AP du 7/9/1970 pour 10 ans) par pompage dans la retenue (amont RD pont de Volonne) du 1 avril au 30/09, d'un débit maximum de 115 l/s. L'installation appartient et est exploitée par S.C.P. La régularisation est en cours aussi bien pour l'AP que pour la convention.
Oraison	Volonne	ASA du Canal de Volonne		AP n° 69-729 du 04/04/1969	Autorisation de prélèvement (article 50) pendant 60 jours entre le 1/03 et le 31/10, d'un débit max de 80 l/s sans dépasser 415.000 m³, soit 288 m³/h pendant 1440 heures. RG retenue de l'Escalé - AP délégué pour 10 ans renouvelé.
Oraison	L'escalé	AS MANOSQUE + ASA Iscles de Peyruis + Atofina	Barrage Escalé	2/05/1967 + successifs	Autorisation de prélèvement de 3035 l/s maximum en été, au droit du barrage de l'Escalé, comprenant 100 l/s ASA des Iscles de Peyruis, 2450 l/s pour AS Manosque, 485 l/s pour Atofina (885 l/s sont utilisés par Atofina, mais restitués au canal de Manosque)
Oraison	Les Mées	ASA moulin des Mées + AS du canal du Trou du Laurent + Commune des Mées	Sur canal Bléone	23/12/1965 et avenant du 24/04/1987	Prise R1 - article 12 Autorisation de prélèvement débit maximum de 820 l/s (modulé suivant les périodes - 750 l/s ASA moulin des Mées + 70 l/s AS canal du Trou du Laurent) L'avenant a en pour effet de reporter 125 l/s de la prise R1, sur la prise R2, en application d'une convention passée le 14/01/1977 entre l'ASA du Moulin des Mées et l'ASA du Thor et de Dabisse.
Oraison	Les Mées	ASA plaine du canton des Mées	17,900	28/05/1974	Sur la prise R2 (art 50 AP 79-1530 du 17/04/1979 pour 340 l/s du 1/03 au 31/10 amulant AP 73-2746 du 23/10/73) à répartir sur les prises R2 & R3 - la convention d'autorisation de prélèvement porte sur 170 l/s d'avril sept finches
Oraison	Les Mées	ASA plaine du canton des Mées	12,800	26/07/1963	Sur la prise R2, autorisation de prélèvement au titre de l'article 12 d'un débit maximum de 750 l/s modulé suivant les périodes
Oraison	Les Mées	ASA du Thor et du Moulin de Dabisse	14,625 14,660	Convention en cours de signature	Sur la prise R'2 (pompage par siphon en RD aval pont 11), AP n° 84-100 (article 50) du 13/01/84 pour 340 l/s du 1/03 au 31/10.
Oraison	Villeneuve	SA Brillanne	17,210	08/07/1962	Autorisation de prélèvement (art 21) d'un débit compris entre 0 et 4 m³/s au pont canal d'Oraison
Oraison	Oraison	ASA du canal des Pourcelles	17,210	22/01/1964	Prise R3 - Art 12 - autorisation de prélèvement de 100 l/s max du 1 ^{er} avril au 31 octobre, en hiver possibilité de prendre l'eau en cas d'incendie par ex.
Oraison	Oraison	Asa du canal d'Oraison + Cne d'Oraison	17,210	20/04/1963	Prise R3 - Art 12 - autorisation de prélèvement de 850 l/s maximum du 1 avril au 31/10, puis modulé selon les périodes. Mini hiver 200 l/s pour besoins commune d'Oraison ; possibilités + en cas d'incendie
Oraison	Oraison	ASA plaine du canton des Mées	17,210	Avenant n°2 du 01/12/1978	Sur la prise R3 (art 50 AP 79-1530 du 17/04/1979 pour 340 l/s du 1/03 au 31/10) à répartir sur les prises R2 & R3. L'avenant porte sur 170 l/s du 1/03 au 31/10
Oraison	Oraison	La Commune Oraison	19,570	08/03/1989	Art 50 - prise R4 (AP du 25/09/1986) - autorisation de prélèvement de 350 l/s à usage agricole du 1 mars au 31/10. - Prise non-utilisée à ce jour.
Manosque	Villeneuve	Geosel Manosque		08/01/2004	Autorisation de prélèvement par pompage à titre onéreux dans le canal pour le processus industriel de Géosel 500 l/s pour 5 millions de m³ par an pendant 5 ans (pas de rejet de l'eau prélevée)
La Brillanne	La Brillanne	M. GIELLY		11/06 & 01/07/1981	Autorisation de prélèvement d'eau (article 12) en RD du canal de la Brillanne par PVC 100 mm, à l'amont du pont du Pigeonnier. Débit inconnu
Sainte-Mansque	Manosque	La Commune de		14/12/1993	Autorisation d'installer une station de pompage destinée uniquement à la lutte contre l'incendie, par 2

33 0491297068

6/09/2006 09:20 33-0491297068

33 04912

DURANCE - PRELEVEMENTS

Tulle 2	Manosque	Manosque	27/09/1994 (AP) + convention 25/04/75	canalisations acier diamètre 100 mm
Sainte-Tulle 2	La Commune de Manosque	Arrêté Préfectoral d'autorisation de prélèvement par pompage dans le canal d'aménage de Sainte-Tulle 2 (120 l/s) pour l'alimentation en eau potable de la ville		Convention. Autorisation de prélèvement, occupation du Domaine concédé et cession de l'emprise nécessaire au pompage.
Sainte tulle 1	AS Manosque	30/09/1983		Autorisation de prélèvement à l'amont de la chambre d'eau de l'usine pour un débit de 210 l/s (prise capable de 350 l/s) pour la déserte du réseau de te-Tulle / Corbières - cette prise sera désaffectée dès la mise en service de la station de pompage (été 2006) par siphon à construire par SCP au lieu dit les bastides blanches en RD du canal de Ste-Tulle 2 - 250 l/s dans un premier temps pour le réseau Ste-Tulle-Corbières - 100 l/s pour le futur réseau de Pierrevet à prendre sur la dotation article 12 de l'AS Manosque de l'Escalé)
Sainte Tulle 2	SCP	03/11 & 02/12/2005		Autorisation de prélèvement en RD du canal d'aménagé au lieu dit « les Bastides Blanches » (article 12 - AP n° 2004-609 du 18/03/2004 portant transfert de droit d'eau de l'AS du canal de Manosque vers SCP) pour un débit de 250 l/s dans un premier temps pour le réseau Ste-Tulle-Corbières (dès la mise en service du pompage, la prise objet de la convention du 30/09/83 sera désaffectée), auquel s'ajoutera un débit supplémentaire de 100 l/s pour le futur réseau de Pierrevet à prendre sur la dotation article 12 de l'AS Manosque de l'Escalé

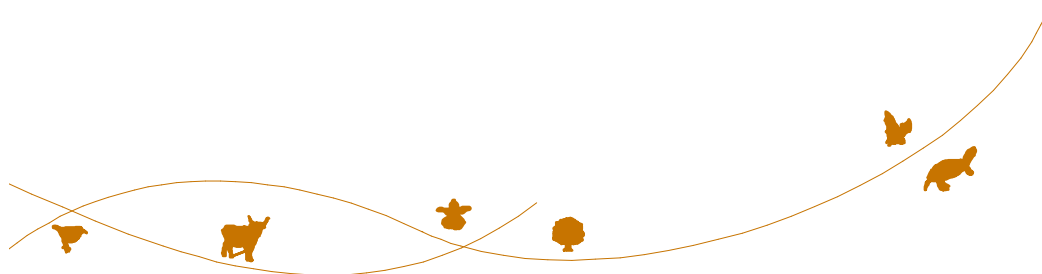
ASA DE SALIGNAC

Secteur	Prises	Localisation	Débit	cote	Période	Responsable	Téléphone
ASA	Peipin / aubignosc	barrage de st lazare RD	300l/s	457,2	1 avril / 30 octobre	Mr-GUIGUE Georges	04 92 62 41 89
	ATTENTION: Maintenir la cote barrage supérieure à 459,80						
SIVOM	entrepierres / salignac	canal RG PK 0,75	300l/s	457,66	1 mars / 30 octobre	BRIANCON	04 92 61 10 85
ASA	château amoux	chambre d'eau	125l/s	447,1	1 avril / 30 septembre	Serge ARNAUD	04 92 64 01 65

Responsable de l'étude



Avec le soutien de



réseau
des conservatoires
d'espaces naturels
de Rhône-Alpes