Typologie des prises d'eau des canaux d'irrigation gravitaire

David Dorchies, Pierre Le Faucheux

▶ **To cite this version:**

David Dorchies, Pierre Le Faucheux. Typologie des prises d'eau des canaux d'irrigation gravitaire. [Rapport de recherche] IRSTEA; AFB - Agence française pour la biodiversité. 2018. hal-03336263

HAL Id: hal-03336263
https://hal.inrae.fr/hal-03336263

Submitted on 7 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Programme 2016/2018
Thème Gestion équilibrée de la ressource en eau
Action n°31

Typologie des prises d'eau des canaux d'irrigation gravitaire

Méthodologie d'aménagement des prises gravitaires de canaux en rivière pour la conception de dispositifs de restitution du débit minimal (MADRID)

Rapport

David Dorchies (Irstea)
Pierre Le Faucheux (Irstea)

Décembre 2018

AUTEURS

David DORCHIES, Ingénieur en hydraulique et informatique (Irstea), david.dorchies@irstea.fr
Pierre LE FAUCHEUX, Ingénieur d'étude (Irstea)

CORRESPONDANTS

AFB : Claire MAGAND, claire.magand@onema.fr

AUTRES CONTRIBUTEURS

Cyril DEJEAN, Ingénieur d'étude (Irstea), cyril.dejean@irstea.fr
Xuefang LI, stagiaire de l'ENSEEITH (Irstea), xuefang.li@etu.enseeiht.fr

Droits d'usage : Accès libre
Niveau géographique : national
Couverture géographique : Région Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur
Niveau de lecture : professionnels, experts

RÉSUMÉ

La hausse du seuil du débit réservé inscrit dans la loi sur l'eau de 2006 imposent aux gestionnaires des canaux d'irrigation d'avoir une gestion plus fine de leurs prélèvements. Les petites Association Syndicale Autorisée (ASA) d'irrigation sont souvent dépourvues face à ces nouveaux enjeux qui peuvent nécessiter des moyens techniques, humains et financiers paraissant hors de portée.

L'action dans lequel s'inscrit cette étude vise à proposer une méthodologie d'équipement des prises de canaux dans les rivières afin de garantir la restitution du débit réservé et d'optimiser le débit prélevé par rapport au débit prélevable dans le cours d'eau qui soit adapté à ces petites structures.

Le présent rapport présente les résultats de la première phase de cette action qui consiste en une typologie des prises d'eau gravitaire basée sur un panel diversifié de 18 prises d'eau rencontrée dans 4 départements de l'arc méditerranéen.

Cette présentation débute par une définition du concept de contrôlabilité hydraulique d'une prise d'eau et une description du fonctionnement d'un schéma type de prise d'eau permettant de satisfaire les contraintes liées au débit réservé et au débit prélevable sans aucun automatisme ni intervention humaine (Chapitre 2). Il s'ensuit la méthodologie employée pour les relevés de terrain et la modélisation des prises (Chapitre 3).

L'analyse des sites étudiés (Chapitre 4) a permis d'identifier différentes configurations de prises d'eau et d'élaborer un inventaire des organes de régulation du débit restitué et du débit prélevé que sont le seuil de dérivation, l'exutoire de restitution du débit réservé et l'ouvrage de régulation du débit prélevé (Chapitre 5).

L'étude se conclut (Chapitre 6) par une évaluation de la vulnérabilité des prises d'eau face au risque de non respect du débit réservé et par une typologie d'adaptabilité des prises d'eau par rapport à l'aménagement type présenté au Chapitre 2.

MOTS-CLÉS (THÉMATIQUE ET GÉOGRAPHIQUE)

Réseau d'irrigation gravitaire, canal d'irrigation, débit réservé.

David Dorchies (Irstea)
Pierre Le Faucheux (Irstea)

TYPOLOGY OF WATER INTAKES OF GRAVITY IRRIGATION CHANNELS

ABSTRACT

Managers of irrigation canals of the Mediterranean arc require to have a finer management of their withdrawals due to the increase of the instream flow threshold set in the Water Law in 2006 and their special hydrological situation. The small "Authorized Syndical Associations" ASA are often unprepared for these new issues that may require technical, human and financial resources that seem out of reach.

The action in which this study falls aims at proposing a methodology of equipment of irrigation canal intakes in the rivers adapted to these small organizations in order to guarantee the return of the instream flow and to optimize the flow taken with respect to the allowed withdrawal.

This report presents the results of the first phase of this action which consists of a typology of gravity intakes based on a diversified panel of 18 water intakes encountered in 4 departments of the Mediterranean arc.

This presentation begins with a definition of the concept of hydraulic controllability of a water intake and a description of the operation of a standard water intake development to meet the constraints related to the instream flow and the allowed water withdrawal without any automation or human intervention (Chapter 2). Then, the Chapter 3 includes the methodology used for field surveys and intakes modelling.

From the analysis of the studied sites (Chapter 4), we have identify different configurations of water intakes and have elaborated an inventory of the organs of regulation of the returned flow and the debit taken which are : the diversion threshold, the outlet of return of the instream flow, and the structure of regulation of the flow taken (Chapter 5).

The study concludes (Chapter 6) with an assessment of the vulnerability of water intakes to the risk of non-respect of the flow instream and a typology of adaptability of the water intakes compared to the standard layout presented in Chapter 2.

KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA)

Gravity-fed irrigation network, irrigation canal, instream flow.

Table des matières

1 Introduction . . . 10
1.1 Contexte de l'action . . . 10
1.2 Objectifs de l'action . . . 11
1.3 Objectif de la typologie des prises d'eau . . . 12
2 La contrôlabilité hydraulique d'une prise d'eau . . . 13
2.1 Contrôler un débit, c'est d'abord le mesurer . . . 13
2.2 Description du fonctionnement du schéma type d'aménagement d'une prise d'eau . . . 14
2.2.1 Présentation du schéma type d'aménagement d'une prise d'eau . . . 14
2.2.2 Fonctionnement pour un débit amont inférieur au débit réservé . . . 15
2.2.3 Fonctionnement pour un débit compris entre le débit réservé et la somme du débit réservé et du débit prélevable . . . 15
2.2.4 Fonctionnement pour un débit supérieur à la somme du débit réservé et du débit prélevable . . . 15
3 Méthodologie d'analyse des prises d'eau étudiées . . . 18
3.1 Relevés de terrain . . . 18
3.1.1 Description des organes de régulation de la prise d'eau . . . 19
3.1.2 Mesures de débits . . . 19
3.1.3 Relevés topographiques . . . 19
3.2 Modélisation de la prise d'eau . . . 24
3.2.1 Modélisation du seuil de dérivation . . . 24
4 Analyse des sites d'étude . . . 26
4.1 Alpes de Haute Provence . . . 26
4.1.1 Canal du Gion à Clumanc dans le ravin du Gion . . . 27
4.1.2 Canal de Chaudol sur la Bléone à Javie . . . 27
4.1.3 Canal du bourg sur la Bléone à Marcoux . . . 28
4.1.4 Canal du Moulin sur l'Asse à Mézel . . . 29
4.2 Gard . . . 31
4.2.1 Canal de Prat Pialoux sur l'Arre à Molières-Cavaillac . . . 31
4.2.2 Canal du Cambon sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule . . . 32
4.2.3 Canal de Prat sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule . . . 32
4.2.4 Canal de l'Agal sur le Vidourle à Saint-Hippolyte-du-Fort . . . 34
4.3 Lozère . . . 34
4.3.1 Canal de Callière sur le Valat de Callière à Altier . . . 34
4.3.2 Canal de Pratlong sur le Pomaret à Cubières . . . 34
4.4 Pyrénées Orientales . . . 35
4.4.1 Canal de Caudiès sur la Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes . . . 36
4.4.2 Canal de la Prades sur le Sègre à Bourg-Madame . . . 37
4.4.3 Canal du Mas Blanc sur la Rahur à Bourg-Madame . . . 37
4.4.4 Canal du Bac de Joncet sur la Têt à Olette . . . 38
4.4.5 Canal d'Évol sur l'Évol à Olette . . . 39

4.4.6 Canal de la branche Ancienne sur la Têt à Prades . . . 40
4.4.7 Canal de la Lliterà sur la Lliterà à Prades . . . 40
4.4.8 Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France . . . 41
5 Inventaire des organes de régulation de la prise d'eau . . . 43
5.1 Le seuil de dérivation . . . 43
5.1.1 Prise sans seuil de dérivation . . . 43
5.1.2 Prise avec un seuil barrant partiellement l'écoulement . . . 43
5.1.3 Prise avec un seuil non étanche . . . 44
5.1.4 Prise avec un seuil étanche . . . 44
5.2 Exutoire de restitution du débit réservé . . . 48
5.2.1 Échancrure . . . 48
5.2.2 Vanne de fond . . . 48
5.2.3 Orifice ou ajutage . . . 50
5.3 Ouvrage de régulation du débit prélevé . . . 52
5.3.1 Vanne de prise en tête de canal . . . 53
5.3.2 Vanne à l'aval avec déversoir de décharge . . . 53
5.3.3 Buse . . . 55
5.3.4 Déversoir de décharge . . . 55
5.3.5 Prise d'eau par en dessous . . . 57
5.3.6 Réservoir d'alimentation . . . 58
6 Typologie des prises d'eau des canaux gravitaires du Sud de la France . . . 60
6.1 L'aléa hydrologique entraînant un risque de non respect du débit réservé . . . 60
6.2 La vulnérabilité liée à la configuration de la prise d'eau . . . 61
6.2.1 Vulnérabilité due au seuil de dérivation . . . 61
6.2.2 Vulnérabilité due à l'exutoire de restitution . . . 62
6.2.3 Vulnérabilité due à la régulation du débit prélevé . . . 62
6.2.4 Vulnérabilité due à la présence de plusieurs prises sur un seuil . . . 62
6.2.5 Vulnérabilité globale des prises des canaux visités . . . 63
6.3 Adaptabilité de la prise pour le respect du débit réservé . . . 66
7 Conclusion et suite de l'action MADRID . . . 69
8 Sigles et abbréviations . . . 71
9 Bibliographie . . . 72
10 Tables des illustrations . . . 73
10.1 Table des figures . . . 73
10.2 Liste des tableaux . . . 77
11 Annexes . . . 80
11.1 Rapports de visite des canaux . . . 80
11.1.1 Canal de Chaudol sur la Bléone à Javie (Alpes-de-Haute-Provence) 80
11.1.2 Canal du bourg sur la Bléone à Marcoux (Alpes-de-Haute-Provence) 86
11.1.3 Canal du Moulin sur l'Asse à Mézel (Alpes-de-Haute-Provence) . . . 91
11.1.4 Canal du Gion à Clumanc dans le ravin du Gion (Alpes-de-Haute-Provence) . . . 95
11.1.5 Canal de Prat sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule (Gard) . . . 101
11.1.6 Canal de Prat Pialoux sur l'Arre à Molières-Cavaillac (Gard) . . . 108
11.1.7 Canal du Cambon sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule (Gard) 114
11.1.8 Canal de l'Agal sur le Vidourle à Saint-Hippolyte-du-Fort (Gard) . . . 121
11.1.9 Canal de Callière sur le Valat de Callière à Altier (Lozère) . . . 126
11.1.10 Canal du Pratlong sur le Pomaret à Cubières (Lozère) . . . 132
11.1.11 Canal de Caudiès sur la Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes (Pyrénées-Orientales) . . . 135

11.1.12 Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France (Pyrénées-Orientales) 148
11.1.13 Canal de la branche Ancienne sur la Têt à Prades (Pyrénées-Orientales) 155
11.1.14 Canal du Bac de Joncet sur la Têt à Olette (Pyrénées-Orientales) . 159
11.1.15 Canal de la Lliterà sur la Lliterà à Prades (Pyrénées-Orientales) . . 164
11.1.16 Canal du Mas Blanc sur la Rahur à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales) 168
11.1.17 Canal de la Prades sur le Sègre à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales) 173
11.1.18 Canal d'Évol sur l'Évol à Olette (Pyrénées-Orientales) 180
11.2 Calcul du débit transitant par un seuil dénoyé de profil en travers quelconque 187
11.2.1 Formule générale pour un seuil dénoyé 187
11.2.2 Application à un seuil de profil en travers de type largeur-cote . . . 188
11.2.3 Application à un seuil de profil en travers de type abscisse-cote . . 189
12 Remerciements 191

1 Introduction

Le présent rapport constitue le premier rapport de l'action n°31 du thème de recherche « Gestion équilibrée de la ressource en eau » de la convention de recherche AFB-Irstea 2016-2018. Cette action a pour acronyme MADRiD pour « **M**éthodologie d'**A**ménagement des prises gravitaires de canaux en rivière pour la conception de **D**ispositifs de **R**esti**i**tution du **D**ébit minimal ».

1.1 Contexte de l'action

Le contexte réglementaire initial de cette action est décrit dans (BARIL, COURRET et FAURE, 2014) :

> Les arrêtés d'autorisation ou les décrets de concession des ouvrages de prises d'eau fixent le débit minimal à maintenir à l'aval immédiat de l'ouvrage en cohérence avec l'article L. 214-18 du code de l'Environnement, qui précise que la valeur du débit minimal doit garantir en permanence l'alimentation, la reproduction et la circulation des espèces présentes. Le débit minimal est un débit instantané et doit être garanti en permanence à l'aval immédiat de l'ouvrage, excepté si le débit amont (débit entrant) est inférieur à cette valeur, auquel cas le prélèvement d'eau est suspendu, le débit restitué devant alors être égal au débit entrant (pas de stockage).

Cette obligation existe dans le code rural depuis 1984 où le débit réservé était fixé au 1/40ème du module [1] du cours d'eau.

La loi sur l'eau de 2006 dans son article L214-18 prévoit la mise en œuvre au 1er janvier 2014 de la modification du débit réservé. Ce seuil, est désormais fixé au 1/10ème du module. La loi prévoit aussi qu'en cas de nécessité la valeur du débit réservé puisse varier au cours de l'année sous réserve que la moyenne annuelle ne soit pas inférieure au 1/10ème du module et dans tout les cas le débit restitué instantané ne peut être inférieur à 1/20ème du module.

La circulaire du 5 juillet 2011 MEDDTL, 2011 présente une étude montrant que le relèvement du débit minimal de restitution est particulièrement problématique en zone méditerranéenne. La Figure 1.1 montre que les débits caractéristiques d'étiage des cours d'eau méditerranéens étudiés sont proches ou inférieurs du 1/10ème du module.

1. Le module correspond au débit moyen inter-annuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années

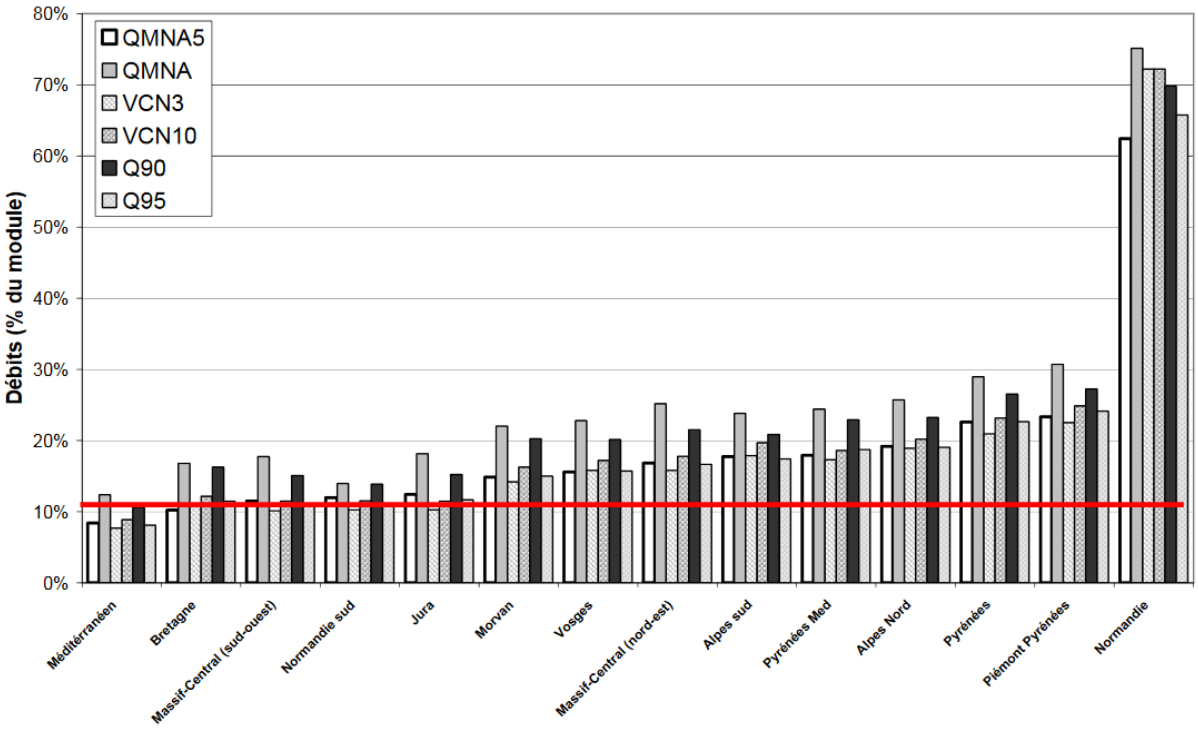


FIGURE 1.1 – Valeurs caractéristiques des étiages naturels sur 74 stations réparties dans différentes régions de France (Extrait de la circulaire du 5 juillet 2011)

Le relèvement du débit minimum en limitant le débit disponible pose tout d'abord un problème d'usage car si le débit d'étiage atteint 1/10ème du module plus aucun prélèvement ne peut être effectué. Ce problème devrait être partiellement résolu pour les régions méditerranéennes par une adoption facilitée de la règle du 1/20ème du module pendant la période d'étiage tout en conservant un seuil au 1/10ème du module en moyenne sur l'année.

Ensuite, la modification du seuil entraîne une obligation de moyen à mettre en œuvre sur les installations existantes afin de respecter ce nouveau seuil. Étant donné les débits restants maintenant disponibles à l'étiage pour le prélèvement, on voit que la gestion hydraulique des installations devra être réalisée d'une façon beaucoup plus précise qu'auparavant.

Les petites structures d'irrigation collectives de type ASA voire les techniciens les appuyant se trouvent souvent dépourvus face aux problématiques de mesure et de régulation des débits prélevés et restitués. Il existe donc un besoin pressant pour le développement de dispositifs hydrauliques robustes, peu coûteux et simple d'utilisation garantissant le respect du débit réservé.

1.2 Objectifs de l'action

L'objectif de l'action est de proposer une méthodologie d'équipement des prises de canaux dans les rivières afin de garantir la restitution du débit réservé et d'optimiser le débit prélevé par rapport au débit prélevable dans le cours d'eau. Cette méthodologie est essentiellement à destination des nombreuses structures (ASA ou autres) de petites tailles qui n'ont ni les compétences, ni les moyens financiers de s'équiper de systèmes de régulation complexes et/ou automatisés. A noter que cette méthodologie fera nécessairement référence aux méthodologies existantes concernant la continuité écologique pour les espèces piscicoles ci-

blées sur les cours d'eau concernés mais l'étude ne concerne que les aspects quantitatifs de la continuité écologique (respect du débit réservé).

L'action prévue sur 3 années (2016-2018) se décline en quatre phases distinctes :

- réalisation d'une typologie des prises d'eau gravitaires ;
- Suivi de sites pilotes ;
- Modélisation et prototypage d'ouvrages de régulation ;
- Test d'aménagement sur sites pilotes et rédaction de la méthodologie d'aménagement.

Le présent rapport constitue le délivrable de la première phase d'étude et présente une typologie des prises d'eau gravitaires de canaux d'irrigation français du pourtour méditerranéen.

1.3 Objectif de la typologie des prises d'eau

L'objectif est d'identifier pour chaque type de prise d'eau le risque de ne pas respecter le débit réservé à restituer au cours d'eau pour une prise gravitaire de canal d'irrigation et d'identifier les adaptations possibles permettant de limiter ce risque.

La définition du risque la plus communément admise se traduit par l'association d'un aléa avec une vulnérabilité de l'installation (STARR, 1969). Le concept d'aléa se traduit ici par la probabilité d'avoir dans le cours d'eau au droit de la prise un débit d'étiage proche ou inférieur au débit réservé. Le concept de vulnérabilité se traduira par la capacité de la prise d'eau à réguler correctement le débit prélevé de façon à maintenir le débit restitué au dessus du débit réservé.

Ainsi, l'étude typologique va s'attacher à analyser le risque de non respect du débit réservé à travers ces deux concepts d'aléa et de vulnérabilité pour un ensemble de prises d'eau sélectionnées sur des canaux de petite taille du pourtour méditerranéen.

2 La contrôlabilité hydraulique d'une prise d'eau

L'enjeu de la contrôlabilité hydraulique de la prise d'eau englobe plusieurs objectifs pour le gestionnaire du canal. Les deux premiers ont déjà été énoncés au chapitre 1, il s'agit de respecter le débit réservé et le droit d'eau du canal. Le gestionnaire a aussi un autre objectif qui consistera à maximiser le débit prélevé tout en tenant prioritairement compte de ces deux premiers objectifs.

2.1 Contrôler un débit, c'est d'abord le mesurer

La notion de contrôle des débits restitués et prélevés induit implicitement la capacité pour le gestionnaire de vérifier ces débits et donc de les mesurer. L'article R214-58 du code de l'environnement introduit l'obligation de mesurer les volumes prélevés sur la ressource en eau. Un arrêté du 11 septembre 2003 [1] fixe les obligations de moyens mis en œuvre pour mesurer les prélèvements. Dans le cadre de la perception de la redevance, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse précise les moyens à mettre en œuvre pour la mesure du débit prélevé par les canaux d'irrigation :

- Cas des canaux prélevant moins de 100 l/s :
  Il est possible d'effectuer une mesure indirecte non continue par jaugeage du débit maximal dérivé (actualisation a minima tous les 7 ans nécessaire) et relevé du temps d'ouverture du canal.
- Cas des canaux prélevant entre 100 l/s et 1 m3/s :
  Il est possible d'effectuer des mesures indirectes du débit dérivé couplées avec des relevés réguliers des hauteurs d'eau, à minima lors de chaque changement de régime d'alimentation du canal.
- Cas des canaux prélevant plus de 1 m3/s :
  Obligation d'effectuer une mesure en continue, directe ou indirecte, du débit dérivé à l'aide d'équipement divers.

Les mesures de débit soit par la présence d'une échelle limnimétrique placée au niveau d'un contrôle hydraulique (cf. section 3.1.3.2) de façon à pouvoir établir une courbe de tarage. Pour plus de détails concernant ces obligations, se reporter au guide « Mesures des débits dérivés par les canaux gravitaires » édité par l'Ardepi (ARDEPI, 2009).

Les deux seuls canaux visités pourvu d'une échelle limnimétrique conçue pour mesurer le débit prélevé sont le Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France (P.-O.) (Figure 2.1) et le canal du Gion à Clumanc dans le ravin du Gion (Alpes-de-Haute-Provence).

1. Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux prélèvements soumis à autorisation en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant des rubriques 1.1.2.0, 1.2.1.0, 1.2.2.0 ou 1.3.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié

FIGURE 2.1 – Échelle limnimétrique (Canal de la plaine)

2.2 Description du fonctionnement du schéma type d'aménagement d'une prise d'eau

2.2.1 Présentation du schéma type d'aménagement d'une prise d'eau

BARIL, 2014 propose un schéma type d'aménagement du débit minimal reproduit en Figure 2.2. Ce schéma comprend plusieurs éléments de contrôle des flux au niveau de la prise :

- Un seuil de dérivation chargé de détourner les eaux vers le canal ;
- Un exutoire aménagé pour garantir le débit réservé ;
- Un ouvrage de limitation du débit prélevé par le canal.

La présence des trois organes de contrôle est une constante que l'on retrouvera pour tout aménagement voulant répondre aux objectifs. La nature et la position de ces ouvrages pourra différer. Les paragraphes 5.1, 5.2 et 5.3 décrivent et illustrent avec les exemples rencontrés lors de l'étude ces différents types d'ouvrage de régulation.

Pour réguler le débit d'une prise, on peut utiliser des automates régissant l'ouverture de vannes motorisées à partir de niveaux d'eau mesurés sur des capteurs. Il est aussi possible d'utiliser des vannes à flotteurs (Par exemple les vannes AVIS/AVIO, AMIL ou Mixtes). Bien que ces procédés soit très efficaces, leur coût et leur maintenance réservent ces ouvrages à des structures d'irrigation de très grande taille ayant des capacités financières et techniques suffisantes (TEBOUL, 1995). Ces types d'ouvrages automatiques n'ont pas été rencontrés sur les sites étudiés et ne font pas partie du cadre de cette étude dont la portée se limite aux structures d'irrigation de petite taille.

L'aménagement type proposé par BARIL, 2014 fonctionne selon différent mode en fonction du régime hydrologique de la rivière. Les figures 2.3, 2.4, 2.5 montrent une vue du dessus avec une représentation des flux à l'aide de flèches bleues et un profil en long montrant la position des orifices et échancrures par rapport au niveau de l'eau pour chacun des trois modes de fonctionnement décrits ci-dessous.

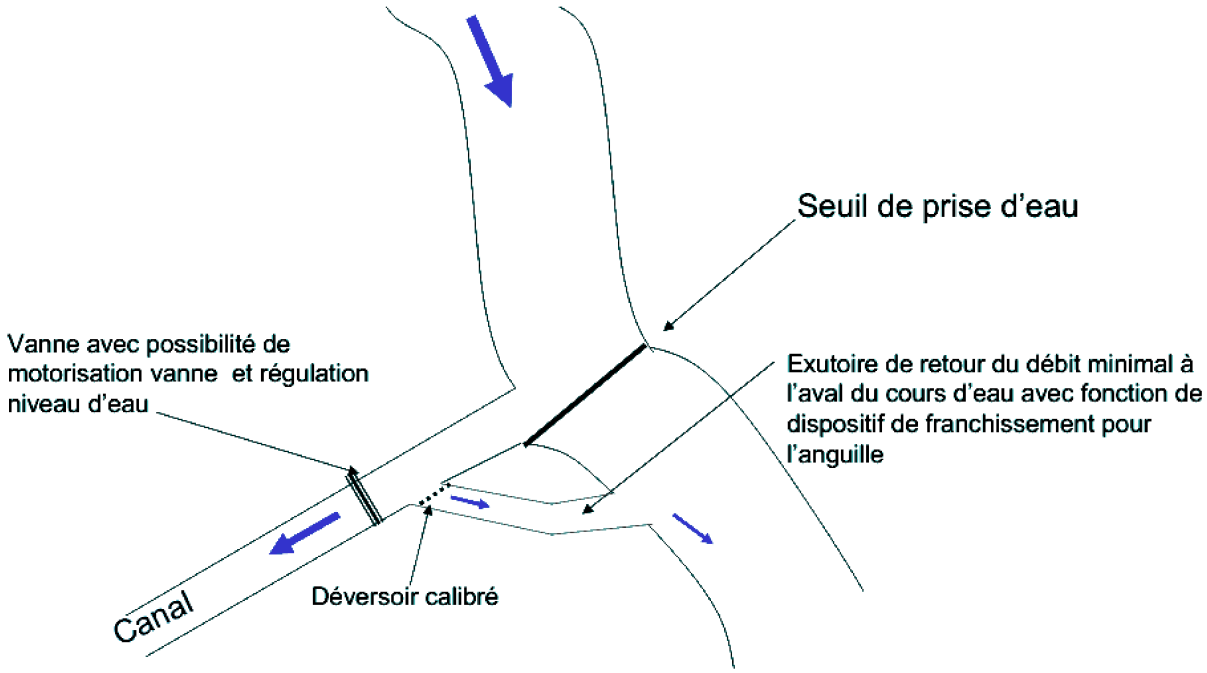


FIGURE 2.2 – Schéma type d'aménagement d'un dispositif de restitution du débit minimal (Extrait de BARIL, 2014)

2.2.2 Fonctionnement pour un débit amont inférieur au débit réservé

Pour un débit à l'amont de la prise inférieur au débit réservé, tout prélèvement est impossible et la totalité du débit doit donc être restitué. Cela impose d'avoir un exutoire aménagé pour la restitution du débit réservé situé en dessous du niveau de la prise d'eau comme l'illustre la Figure 2.3. Pour qu'aucun prélèvement n'ait lieu, il faut que le radier de la prise d'eau soit situé suffisamment haut.

2.2.3 Fonctionnement pour un débit compris entre le débit réservé et la somme du débit réservé et du débit prélevable

Dans le cas où le débit du cours d'eau est compris entre le débit réservé et la somme du débit réservé et du droit d'eau, tout le débit supérieur au débit réservé peut être prélevé. Cela signifie que le radier de la prise d'eau doit se situer au même niveau que le niveau d'eau nécessaire pour atteindre le débit réservé au niveau de l'exutoire de restitution. Ce régime est illustré dans la Figure 2.4.

2.2.4 Fonctionnement pour un débit supérieur à la somme du débit réservé et du débit prélevable

Enfin, dans le cas où le débit du cours d'eau est supérieur à la somme du débit réservé et du droit d'eau, le débit prélevé est limité au droit d'eau du canal. Le débit transitant par la prise croit avec le niveau d'eau à l'amont de celle-ci (ROUSSET, 2003). En conséquence, pour limiter le débit prélevé au niveau de la prise sans faire appel à des automates, il existe deux solutions :

- Limiter la montée des eaux à l'amont de la prise à l'aide d'un seuil suffisamment large pour que l'augmentation du débit dans le cours d'eau n'entraîne qu'une petite élévation du niveau d'eau. La crête du seuil sera située au même niveau que le niveau d'eau

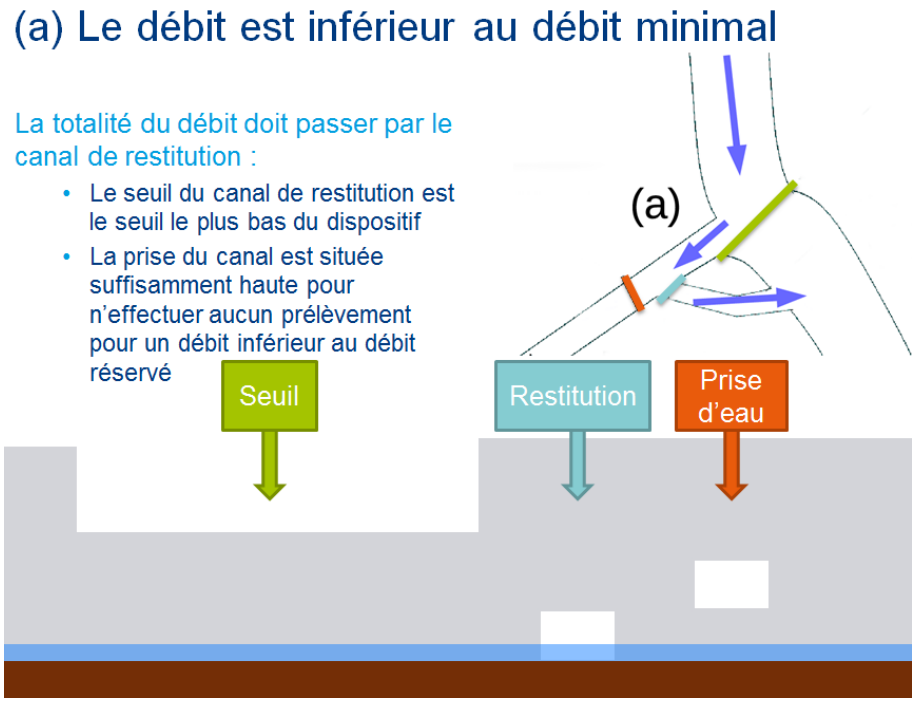


FIGURE 2.3 – Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit inférieur au débit réservé

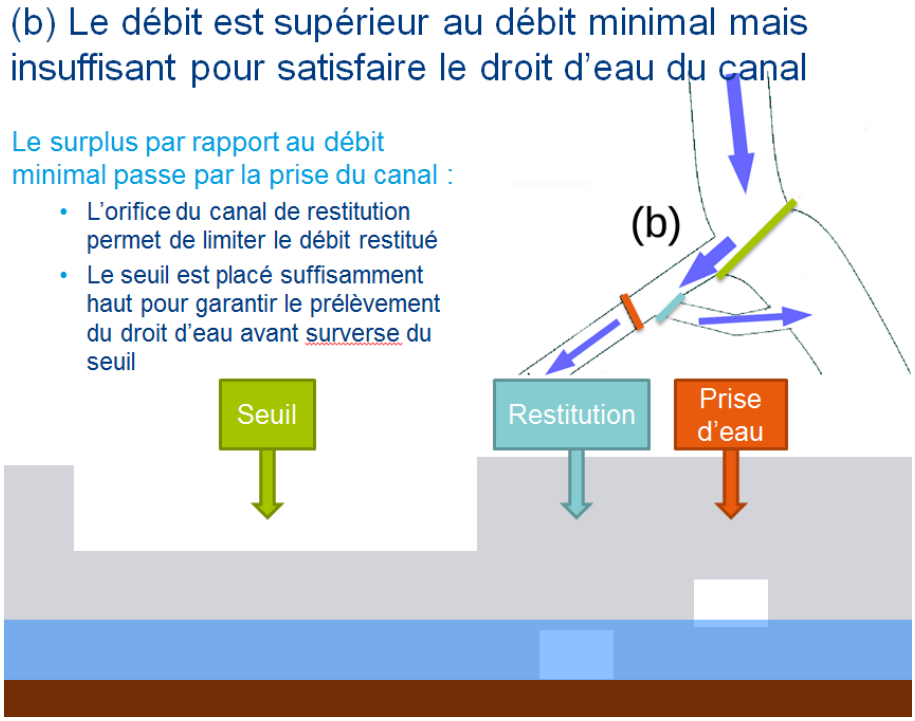


FIGURE 2.4 – Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit intermédiaire

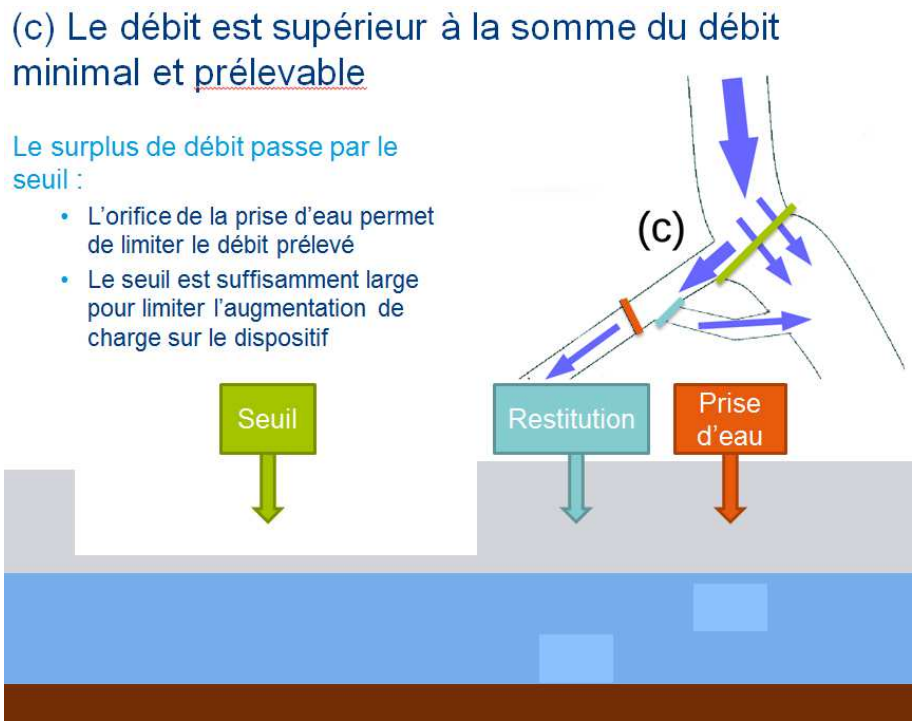


FIGURE 2.5 – Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit supérieur à la somme du débit réservé et du droit d'eau

nécessaire pour que le débit transitant par la prise soit égal au droit d'eau du canal (Figure 2.5).

- Utiliser un ouvrage de prélèvement peu sensible aux variations de hauteur d'eau.

3 Méthodologie d'analyse des prises d'eau étudiées

Comme évoqué à la section 1.3, l'analyse du risque de non respect du débit réservé doit prendre en compte à la fois l'aléa « étiage sévère » et la vulnérabilité de la prise d'eau aux faibles débits.

Les informations disponibles concernant le régime des cours d'eau au droit des prises d'eau étudiées (module, débit d'étiage, débit réservé) se sont souvent révélées inexistantes ou visiblement inexactes. Bien que cet aspect soit important dans le cadre de l'élaboration d'une typologie lié au risque, la détermination du débit réservé ne fait pas partie du champ de cette étude qui se concentre sur les aspects hydraulique du fonctionnement des prises d'eau. La détermination du débit minimum de restitution et la connaissance du régime hydrologique des cours d'eau sont donc des questions qui n'ont pas été approfondies.

L'analyse des prises d'eau étudiées se concentre donc sur les aspects hydrauliques de ces dernières et comporte deux phases :

- des relevés terrains comprenant des mesures topographiques et de débit ;
- des modélisations des prises d'eau afin de simuler la distribution des débits prélevés et restitués pour différents régimes du cours d'eau ;

Cette partie détaille la méthode générale appliquée sur chacun des sites visités. L'analyse de chacun des sites se trouve au chapitre 4 page 26 et la totalité des données récoltées sur le terrain se trouvent en annexe 11.1 page 80.

3.1 Relevés de terrain

Les informations collectées sur le terrain ont deux objectifs :

- Rendre compte de la capacité de la prise d'eau à contrôler le débit prélevé afin de respecter le débit de restitution et le droit d'eau du canal en décrivant les organes de régulation présents ;
- Recueillir les informations nécessaires pour modéliser la prise d'eau.

Toutes les informations récoltées sont retranscrites en annexe à la section 11.1 page 80. Parmi ces informations

Les données techniques recueillies sur le terrain sont de trois ordres :

- une description des organes constituant la prise d'eau ;
- des mesures de débits des différents flux concernant la prise d'eau ;
- un relevé topographique de la géométrie de la prise et des niveaux d'eau.

3.1.1 Description des organes de régulation de la prise d'eau

Pour chaque canal, un plan décrit la disposition des différents organes de la prise d'eau (voir exemple Figure 3.1).

3.1.2 Mesures de débits

Les mesures de débits ont été effectuées à l'aide d'un débitmètre de type Accoustic Doppler Velocimeter (ADV) modèle FlowTracker de la marque Sontek (Voir Figure 3.2). Les mesures de débit ont été effectuée de façon à pouvoir reconstituer les flux circulant au niveau de la prise d'eau (Rivière amont, rivière aval, prélèvement à la prise d'eau, décharge éventuelle dans la rivière et prélèvement net du canal). Les résultats de ces mesures sont représentés sous la forme de synoptiques (Voir exemple Figure 3.4) présents en annexe pour chaque canal (cf. chapitre 11 à partir de la page 80).

3.1.3 Relevés topographiques

3.1.3.1 Nature des relevés

Les mesures topographiques ont été effectuées à l'aide d'un théodolite (cf. Figure 3.3) et d'un niveau optique. Ces mesures ont consisté à relever :

- Le profil en travers de la crête du seuil de dérivation présent en travers du cours d'eau (Voir exemple Figure 3.5) ;
- Les profils en travers du canal d'irrigation à l'aval de la prise d'eau et la cote de l'eau dans chacun de ces profils (Voir exemple Figure 3.6) ;
- Les dimensions des ouvrages de régulation (Voir exemple Figure 3.7).

3.1.3.2 Étendue des relevés

L'étendue du relevé à l'amont du canal est conditionnée par les contraintes hydrauliques de modélisation de la prise d'eau. Le débit prélevé par un canal d'irrigation dépend du niveau d'eau de la retenue et des conditions hydrauliques à l'aval dans le canal. Sur les canaux, les profils en travers et niveau d'eau relevé s'étendent de la prise jusqu'à une portion du canal où a été identifié un contrôle hydraulique. Un contrôle hydraulique est un point où on peut établir une relation directe entre le niveau d'eau et le débit dans le canal. La courbe représentant cette relation s'appelle une courbe de tarage.

Ce contrôle se présente dans deux situations : sur une portion avec un écoulement en régime uniforme ou à l'amont d'une portion passant d'un régime fluvial à un régime torrentiel.

Les différents régimes d'écoulement hydraulique qui peuvent être rencontrés sur un canal à surface libre sont repris dans la Figure 3.8.

Le régime uniforme se produit à l'amont d'une portion de canal suffisamment longue ayant des caractéristiques géométriques constantes (pente, profil en travers, rugosité, absence de prélèvements ou d'apports de débit). Cet état se traduit alors par le fait que la pente de l'eau est parallèle à la pente du fond et il est alors possible d'établir une relation directe entre le niveau d'eau et le débit s'écoulant dans le canal. Il n'est pas évident de repérer ce type de contrôle hydraulique qui ne se produit que si la pente est suffisante ce qui permet de limiter l'étendue de l'influence des perturbations de l'aval vers l'amont. La photographie de

FIGURE 3.1 – Exemple de plan de prise d'eau : le Canal de Prat (Gard)

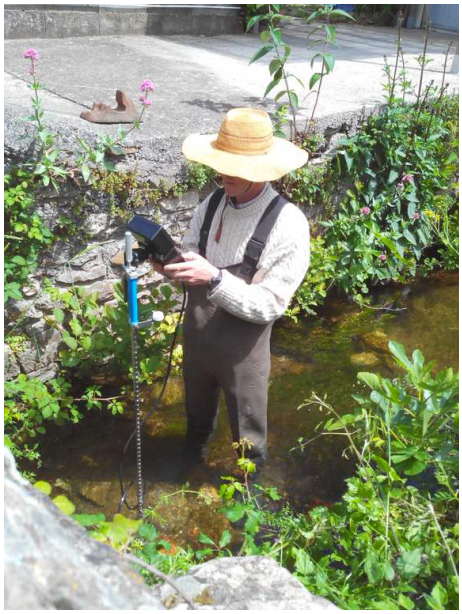


FIGURE 3.2 – Photo d'un opérateur utilisant l'ADV pour mesurer le débit d'un canal

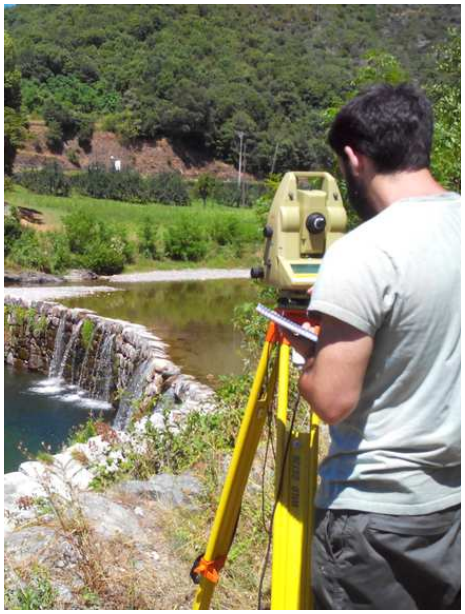


FIGURE 3.3 – Photo du théodolite utilisé pour les relevés

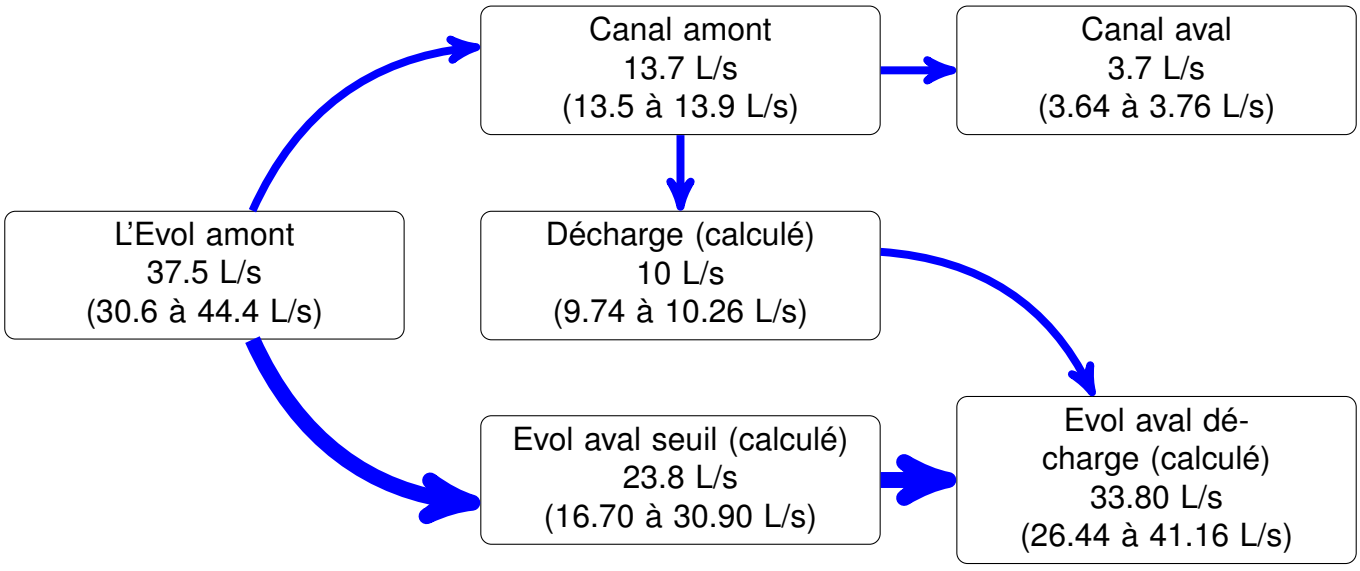


FIGURE 3.4 – Exemple de synoptique des débits : Canal d'Évol (P.-O.)

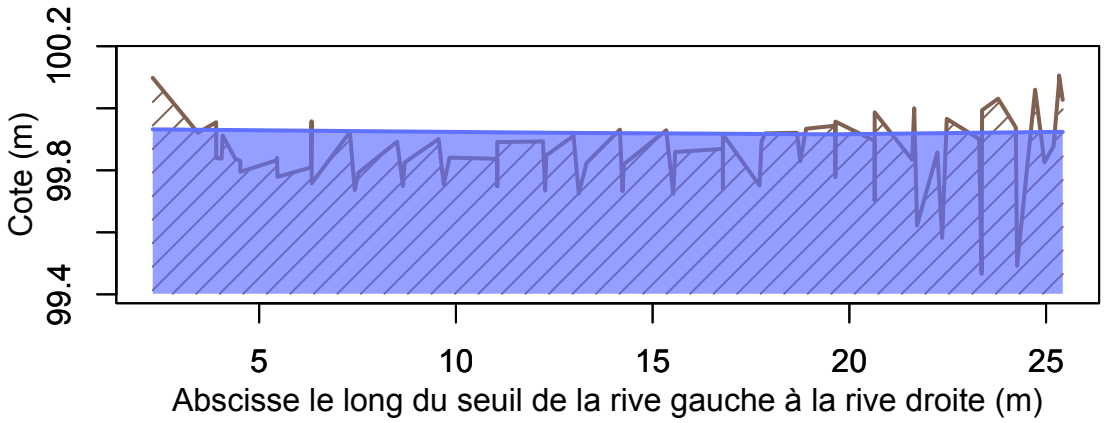
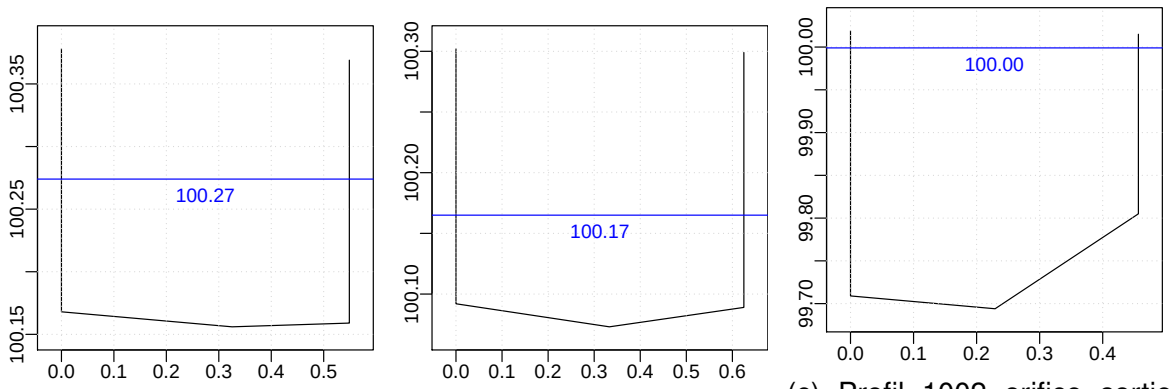


FIGURE 3.5 – Exemple de Profil en travers du seuil de dérivation : Canal du Cambon (Gard)



(a) Profil 1000 (x=0.024 m) (b) Profil 1001 (x=2.27 m) (c) Profil 1002 orifice sortie (x=11.99 m)

FIGURE 3.6 – Exemple de profils en travers du canal : Canal d'Évol (P.-O.)

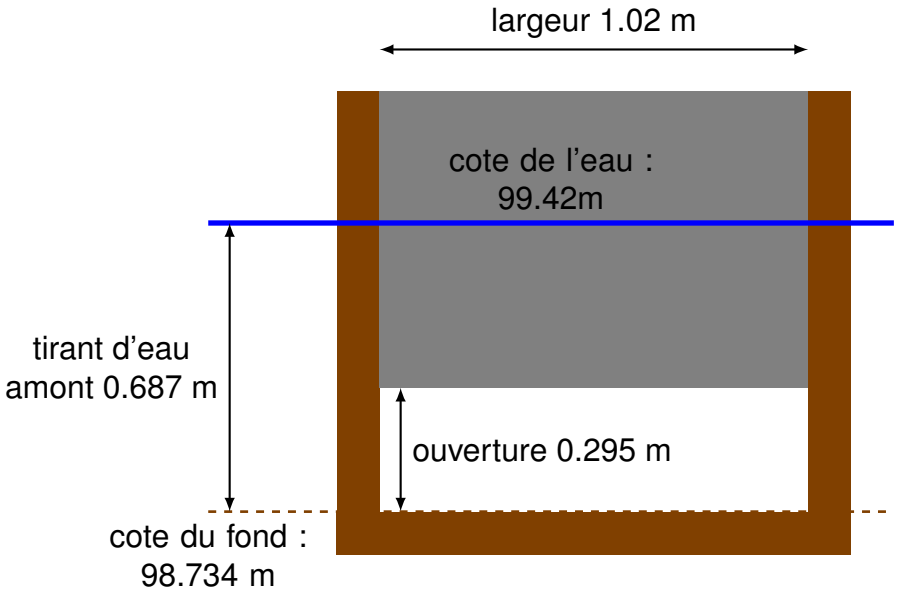


FIGURE 3.7 – Exemple de relevé des dimensions d'un ouvrage de régulation : Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux

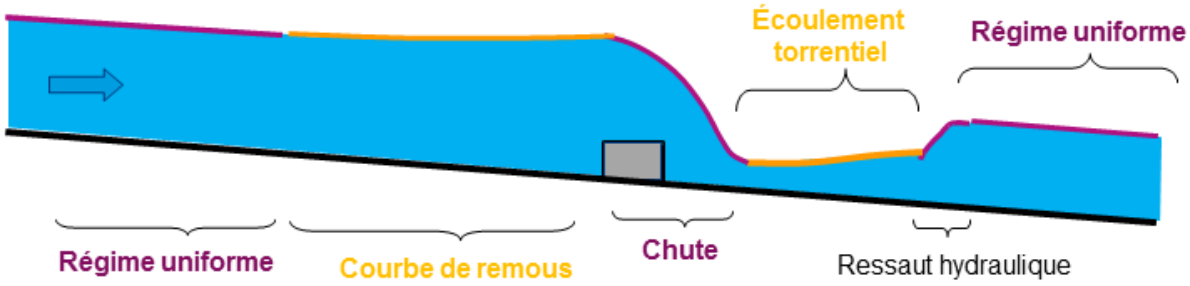


FIGURE 3.8 – Les différents régimes hydrauliques d'un canal à surface libre

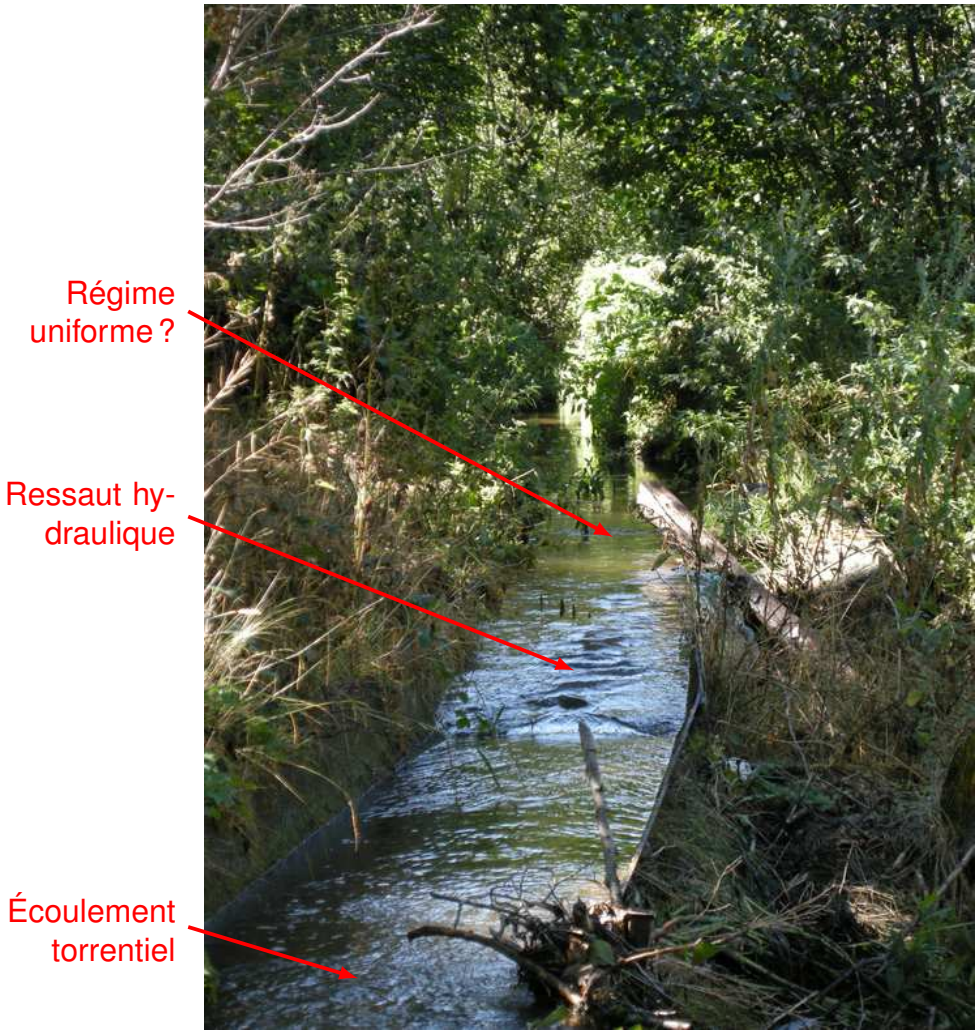


FIGURE 3.9 – Photo représentant différents régimes hydrauliques (Canal du Mas blanc, P.-O.)

la Figure 3.9 illustre une portion de canal où on peut supposer que l'écoulement s'effectue en régime uniforme.

Le régime critique se produit à l'endroit où l'écoulement passe d'un régime fluvial à un régime torrentiel. Un écoulement en régime torrentiel se caractérise par un écoulement de faible profondeur et de vitesse importante. Cette situation se produit sur les portions de canaux à forte pente (pente supérieure à 0,5 %), sur les seuils où l'on observe une chute d'eau libre et à l'aval des vannes où apparaît un écoulement d'eau pincé par la vanne suivi d'un ressaut hydraulique (Voir les Figures 3.8 et 3.9 pour une illustration du ressaut hydraulique qui correspond à un point ou l'écoulement passe d'un régime torrentiel vers un régime fluvial). Pour les seuils et les vannes étant dans cette situation, on parle alors d'écoulement dénoyé. Tout comme le régime uniforme, le régime critique permet lui aussi d'établir une relation directe entre la hauteur d'eau et le débit.

3.2 Modélisation de la prise d'eau

3.2.1 Modélisation du seuil de dérivation

Tous les seuils de dérivation lorsqu'ils traversent entièrement le cours d'eau détourné ont la particularité d'avoir un écoulement dénoyé (passage par un régime torrentiel à l'aval du seuil et donc passage par le régime critique). Il est donc en théorie possible d'établir une courbe de tarage à l'endroit du seuil.

La méthode classique pour établir une courbe de tarage consiste a effectué des mesures de débits et de niveau d'eau pour différents régimes hydrologiques. Dans le cadre de cette étude, il était impossible de revenir sur les sites pour effectuer de telles mesures. Nous avons donc choisi de calculer la courbe de tarage à partir des caractéristiques physiques du seuil.

La littérature propose des formules pour différents profils de seuils (Bos, 1985) mais les possibilités offertes sont relativement limitées (seuil rectangulaire, trapézoïdal, circulaire...) et ne permettent pas de modéliser les géométries complexes rencontrées sur le terrain . D'autant qu'étant donné la faible hauteur d'eau s'écoulant sur le seuil à l'étiage, il est d'autant plus important de pouvoir prendre en compte le plus finement possible les caractéristiques du profil du seuil.

La méthode pour obtenir les équations pour des seuils de formes simples en régime dénoyé est connue et a été ici appliquée sur le cas général d'un seuil avec un profil en travers quelconque. La méthode de calcul est présentée en annexe à la section 11.2 page 187.

La courbe de tarage du seuil de dérivation a été calculée à partir de cette formulation prenant en compte le profil en travers du seuil et un coefficient de débit a été calé à partir du débit et de la cote observés le jour du relevé.

La Figure 3.10 représente la courbe de tarage calculée sur le seuil du canal de Caudiès. Le calage de la formule prend en compte les incertitudes (représentées par un cône gris) de mesures du débit (fournies par l'ADV) et de la cote de l'eau (estimées à $\pm$ 5 mm). Les lignes verticales en pointillés rouges représentent les altitudes des points topographiques mesurés sur le seuil entrant en compte dans le calcul de la formule.

L'incertitude représentée sur les graphiques ne prend pas en compte l'incertitude liée à la méthode de calcul de la courbe de tarage présentée ici et qui peut éventuellement être très importante. Le seul moyen de la connaître serait d'effectuer des mesures de cote et de débit à des régimes hydrologiques différents afin de comparer ces points avec la courbe calculée.

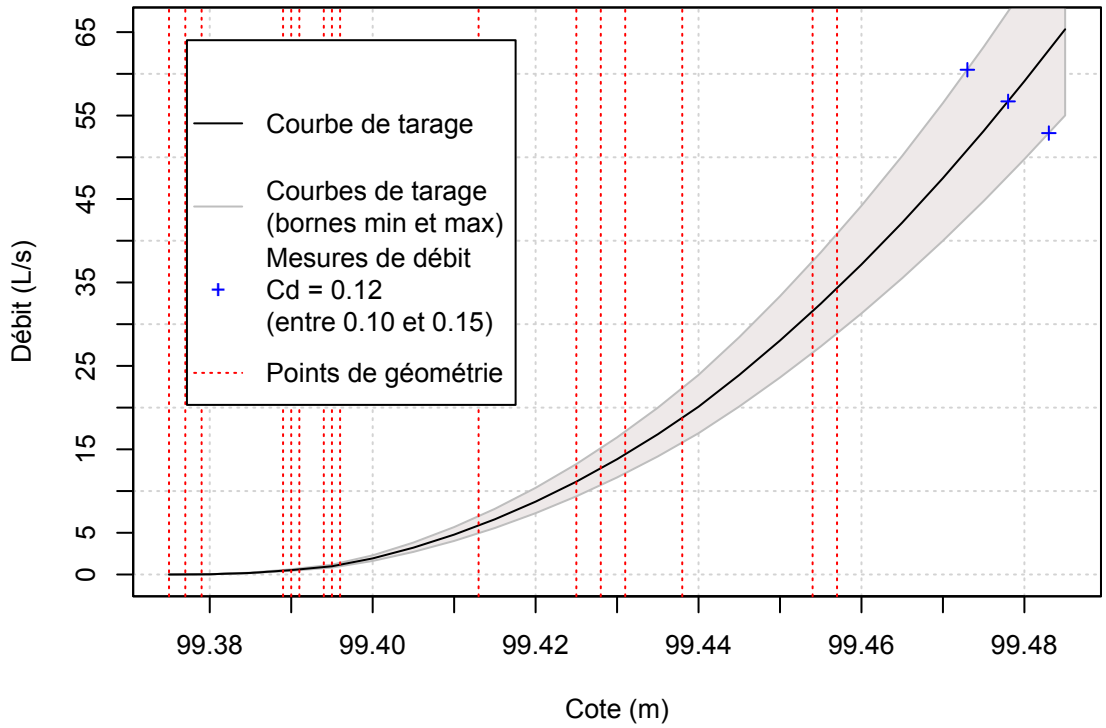


FIGURE 3.10 – Exemple de résultat du calage de la courbe de tarage du seuil de dérivation du canal de Caudiès (P.-O.)

L'ensemble des courbes de tarage calculées sur les seuils des canaux étudiés sont listées dans la Table 3.1.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Prat pialoux	Arre	Gard	Paragraphe 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6.6 p. 112
Canal du Cambon	Hérault	Gard	Paragraphe 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7.6 p. 118
Canal de Caudiès	Boulzane	Pyrénées-Orientales	Paragraphe 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11.6 p. 139
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Paragraphe 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12.6 p. 152
Canal de la Prades	Sègre	Pyrénées-Orientales	Paragraphe 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17.6 p. 177

TABLE 3.1 – Liste des canaux où a été calculée une courbe de tarage sur le seuil de dérivation

4 Analyse des sites d'étude

18 sites ont été visités entre les mois de juillet et août 2016, dans quatre départements méditerranéens du sud de la France (Voir Figure 4.1).

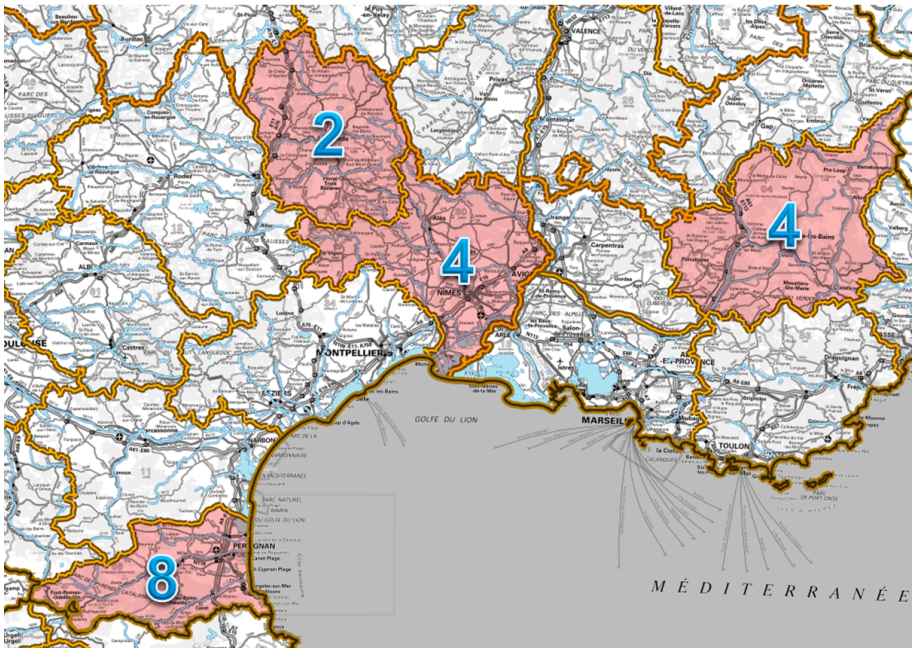


FIGURE 4.1 – Carte de répartition des sites visités par département

Les chambres d'agriculture des Pyrénées Orientales, du Gard, de la Lozère ainsi que des Alpes de Haute Provence ont fourni une liste d'Associations syndicales autorisées (ASA) ou de gestionnaires dont les systèmes d'irrigation pouvaient être sensibles à la problématique du respect du débit réservé. L'objectif de l'étude étant in fine d'aider techniquement les petites structures n'ayant pas les compétences nécessaires pour gérer le débit réservé, les canaux de faible capacité ont été privilégiés dans le choix des sites étudiés.

Cette partie résume les caractéristiques principales des canaux compte tenu des points évoqués dans la méthodologie (cf. paragraphe 3). Pour chaque canal, l'analyse se concentre sur le diagnostic de la contrôlabilité des débits réservés et prélevés à partir de l'expertise des organes de régulation présents sur la prise d'eau.

Toutes les données récoltés sur le terrain sont rassemblées en annexe 11.1 page 80.

4.1 Alpes de Haute Provence

Quatre sites ont été proposé par Noël PITON, Maud KERLAUD et Fabienne GUYTOT de la chambre d'agriculture des Alpes de Hautes Provence.

4.1.1 Canal du Gion à Clumanc dans le ravin du Gion

Un seuil de dérivation composé de pierres et de bâches en plastique dérive une partie des eaux du ruisseau vers la prise d'eau (voir Figure 4.2). Une vanne martelière, installée sur un muret en béton matérialise l'entrée du canal et permet un contrôle sommaire du débit prélevé. Le canal n'est pas maçonné : Le sol est en galet et les bords sont en terre.

Aucun exutoire pour le débit réservé n'est présent sur le seuil ni à l'amont du canal. Il n'y a donc aucun moyen de contrôler le débit restitué qui, pour des débits faibles à moyens, correspond aux fuites passant au travers du seuil de dérivation. A très faible débit, la topographie de la prise fait que l'écoulement vers la prise d'eau est privilégié.

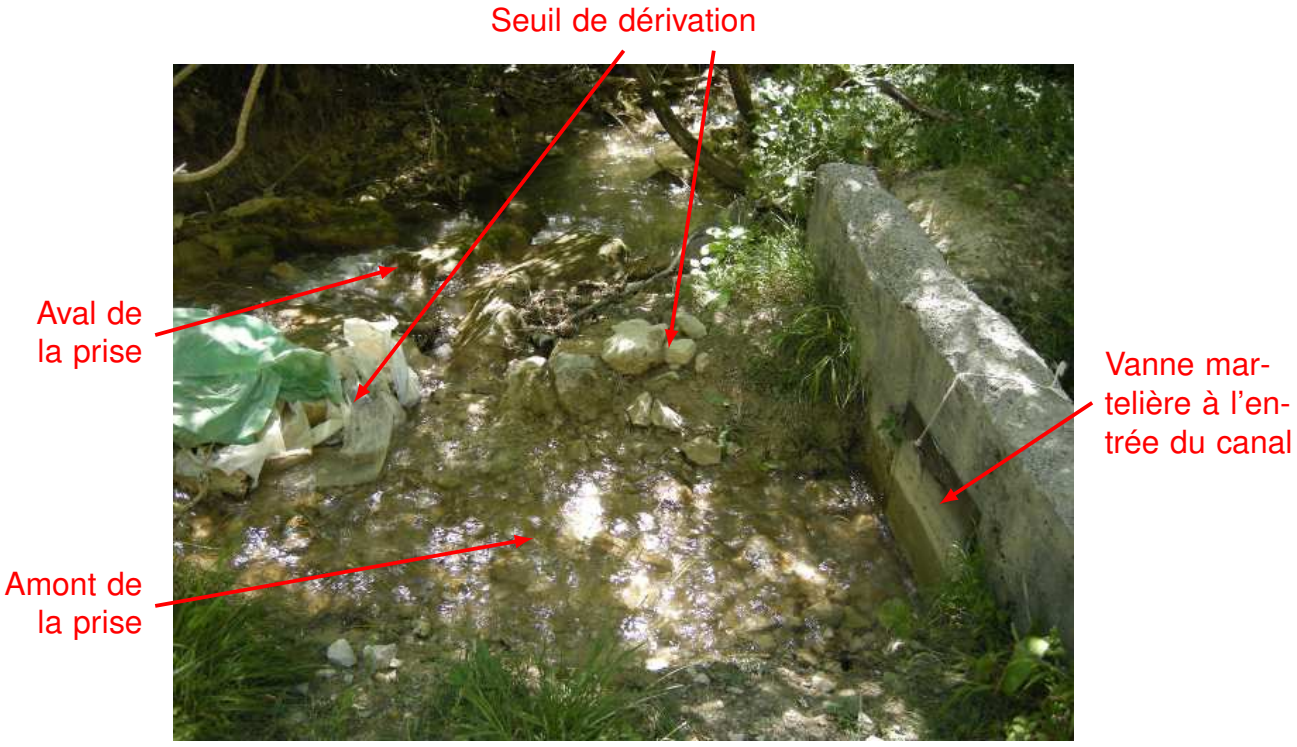


FIGURE 4.2 – Photo de la prise d'eau du canal de Gion

L'annexe 11.1.4 page 95 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.1.2 Canal de Chaudol sur la Bléone à Javie

La Bléone est une rivière en tresse qui, en 2016, au niveau de la prise était constituée de trois chenaux distincts. La dérivation vers le canal est effectué par un amas de pierre constitué et entretenu pour la saison d'irrigation sur le chenal jouxtant la rive où se trouve la prise d'eau du canal (cf. Figure 4.3).

Aucun exutoire aménagé pour la restitution du débit réservé ou le droit d'eau, n'est présent au niveau de la prise d'eau. Cependant, une partie importante du débit est restitué à la rivière d'une part parce que la prise d'eau ne dérive qu'un des trois chenaux qui constituaient la Bléone à cet endroit en 2016, et d'autre part parce que le seuil est très fuyard comme on peut le constater sur la Figure 4.3.

Le canal ne comporte aucun ouvrage permettant de réguler le débit prélevé.

L'annexe 11.1.1 page 80 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

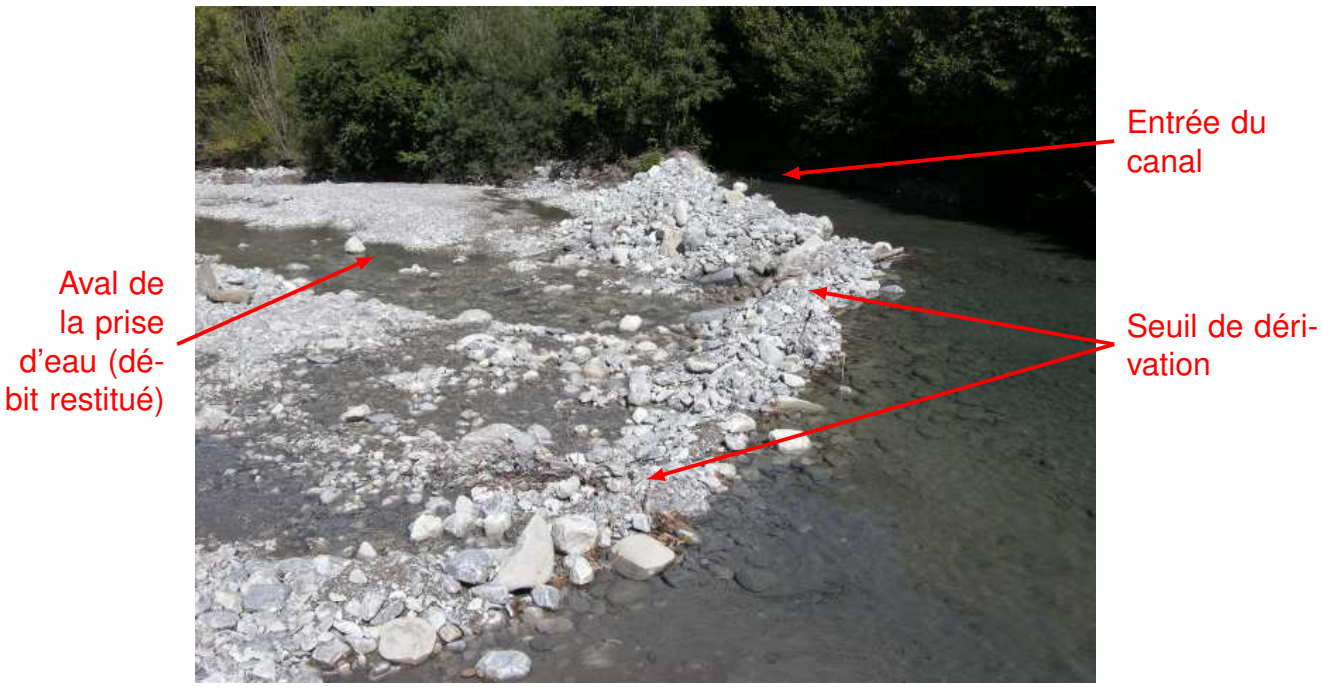


FIGURE 4.3 – Photo de la prise d'eau Canal de Chaudol

4.1.3 Canal du bourg sur la Bléone à Marcoux

La Bléone est également une rivière en tresse au niveau du canal du Bourg. Cependant, contrairement au canal de Chaudol, l'un des bras de la rivière a été aménagée comme un canal d'amenée vers la prise d'eau du canal. L'alimentation de ce bras de rivière est assuré par un amas de terre et de galets qui est reconstitué après chaque crue (cf. Plan de la prise Figure 11.1.2.2).

La prise d'eau est une prise dite « par en-dessous » ou « prise Tyrolienne » (Voir Figure 4.4). Ce type de prise est généralement utilisé sur les barrages hydroélectriques de torrents de montagne (BOUVARD, 1953).

La prise d'eau est composé d'un seuil en béton couvrant la totalité de la largeur du canal d'amenée et dans lequel est creusé une rigole d'une vingtaine de centimètres de large elle-même recouverte du grille. L'eau prélevée s'écoule dans la rigole et alimente le canal constitué d'une conduite souterraine située rive gauche.

La topographie de la prise est telle que les faibles débits, si la grille de la prise n'est pas obstruée, sont prioritairement dirigés vers le canal. La totalité de l'eau de ce bras de la rivière est susceptible d'être prélevée. Comme il ne s'agit que d'un bras de la rivière, la mesure et la régulation du débit réservé de la Bléone sont de toute façon impossibles à réaliser.

A L'amont de la conduite souterraine se trouve une vanne martelière permettant de contrôler le débit prélevé par le canal.

L'annexe 11.1.2 page 86 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

FIGURE 4.4 – Photo de la prise d'eau « par en-dessous » du canal du bourg sur la Bléone

4.1.4 Canal du Moulin sur l'Asse à Mézel

Un canal d'amené de plus de 400 mètres permet d'acheminer l'eau depuis la rivière jusqu'à l'embouchure du canal. L'érosion du lit de la rivière pendant les crues hivernales oblige chaque année les gestionnaires à déplacer la prise d'eau vers l'amont ce qui explique la longueur actuelle du canal d'amenée.

Aucun seuil n'est présent dans le lit de la rivière, ce qui rend impossible la mesure et la régulation du débit réservé.

L'entrée du canal du Moulin est équipé de plusieurs ouvrages permettant la régulation du débit prélevé (Voir Figures 4.5 et 4.6). On y trouve tout d'abord un batardeau qui remplit deux offices : il permet d'évacuer vers l'Asse le surplus de débit arrivant du canal d'amenée et il limite la montée des eaux à l'entrée du canal ce qui permet de limiter le débit prélevé à la prise. A côté du batardeau se trouve une vanne de vidange servant pour la maintenance du canal. A l'entrée du canal, une martelière dont l'ouverture est fixée à l'aide d'une cale régule le débit prélevé en relation avec le batardeau qui limite les variations de niveau d'eau.

L'annexe 11.1.3 page 91 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

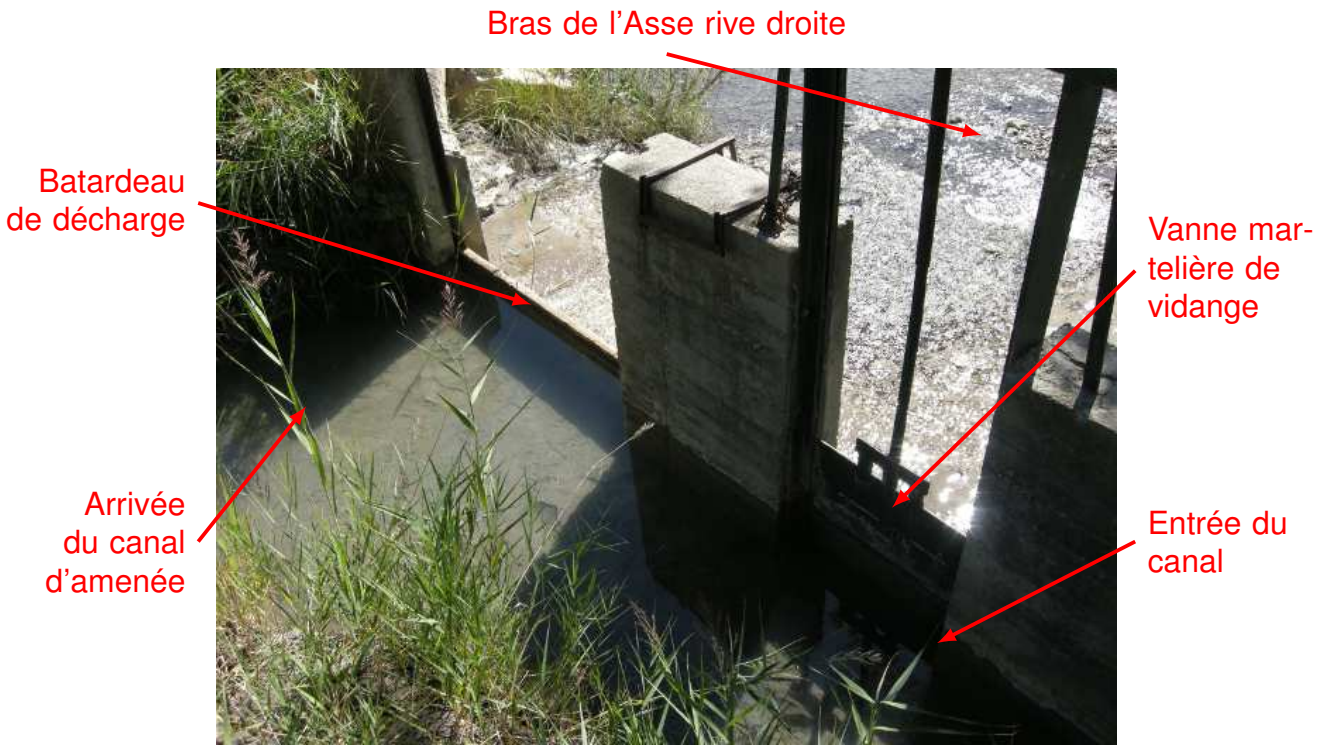


FIGURE 4.5 – Photo de la prise d'eau Canal du Moulin : batardeau et vanne de vidange

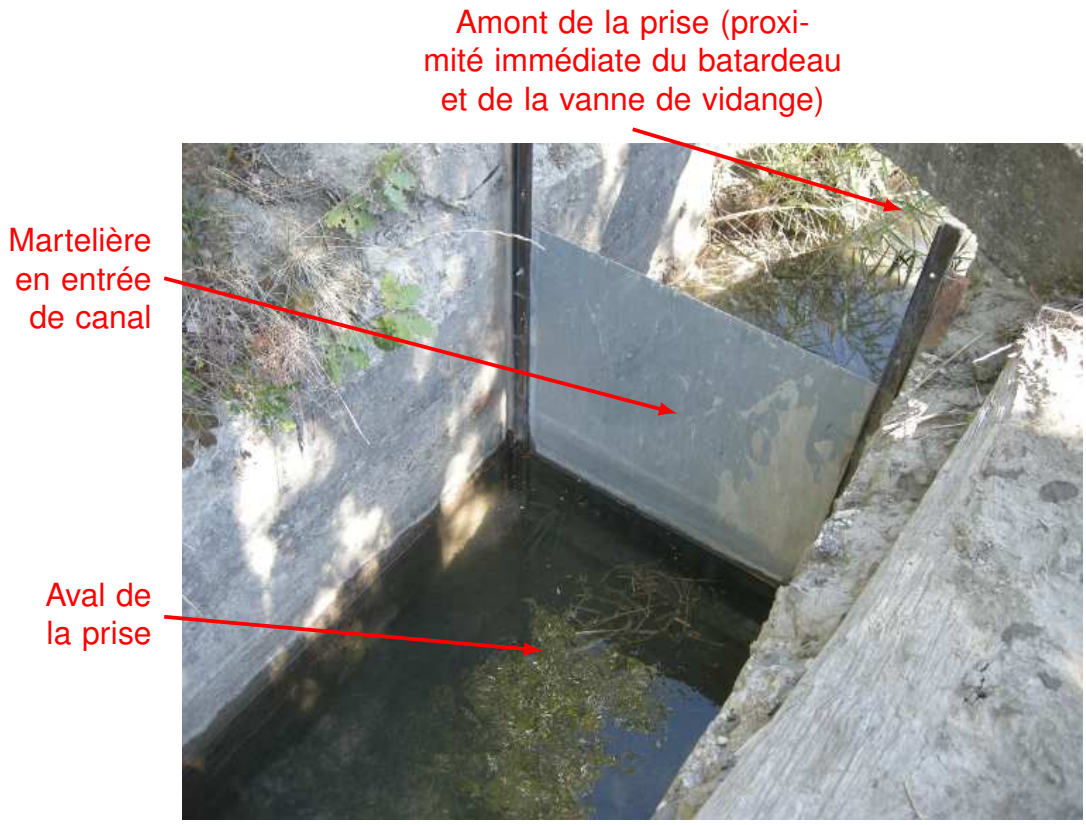


FIGURE 4.6 – Photo de la prise d'eau Canal du Moulin : vanne à l'entrée du canal

4.2 Gard

Muriel Leroux de la chambre d'agriculture du Gard a établi une liste de cinq canaux pouvant intéresser cette étude. Quatre d'entre eux ont pu être observés. Leur liste est donnée ci-dessous :

- Canal de Prat Pialoux sur l'Arre à Molières-Cavaillac ;
- Canal du Cambon sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule ;
- Canal de Prat sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule ;
- Canal de l'Agal sur le Vidourle à Saint-Hippolyte-du-Fort.

4.2.1 Canal de Prat Pialoux sur l'Arre à Molières-Cavaillac

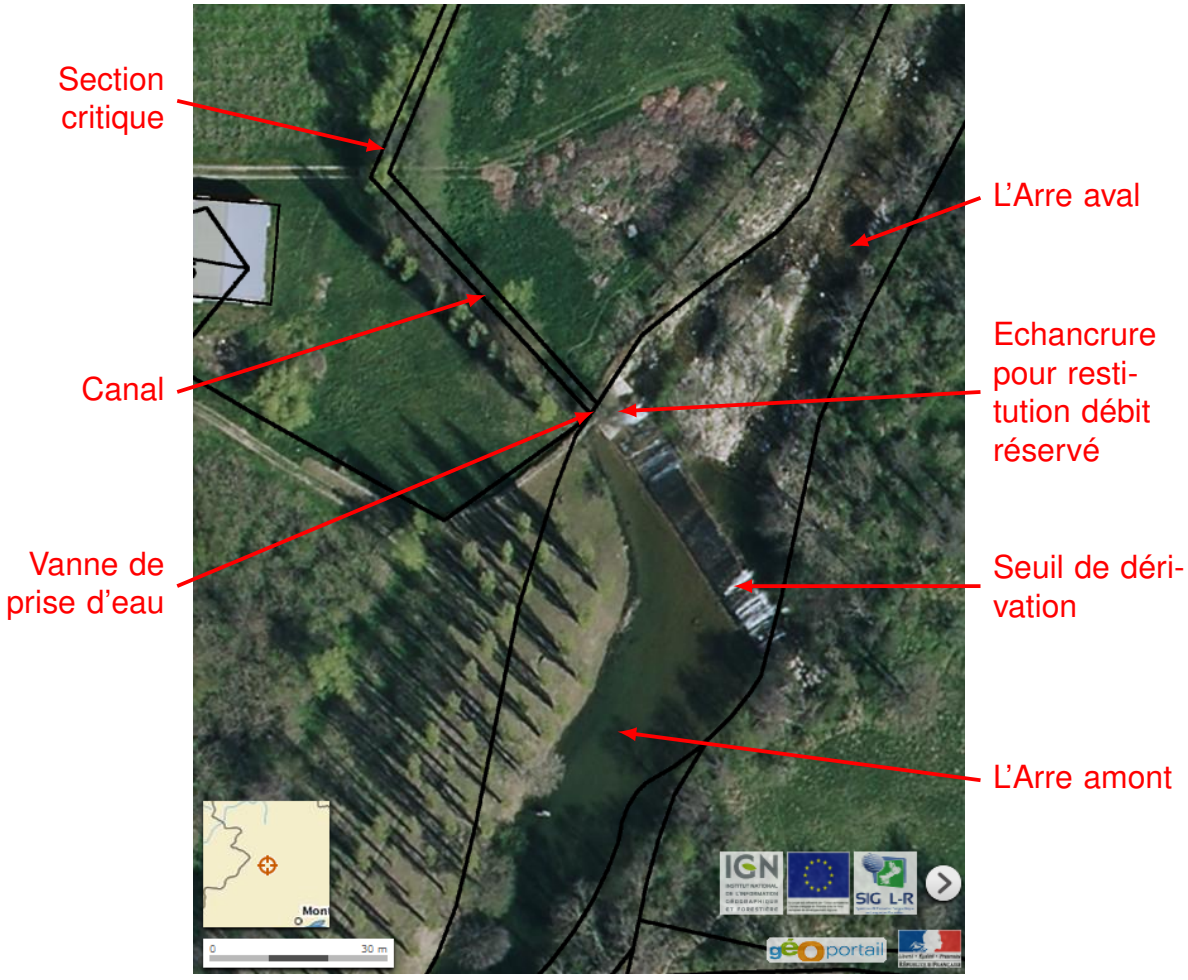


FIGURE 4.7 – Plan de la prise d'eau Canal de Prat pialoux ©IGN

La rivière est dérivée à l'aide d'un seuil maçonné sur lequel est aménagé une échancrure qui facilite la restitution du débit réservé.

L'entrée du canal est pourvu d'une vanne martelière à ouverture réglable. La cote du radier du canal étant plus basse que celle de l'échancrure, en cas d'étiage sévère, l'écoulement s'effectuera préférentiellement vers le canal.

Aucun ouvrage de mesure n'est présent ni sur l'exutoire de restitution du débit réservé, ni sur le canal.

L'annexe 11.1.6 page 108 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.2.2 Canal du Cambon sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule

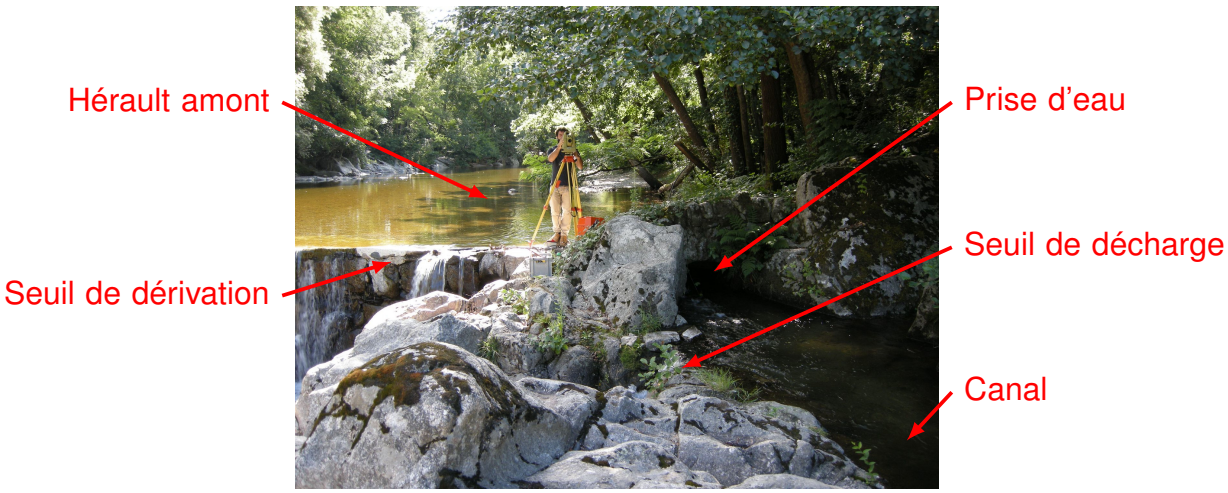


FIGURE 4.8 – Photo de la prise d'eau Canal de Cambon

L'Hérault est dérivé par un seuil maçonné de plusieurs mètres de haut. La prise d'eau est composée d'un orifice aménagé dans le seuil en pierres. Le seuil de dérivation est dépourvu d'un exutoire pour la restitution du débit réservé. Un déversoir de décharge est situé en aval immédiat de la prise d'eau (cf. Figure 4.8). Sa hauteur est réglée de telle façon que le débit dans le canal respecte le droit d'eau alloué au canal.

L'annexe 11.1.7 page 114 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.2.3 Canal de Prat sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule

Quelques centaines de mètres à l'aval du canal de Cambon se trouve un nouveau seuil imposant qui dérive les eaux de l'Hérault dans deux canaux situés sur chaque rive du fleuve (Voir plan Figure 4.9.

Sur la rive gauche, le seuil est pourvu d'un orifice servant d'exutoire pour la restitution du débit réservé. Cependant, la base de cet orifice est située 40 cm au dessus du radier de l'entrée du canal rive gauche et 60 cm au dessus du radier de l'entrée du canal de Prat situé rive droite. En cas d'étiage sévère, l'eau s'écoulera préférentiellement dans les canaux plutôt que dans l'exutoire de restitution.

Le canal rive gauche est pourvu d'une vanne martelière permettant de réguler le débit entrant dans le canal.

Le canal de Prat rive droite ne possède pas d'ouvrage de régulation au niveau de la prise d'eau. Une vanne martelière en mauvais état située quelques dizaines de mètres en aval de la prise d'eau permet la vidange du canal. Une fuite de 7 L/s a été mesurée au niveau de cette vanne le jour de visite du canal.

L'annexe 11.1.5 page 101 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

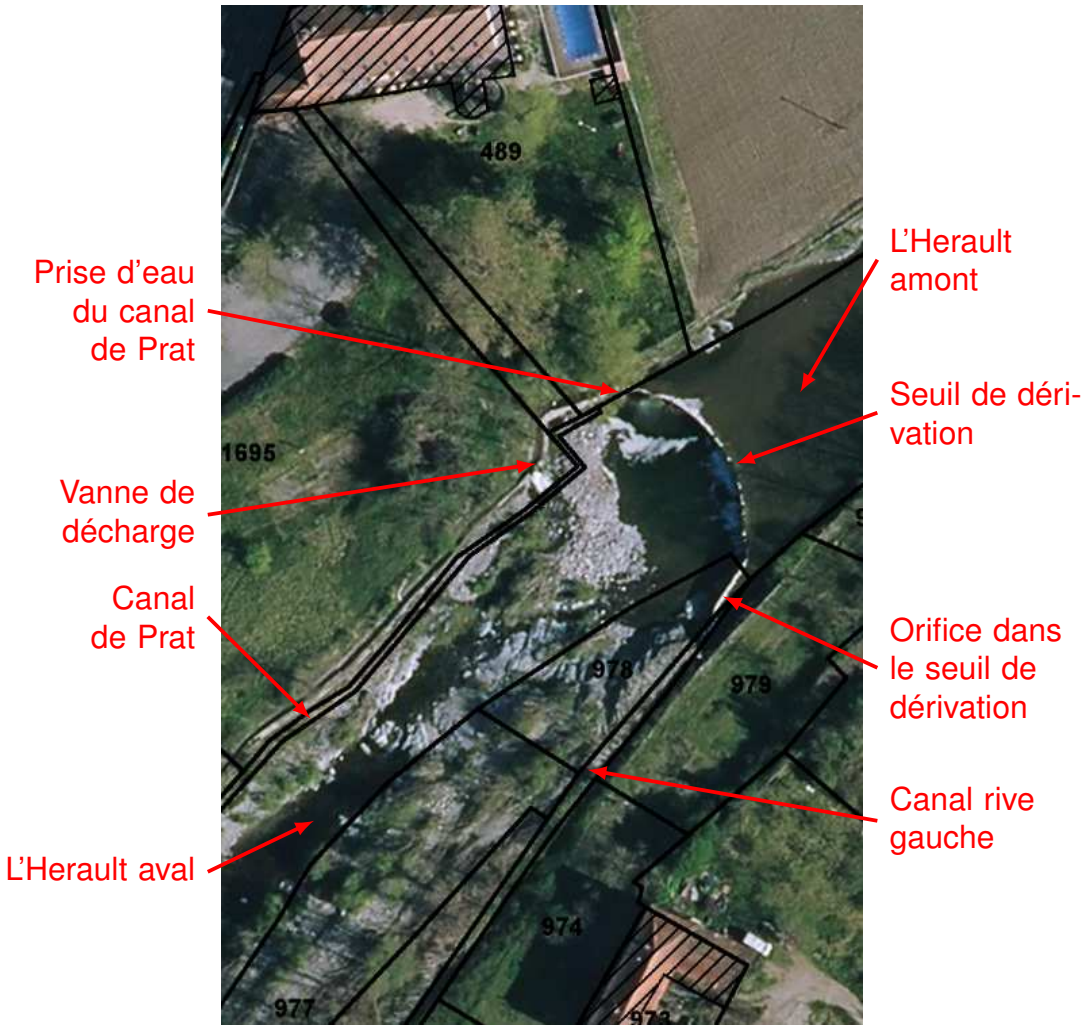


FIGURE 4.9 – Plan de la prise d'eau Canal de Prat ©IGN

FIGURE 4.10 – Photo de la prise d'eau Canal de l'Agal

4.2.4 Canal de l'Agal sur le Vidourle à Saint-Hippolyte-du-Fort

La prise d'eau du canal est situé sur la rive droite d'un seuil maçonné. La rive gauche est elle aussi pourvu d'une prise d'eau alimentant un moulin qui rejette l'eau dérivée dans le Vidourle quelques dizaines de mètres à l'aval du seuil.

La majeur partie du canal est souterraine à partir de la prise d'eau qui est constituée d'un orifice régulé par une vanne martelière. Un second orifice au niveau de la prise d'eau restitue une partie du flux dans le Vidourle. L'amont de la prise d'eau est constitué d'un lit de gravier qui est remodelé après chaque crue pour régler la part de débit envoyée dans le canal et la part restituée. Aucune installation de mesure du débit ne permet d'estimer le débit prélevé ou restitué (cf. photo Figure 4.10).

L'annexe 11.1.8 page 121 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.3 Lozère

Anne Claire Guénée et Marie-Anne Le Gall de la chambre d'agriculture de la Lozère ont présenté une liste de canaux. Deux canaux ont été visités :

- Canal de Callière sur le Valat de Callière à Altier ;
- Canal de Pratlong sur le Pomaret à Cubières.

4.3.1 Canal de Callière sur le Valat de Callière à Altier

Le Valat est un ruisseau pouvant être impétueux et charriant de gros bloc de pierres. Le ruisseau est détourné vers le canal à l'aide d'un amoncellement de pierres qui sont remis en place après chaque crue.

La prise d'eau est située sur la rive droite : il s'agit d'un filet d'eau passant entre et sous des blocs massifs. Une dizaine de mettre à l'aval se trouve un orifice maçonné pouvant être obturé par une tôle. Une autre vanne martelière est installée une centaine de mètres en aval.

Étant donné le lit non stable de la rivière et l'accès difficile à la prise d'eau (Pas de voie de communication à moins de 25 minutes de marche), il n'est pas possible d'y pratiquer un seuil pourvu d'un exutoire de restitution du débit réservé qui ne peut donc être ni mesuré ni régulé correctement. Le débit prélevé peut par contre être contrôlé et mesuré.

L'annexe 11.1.9 page 126 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.3.2 Canal de Pratlong sur le Pomaret à Cubières

Le canal de Pratlong a un fonctionnement très particulier par rapport aux autres canaux. Le débit du ruisseau le Pomaret étant très faible, les gestionnaires de canaux de ce ruisseau alimentent leurs canaux à l'aide de bassin qui sont successivement remplis et vidés par bâchée dans les canaux d'irrigation (Voir Figure 4.11).

Sur le bassin géré par Mr Benoît, la prise d'eau est un orifice pratiqué au fond d'un bassin. L'orifice est bouché par une bonde reliée à une corde. Le bassin se remplit durant quelques

jours de la semaine et est ensuite vidangé dans le canal en quelques heures une fois par semaine en ôtant la bonde.

L'aval du ruisseau le Pomaret est alimenté par les fuites de la digue du bassin et par surverse quand le bassin est plein. Lors du remplissage du bassin, la quasi-totalité du débit du ruisseau est utilisée.

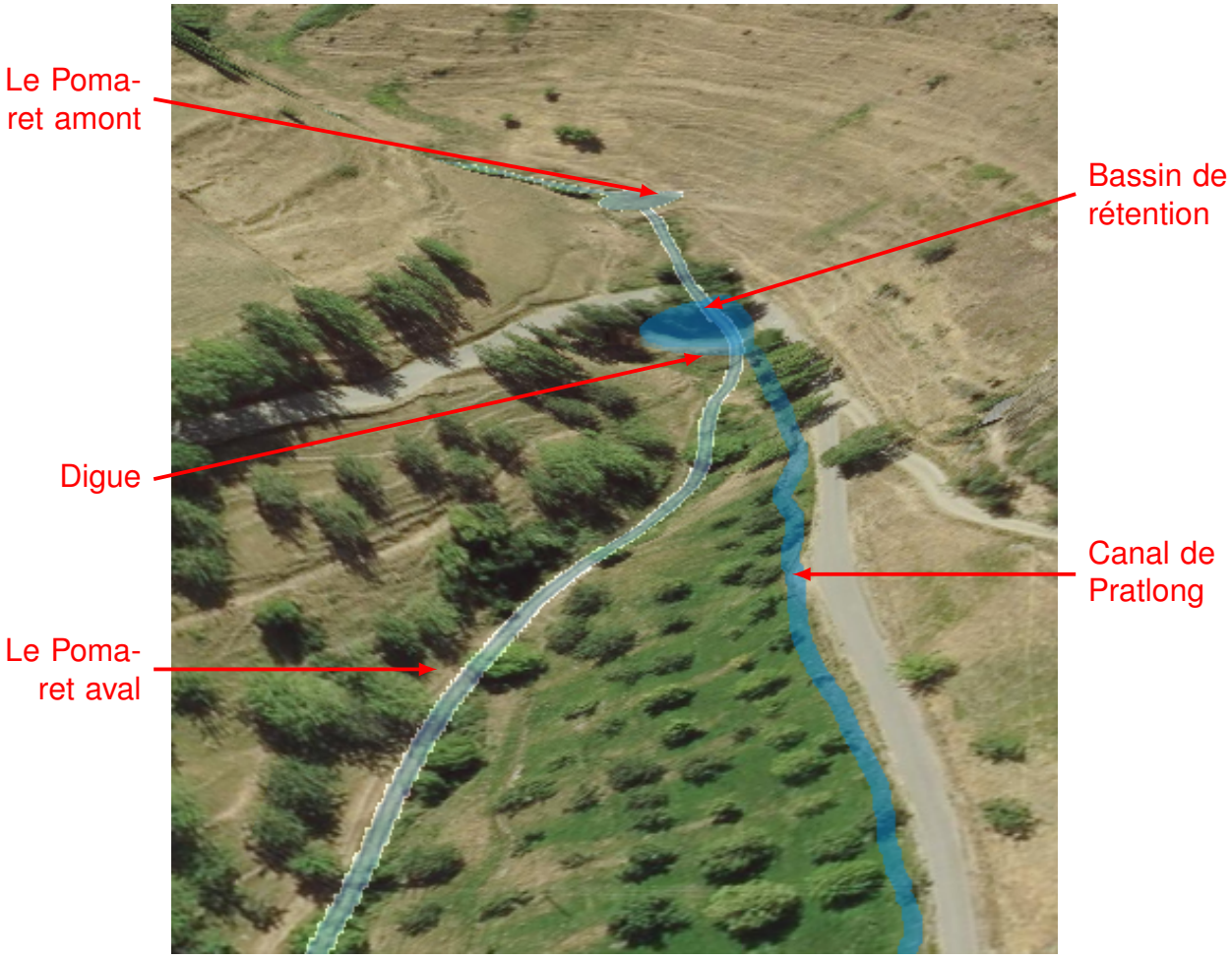


FIGURE 4.11 – Plan de la prise d'eau Canal de Pratlong ©IGN

L'annexe 11.1.10 page 132 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4 Pyrénées Orientales

Avec l'aide de Jonathan Perrot et de Jean Bertrand de la chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales, huit gestionnaires de canaux ont été contactés pour des opérations de jaugeages et de relevés topographiques. Ils sont répartis à la fois dans les vallées avoisinant les Pyrénées et en altitude près de la frontière espagnole.

La liste des différents sites visitées est disponible ci-dessous :

- Canal de Caudiès sur la Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes ;
- Canal de la Prades sur le Sègre à Bourg-Madame ;
- Canal du Mas Blanc sur la Rahur à Bourg-Madame ;

- Canal du Bac de Joncet sur la Têt à Olette ;
- Canal d'Évol sur l'Évol à Olette ;
- Canal de la branche Ancienne sur la Têt à Prades ;
- Canal de la Lliterà sur la Lliterà à Prades ;
- Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France.

4.4.1 Canal de Caudiès sur la Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes

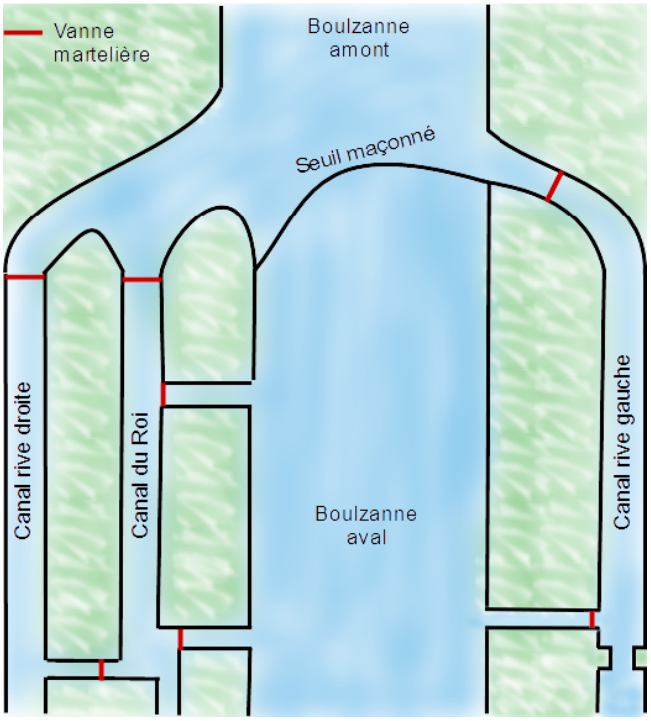


FIGURE 4.12 – Plan de la prise d'eau Canal de Caudiès

Comme le montre le plan Figure 4.12, ce site est constitué de trois prises d'eau : une rive gauche, et deux rive droite pour le canal de Caudiès et le canal du roi. Les canaux sont situés au droit d'un imposant seuil de dérivation dépourvu d'exutoire de restitution du débit réservé. Les trois prises d'eau sont équipées de vannes martelières réglables en entrée de canal.

Le canal du Roi a fait l'objet d'une réfection récente et est pourvue d'un vanne de décharge ou de vidange équipé d'un batardeau faisant office de seuil situé à une quinzaine de mètres à l'aval de la prise d'eau (Voir plan Figure 4.12). Cette vanne de décharge est situé sur un point bas permettant de vidanger le canal ainsi que le deuxième canal rive droite. En théorie conçu comme un ouvrage de contrôle de restitution du débit réservé, cette vanne privilégie l'écoulement en direction du canal et ne peut donc pas remplir cet office en l'état. Le batardeau de cette vanne de vidange pourrait servir de trop plein permettant de restituer un excédent de débit prélevé, mais en l'absence de vanne à l'aval dans le canal, la régulation du débit prélevé s'avérerait difficile. Une seconde vanne de décharge est située à 70 mètres de la prise d'eau après la contre-pente du canal.

Le canal rive gauche est aussi équipé d'une vanne de décharge quelques dizaines de mètres à l'aval de la prise d'eau.

L'annexe 11.1.11 page 135 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4.2 Canal de la Prades sur le Sègre à Bourg-Madame

(a) Seuil de dérivation

(b) Buse en entrée de canal

FIGURE 4.13 – Photos du canal de la Prades

Ce canal possède un seuil fabriqué à l'aide d'un ancien poteau électrique en béton (Voir photo Figure 4.13. Le canal est composé de trois parties différentes :

- une échancrure faisant office de prise d'eau ;
- une buse d'une trentaine de centimètres de diamètre, d'un mètre de long ;
- Un canal trapézoïdale en taule qui est relativement fuyard.

Aucun ouvrage de régulation assurant la restitution du débit réservé n'est présent. La buse en entrée de canal

L'annexe 11.1.17 page 173 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4.3 Canal du Mas Blanc sur la Rahur à Bourg-Madame

Le seuil de dérivation est constitué d'un empilement de rochers de grandes tailles (Voir photo Figure 4.14). Il est dépourvu d'un exutoire pour la restitution du débit réservé.

La prise d'eau est située rive gauche et se matérialise par une pierre percée d'une quarantaine de centimètres. Le canal est ensuite busé sur toute sa longueur.

L'annexe 11.1.16 page 168 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

FIGURE 4.14 – Photo du seuil de dérivation du canal du Mas Blanc (vue de la prise d'eau)

4.4.4 Canal du Bac de Joncet sur la Têt à Olette

La prise d'eau du canal est dépourvue de seuil de dérivation. Une petite partie du débit du cours d'eau est dérivée à l'aide d'un amoncellement de pierre formant un chenal en rive droite (Voir photo Figure 4.15). Ce chenal est reconstitué et remonté vers l'amont à chaque fois que le lit de la rivière se creuse suite à une crue. Aucune régulation du débit réservé n'est possible mais le risque de non respect du débit réservé est minime étant donné le soutien d'étiage fourni par le barrage hydroélectrique des Bouillouses et la configuration de la prise d'eau.

FIGURE 4.15 – Photo de la prise d'eau du canal du Bac de Joncet

Le barrage effectue plusieurs lâchés d'eau par jour pour la production d'électricité faisant

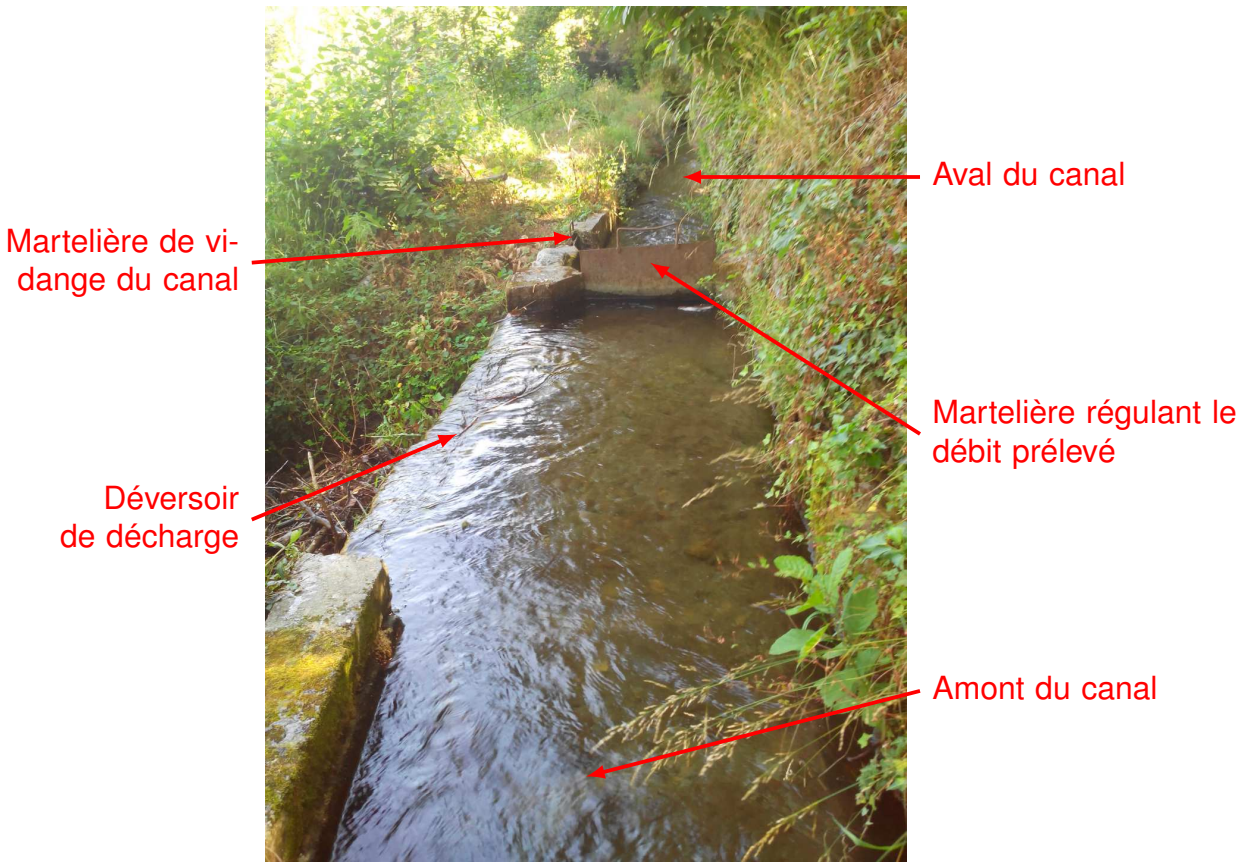


FIGURE 4.16 – Photo du déversoir de décharge et de la vanne de régulation du débit prélevé par le canal situés plus de 250 m en aval de la prise d'eau (vue depuis l'amont)

grandement varier le débit dans la rivière. Le débit prélevé est régulé par une dispositif situé 250 m en aval de la prise d'eau constitué d'un seuil déversant le surplus de débit prélevé à l'amont et d'une vanne martelière dont l'ouverture a été réglée en conséquence (Voir photo Figure 4.16). La décharge du surplus prélevé s'effectue loin de la prise d'eau et prive le cours d'eau de cet excès prélevé sur un tronçon court-circuité de 250 m. Le gain potentiel d'un déplacement de ce dispositif au plus près de la prise d'eau est à nuancer. D'une part, le débit concerné reste infime par rapport aux importantes variations de débits imposées par les éclusées quotidiennes du barrage hydroélectrique des Bouillouses. D'autre part, la proximité de la prise d'eau est sujette a de lourds problèmes de maintenance dus aux crues importantes qui sévissent sur la Têt.

L'annexe 11.1.14 page 159 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4.5 Canal d'Évol sur l'Évol à Olette

Le canal d'Évol possède un seuil de dérivation non étanche composé de galets posés en travers de la rivière. L'eau est dérivée vers une buse. A l'aval de la buse, le canal de section rectangulaire est bétonné. Le contrôle du débit prélevé se fait une cinquantaine de mètres en aval de la buse grâce à une vanne martelière en entrée de canal et un seuil de décharge qui évacue l'excédent prélevé en tête (Voir photo Figure 4.17).

Le débit prélevé par le canal est d'environ 3.7 L/s.

Aucun ouvrage de régulation assurant la restitution du débit réservé n'est présent.

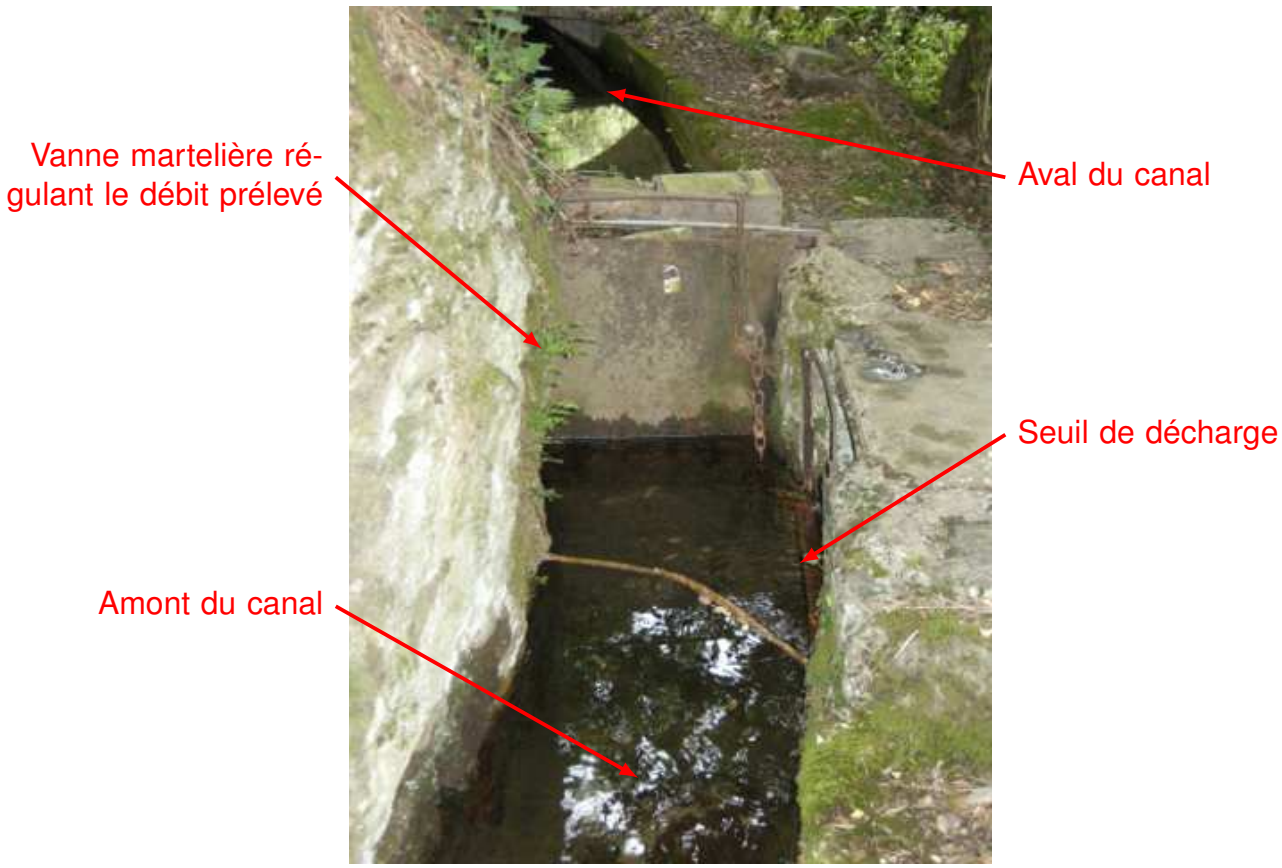


FIGURE 4.17 – Photo du dispositif de régulation du débit prélevé du canal d'Évol

L'annexe 11.1.18 page 180 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4.6 Canal de la branche Ancienne sur la Têt à Prades

Comme le canal du bac de Joncet, il est situé en aval du barrage hydroélectrique de Bouillouses sur la têt et est soumis à d'importantes variations de débit au cours de la journée.

Aucun ouvrage de régulation assurant un débit réservé n'est présent à l'entrée du canal.

Il n'a pas été possible d'effectuer des mesures correctes sur ce site à cause des fortes variations de débit dans la rivière au moment de notre passage.

L'annexe 11.1.13 page 155 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

4.4.7 Canal de la Lliterà sur la Lliterà à Prades

Un amas de pierre, de bois et de bâches compose le seuil de dérivation vers le canal (Voir photo Figure 4.18). L'ensemble est fuyard et restitue une partie non contrôlable du débit dans le cours d'eau.

Une grille protège l'entrée du canal qui est entièrement busé une dizaine de mètres à l'aval de la grille. Aucun ouvrage de régulation du débit prélevé n'est présent sur la partie à ciel ouvert du canal.

L'annexe 11.1.15 page 164 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

FIGURE 4.18 – Photo de la prise d'eau du canal de la Lliterà

4.4.8 Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France

FIGURE 4.19 – Photo du seuil de dérivation du canal de la plaine (vue depuis le canal)

FIGURE 4.20 – Photo de la vanne de restitution du débit réservé du canal de la plaine

Ce canal est placé en amont d'un seuil de dérivation fixe et étanche (Voir photo Figure 4.19). Une vanne martelière fermée au moment des relevés et équipée d'une échelle limnimétrique, est situé à l'extrémité droite du seuil (Voir photo Figure 4.20). Cette vanne martelière

est bien située pour réguler et contrôler la restitution du débit réservé mais n'est pas utilisée en tant que telle puisque habituellement fermée.

Un canal d'amené dérive une partie du débit de la rivière vers le canal situé en rive droite. Le canal n'est pas pourvu de vanne permettant de réguler le débit prélevé. Deux vannes martelière de vidange sont présentes à l'aval de la prise d'eau à respectivement une vingtaine et une soixantaine de mètre. Le canal est équipé d'une échelle limnimétrique située entre les deux vannes de vidange. L'absence de prélèvement et la pente du canal à l'aval proche de l'échelle suggère qu'à cet emplacement les influences des perturbations aval sont limitées et qu'une courbe de tarage peut être établies pour calculer le débit prélevé par le canal.

L'annexe 11.1.12 page 148 regroupe toutes les informations disponibles sur ce canal.

5 Inventaire des organes de régulation de la prise d'eau

5.1 Le seuil de dérivation

Le seuil de dérivation est un organe nécessaire pour répondre à l'objectif de restitution du débit réservé. Celui-ci doit permettre de canaliser les faibles débits en faisant obstacle à la totalité de l'écoulement du cours d'eau.

Parmi les canaux étudiés, on peut établir quatre catégories selon la nature du seuil

5.1.1 Prise sans seuil de dérivation

Les prises sans seuils de dérivation se retrouvent principalement sur des cours d'eau où le transport solide est important et où la prise d'eau est située sur une zone où la roche mère n'est pas affleurante.

Dans ce cas de figure, la prise d'eau pourra consister en un talus en terre, empierré ou maçonné placé sur une rive du cours d'eau et qui sépare le cours d'eau du canal d'amenée. La Figure 5.1 illustre ce type de prise d'eau.

FIGURE 5.1 – Photo d'une prise d'eau sans seuil (Canal de Joncet)

5.1.2 Prise avec un seuil barrant partiellement l'écoulement

Ce cas se produit notamment sur les larges rivières en tresses où l'écoulement du cours d'eau à l'étiage s'effectue dans plusieurs biefs parallèles et où seul un bief est dérivé en

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Moulin	Asse	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.4 p. 29 et annexe 11.1.3 p. 91
Canal du Bac de Joncet	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.4 p. 38 et annexe 11.1.14 p. 159

TABLE 5.1 – Type de seuil de dérivation : sans seuil – Liste des canaux

direction du canal d'irrigation. Ce cas a été rencontré sur le canal du Chaudol (Alpes-de-Haute-Provence) illustré par une photographie aérienne de la prise Figure 5.2 et par une photo du seuil sur la tresse dérivée Figure 5.3.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du bourg	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.3 p. 28 et annexe 11.1.2 p. 86

TABLE 5.2 – Type de seuil de dérivation : partiel et étanche – Liste des canaux

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Chaudol	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.2 p. 27 et annexe 11.1.1 p. 80

TABLE 5.3 – Type de seuil de dérivation : partiel et non étanche – Liste des canaux

5.1.3 Prise avec un seuil non étanche

Dans le cas où le seuil est placé de façon à dériver la totalité du cours d'eau, on peut avoir à faire à un seuil non maçonné constitué de blocs de pierres qui forment un ensemble compact mais non étanche laissant une bonne partie du débit non contrôlé dans le cours d'eau. Le seuil du canal de Chaudol (Figure 5.3) est un exemple parmi d'autres. Quelques seuils sont étanchéifiés à l'aide de bâches plastiques comme celui du canal de la Lliterà (P.-O.) Figure 5.4 mais ces dispositifs n'ont qu'une efficacité relative.

La digue du réservoir du canal de Pratlong constitué d'un talus en terre est considéré ici comme un seuil de dérivation non étanche.

5.1.4 Prise avec un seuil étanche

Le seuil étanche est nécessairement maçonné car il nécessite une surface plane. Il est construit la plupart du temps sur un effleurement rocheux qui assure sa stabilité. Les seuils du canal de la Tour de France (P.-O.) et du canal de Cambon dans le Gard sont des exemples parmi d'autres (Figure 5.5).

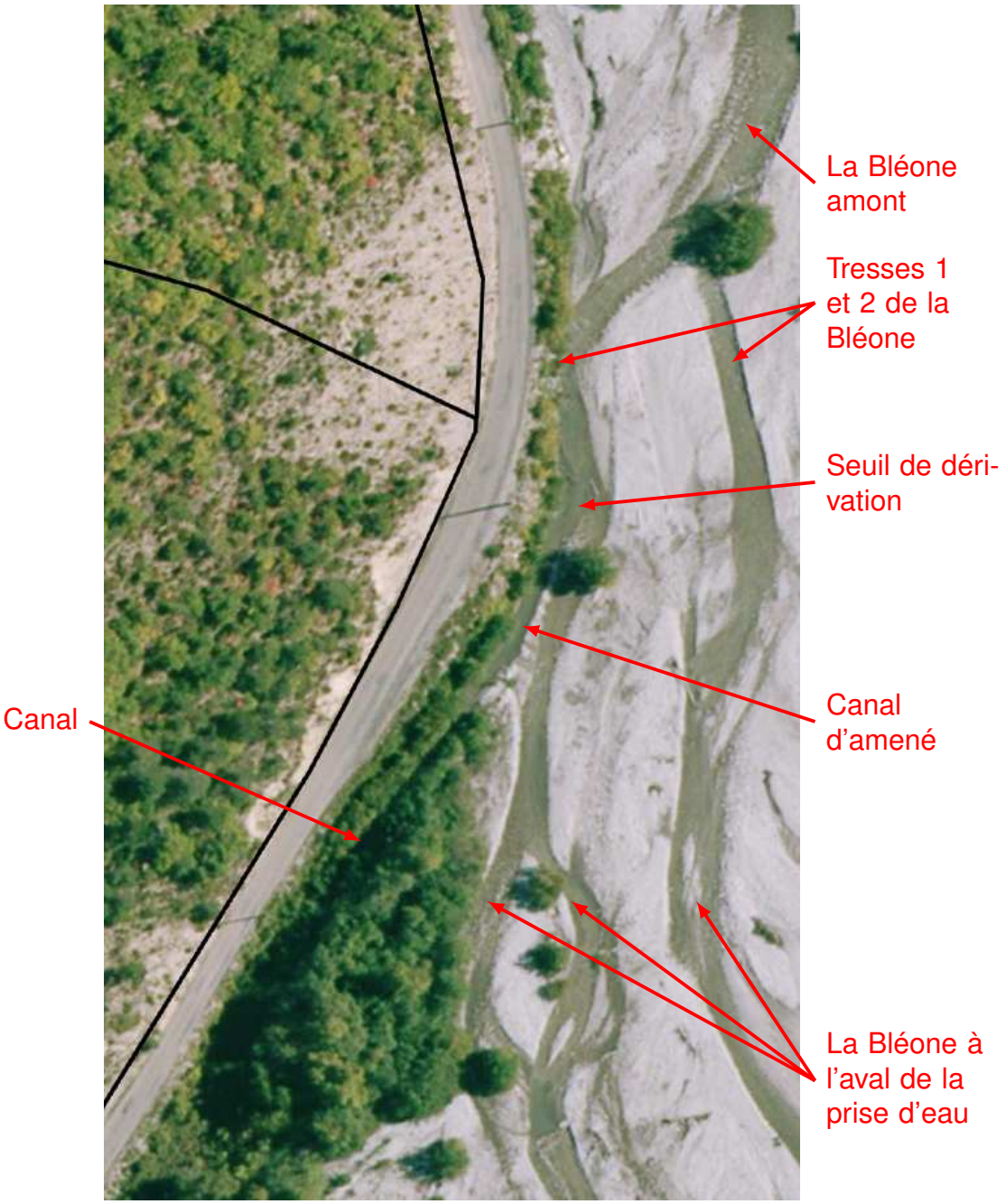


FIGURE 5.2 – Plan d'une prise d'eau sur une rivière en tresse (Canal de Chaudol) ©IGN

FIGURE 5.3 – Photo d'un seuil non étanche (Canal de Chaudol)

FIGURE 5.4 – Photo d'un seuil partiellement étanche (Canal de la Lliterà)

(a) Canal de la plaine (P.-O.)

(b) Canal de Cambon (Gard)

FIGURE 5.5 – Photos de seuils maçonnés étanches

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Gion	Ravin du Gion	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.1 p. 27 et annexe 11.1.4 p. 95
Canal de Callière	Valat de Callière	Lozère	Section 4.3.1 p. 34 et annexe 11.1.9 p. 126
Canal de Pratlong	Pomaret	Lozère	Section 4.3.2 p. 34 et annexe 11.1.10 p. 132
Canal de la Lliterà	Llitéra	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.7 p. 40 et annexe 11.1.15 p. 164
Canal du Mas Blanc	Rahur	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.3 p. 37 et annexe 11.1.16 p. 168
Canal d'Évol	Évol	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180

TABLE 5.4 – Type de seuil de dérivation : non étanche – Liste des canaux

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Prat	Hérault	Gard	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101
Canal de Prat pialoux	Arre	Gard	Section 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6 p. 108
Canal du Cambon	Hérault	Gard	Section 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7 p. 114
Canal de l'Agal	Vidourle	Gard	Section 4.2.4 p. 34 et annexe 11.1.8 p. 121
Canal de Caudiès	Boulzane	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11 p. 135
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155
Canal de la Prades	Sègre	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17 p. 173

TABLE 5.5 – Type de seuil de dérivation : étanche – Liste des canaux

5.2 Exutoire de restitution du débit réservé

Le note technique de BARIL, COURRET et FAURE, 2014 donne dans son introduction réglementaire quelques indications sur l'exutoire de restitution du débit réservé :

> Le débit minimal à restituer au Tronçon Court-Circuité (TCC) peut être réparti dans plusieurs dispositifs. Ces dispositifs peuvent être soit des dispositifs spécifiques de restitution du débit minimal, soit des dispositifs de franchissement (exutoire de dévalaison, passe à poissons, passe à canoës kayaks). Le débit minimal peut être modulé en fonction de la saison et avoir donc plusieurs valeurs, nécessitant des dispositifs de restitution modulables permettant le réglage du débit minimal selon la période de l'année.

L'exutoire destiné à contrôler le débit réservé peut se placer dans le seuil dérivation ou peut être déporté à l'aval de la prise d'eau du canal à condition que le TCC ne dépasse pas quelques dizaines de mètres (BARIL, 2014).

Dans l'idéal, l'exutoire du débit réservé idéal répond à deux objectifs : garantir que le débit réservé est restitué et limiter le débit restitué au débit réservé, tout surplus étant une perte potentielle pour le canal d'irrigation.

Pour répondre au premier objectif, le dispositif aura une largeur relativement faible, afin de pouvoir mesurer des variations de niveau d'eau sensibles sur de faibles variations de débits.

Pour répondre au second objectif, il faudra que le débit restitué lorsqu'il atteint le débit réservé soit peu sensible aux variations de hauteurs d'eau influencées par les variations de débit amont. Les ouvrages de type orifice ou vanne de fond seront plus efficaces sur ce point que le seuil ou échancrure. Et l'efficacité sera d'autant plus grande que l'orifice ou la vanne de fond seront profonds (BARIL, COURRET et FAURE, 2014).

Comme exposé à la section 2.2, la cote du radier du dispositif de restitution doit idéalement être placée sous la cote du radier de la prise d'eau de façon à avoir un écoulement prioritaire dans le dispositif de restitution lors des étiages sévères.

Les différents types d'ouvrages utilisés pour la restitution du débit réservé et leur dimensionnement sont détaillés dans la note technique de BARIL, COURRET et FAURE, 2014. Nous ne décrirons ici que les types d'ouvrages rencontrés sur les canaux étudiés sachant que la majorité d'entre eux sont dépourvus de tels dispositifs.

5.2.1 Échancrure

Sur les canaux visités, le seul canal pourvu d'une échancrure est le canal du Prat-Pialoux dans le Gard (Figure 5.6).

5.2.2 Vanne de fond

La vanne de fond est généralement une vanne plate verticale appelée aussi vanne guillotine ou martelière.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Chaudol	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.2 p. 27 et annexe 11.1.1 p. 80
Canal du bourg	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.3 p. 28 et annexe 11.1.2 p. 86
Canal du Gion	Ravin du Gion	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.1 p. 27 et annexe 11.1.4 p. 95
Canal du Cambon	Hérault	Gard	Section 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7 p. 114
Canal de Callière	Valat de Callière	Lozère	Section 4.3.1 p. 34 et annexe 11.1.9 p. 126
Canal de Pratlong	Pomaret	Lozère	Section 4.3.2 p. 34 et annexe 11.1.10 p. 132
Canal du Bac de Joncet	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.4 p. 38 et annexe 11.1.14 p. 159
Canal de la Lliterà	Llitéra	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.7 p. 40 et annexe 11.1.15 p. 164
Canal du Mas Blanc	Rahur	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.3 p. 37 et annexe 11.1.16 p. 168
Canal de la Prades	Sègre	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17 p. 173
Canal d'Évol	Évol	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180

TABLE 5.6 – Exutoire débit réservé : aucun – Liste des canaux

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Prat pialoux	Arre	Gard	Section 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6 p. 108

TABLE 5.7 – Exutoire débit réservé : échancrure – Liste des canaux

Le seul canal étudié équipé d'une vanne située sur le seuil de dérivation pouvant servir pour la restitution du débit réservé est le canal de la plaine à Tour-de-France (P.-O.). Bien qu'idéalement située sur le seuil de dérivation, cette vanne était en position fermée le jour de notre passage (Figure 5.7).

FIGURE 5.6 – Échancrure dans le seuil de dérivation (Canal du Prat-Pialoux)

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de l'Agal	Vidourle	Gard	Section 4.2.4 p. 34 et annexe 11.1.8 p. 121

TABLE 5.8 – Exutoire débit réservé : exutoire de décharge – Liste des canaux

D'autres canaux sont pourvus d'une vanne de décharge située quelques mètres à l'aval de la prise. Sur tous les ouvrages visités ces vannes étaient en position fermée. En effet, bien qu'elles pourraient servir, en fonction de la configuration de la prise, d'ouvrage de restitution du débit réservé, ces vannes sont essentiellement utilisées comme vanne de vidange du canal pour une mise à sec en vue de son entretien.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148

TABLE 5.9 – Exutoire débit réservé : vanne de fond – Liste des canaux

5.2.3 Orifice ou ajutage

BARIL, COURRET et FAURE, 2014 donne une définition claire et précise des orifices et ajutages :

FIGURE 5.7 – Vanne de fond pouvant servir pour la restitution du débit réservé (Canal de la plaine)

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Moulin	Asse	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.4 p. 29 et annexe 11.1.3 p. 91
Canal de Prat	Hérault	Gard	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101
Canal de Caudiès	Boulzane	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11 p. 135
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155

TABLE 5.10 – Exutoire débit réservé : vanne de décharge – Liste des canaux

Les orifices ou ajutages consistent en des ouvertures complètement noyées à l'amont au travers desquelles l'eau s'écoule. On parle d'orifices lorsque que l'ouverture est aménagée dans une paroi mince et que la veine liquide n'est en contact qu'avec le bord intérieur (sans recoller au bord extérieur). On parle d'ajutages pour des ouvertures dont les parois sont prolongées sur une distance de 2-3 fois la longueur caractéristique de l'ouverture (diamètre, coté), ou bien une ouverture aménagée dans une paroi épaisse. Le prolongement par un ajutage peut être intérieur (rentrant), extérieur (sortant), ou les deux (Figure 10). Une paroi épaisse s'apparente à un ajutage extérieur. Les orifices ou ajutages sont le plus souvent aménagés dans des

éléments du barrage de faible épaisseur, en particulier dans des vannes. Ils sont généralement circulaires, parfois carrés ou rectangulaires.

La canal du Prat (Gard) et le seul canal de l'étude a présenté un orifice ou ajutage. Dans le cas de ce canal, il s'agit d'un ajutage constitué d'une buse traversant la paroi du seuil (Figure 5.8).

FIGURE 5.8 – Orifice dans le seuil de dérivation du Canal du Prat (Crédit photo : Emmanuel Delagarrigue)

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Prat	Hérault	Gard	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101

TABLE 5.11 – Exutoire débit réservé : orifice – Liste des canaux

5.3 Ouvrage de régulation du débit prélevé

Pour réguler le débit prélevé, la prise d'eau devra être équipée d'une ouvrage de régulation permettant de limiter ce débit. Si l'ouvrage de régulation se situe au droit du seuil, l'excédent d'eau est évacué par dessus le seuil de dérivation. Si l'ouvrage de régulation est situé plus à l'aval sur le canal, la canal est alors pourvu d'un organe de décharge généralement composé d'un seuil plus ou moins large et éventuellement réglable en hauteur via un batardeau.

Quelque soit le seuil utilisé pour évacuer l'excédent d'eau (seuil de dérivation ou seuil de décharge), il est opportun que ce seuil soit suffisamment large de façon à limiter les variations de niveau d'eau à l'amont de la vanne et éviter ainsi que le débit prélevé dépasse le droit d'eau du canal.

Les différents dispositifs rencontrés sur les canaux étudiés sont décrits ci-dessous.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Chaudol	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.2 p. 27 et annexe 11.1.1 p. 80
Canal de Prat pialoux	Arre	Gard	Section 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6 p. 108
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148
Canal de la Lliterà	Llitéra	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.7 p. 40 et annexe 11.1.15 p. 164

TABLE 5.12 – Régulation du débit prélevé : aucune – Liste des canaux

5.3.1 Vanne de prise en tête de canal

Plusieurs canaux étaient équipés de martelières en tête de canal, La Figure 5.9 montre la vanne de prise du canal de Caudiès (P.-O.), l'imposante vanne du canal de Branche Ancienne (P.-O.) ou encore la petite vanne du canal de Gion (Alpes-de-Haute-Provence) dont l'ouverture est maintenue par une cordelette.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Gion	Ravin du Gion	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.1 p. 27 et annexe 11.1.4 p. 95
Canal de Prat	Hérault	Gard	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101
Canal de Caudiès	Boulzane	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11 p. 135
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155

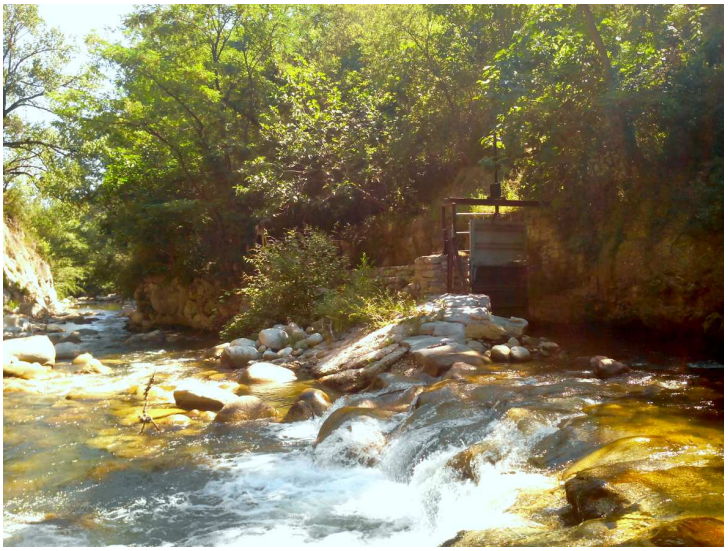
TABLE 5.13 – Régulation du débit prélevé : vanne en tête de canal – Liste des canaux

5.3.2 Vanne à l'aval avec déversoir de décharge

Sur les cours d'eau soumis à des crues violentes, l'organe de régulation du débit prélevé peut difficilement être placé au niveau du seuil de régulation. La prise d'eau au niveau du seuil prélève donc plus d'eau que nécessaire et le canal régule le prélèvement plus à l'aval à l'aide d'une vanne associée à un déversoir de décharge qui restitue l'excédent d'eau au cours d'eau.

Le débit de l'excédent d'eau rejeté par le déversoir entraîne une variation du niveau d'eau à l'amont de la vanne qui régule le débit finalement prélevé par le canal. Cette variation du

(a) Canal de Caudiès (P.-O.)



(b) Canal de Branche Ancienne (P.-O.)

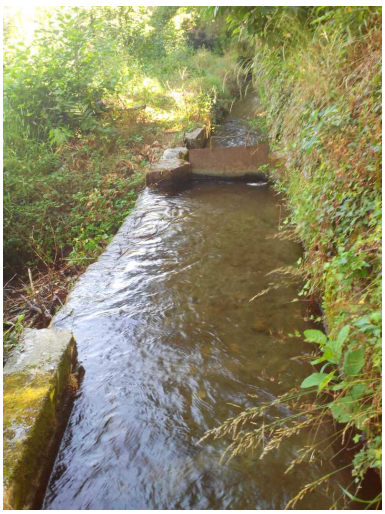
(c) Canal de Gion (Alpes-de-Haute-Provence)

FIGURE 5.9 – Photos de vannes de prise en tête de canal

niveau d'eau entraîne à son tour une variation du débit prélevé. Pour avoir une régulation efficace, le déversoir de décharge devra être suffisamment large pour que les variations du débit rejeté n'entraînent que de faibles variations de hauteur d'eau et ainsi limiter l'impact sur le débit prélevé.

Sur le canal de Joncet (P.-O.), les creusements successifs du lit de la Têt ont déporté progressivement la prise d'eau du canal vers l'amont. L'ouvrage de régulation (Figure 5.10a) se situe désormais après un TCC de 250 mètres. La largeur imposante du déversoir de décharge permet de limiter efficacement les variations de hauteurs d'eau et donc les variations de débit prélevé.

Sur le canal de l'Évol (P.-O.), le seuil de décharge bien que peu large se révèle très efficace pour limiter le débit entrant dans le canal (Figure 5.10b). Ceci est dû au fait que l'ouverture de la vanne régulant le débit prélevé et très petite par rapport à la hauteur d'eau à l'amont de la vanne ((5,3 cm d'ouverture contre 29,5 cm de hauteur d'eau).



(a) Canal du Bac de Joncet (P.-O.)

(b) Canal de l'Évol (P.-O.)

FIGURE 5.10 – Photos de vannes associées à un déversoir de décharge

5.3.3 Buse

Sur certains canaux avec des berges soumises à l'érosion ou à des glissements de terrain, la prise d'eau est équipée d'une buse protégeant le canal de l'obstruction. On peut par exemple en observer une sur le canal de l'Évol dans les Pyrénées-Orientales (Figure 5.11.

Bien que la vocation première de la buse n'est pas de réguler le débit, la réduction de la section de l'écoulement et la mise en charge possible de la buse peuvent être un moyen de limiter le débit prélevé par le canal.

5.3.4 Déversoir de décharge

Certains canaux sont équipés d'un seuil comme le canal de Cambon (Gard) ou encore d'un exutoire façonné dans les galets comme le canal de Saint-Hippolyte (Gard) non associé à une vanne en entrée de canal (Figure 5.12). Dans le cas du canal de Cambon, le fonctionnement est le même que les prises vues au Paragraphe 5.3.2 à la différence près que l'absence de vanne à l'aval du déversoir rend plus difficile la maîtrise du débit conservé dans le canal.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Moulin	Asse	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.4 p. 29 et annexe 11.1.3 p. 91
Canal de Callière	Valat de Callière	Lozère	Section 4.3.1 p. 34 et annexe 11.1.9 p. 126
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155
Canal du Bac de Joncet	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.4 p. 38 et annexe 11.1.14 p. 159
Canal d'Évol	Évol	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180

TABLE 5.14 – Régulation du débit prélevé : vanne aval avec déversoir de décharge – Liste des canaux

(a) Entrée de la buse

(b) Buse vue de l'aval

FIGURE 5.11 – Photos de la buse en entrée du canal de l'Évol (P.-O.)

Dans le cas du canal de l'Agal, comme on peut le voir sur la photographie Figure 5.12a, le partage des eaux entre l'ouverture de droite, prise d'eau du canal, et l'ouverture de gauche, décharge vers le cours d'eau, est réalisé par le façonnage des graviers situés dans le lit

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Mas Blanc	Rahur	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.3 p. 37 et annexe 11.1.16 p. 168
Canal de la Prades	Sègre	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17 p. 173
Canal d'Évol	Évol	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180

TABLE 5.15 – Régulation du débit prélevé : buse – Liste des canaux

de la prise d'eau. L'absence d'ouvrage fixe rend la régulation du débit prélevé par ce canal difficile.

(a) Canal Saint-Hippolyte (Gard)

(b) Canal de Cambon (Gard)

FIGURE 5.12 – Photos d'exutoire et de seuil de décharge

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Cambon	Hérault	Gard	Section 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7 p. 114
Canal de l'Agal	Vidourle	Gard	Section 4.2.4 p. 34 et annexe 11.1.8 p. 121

TABLE 5.16 – Régulation du débit prélevé : déversoir de décharge – Liste des canaux

5.3.5 Prise d'eau par en dessous

Le canal du bourg sur la Bléone est équipé d'une prise d'eau latérale constituée de deux seuils successifs placé en travers de l'écoulement de la rivière et recouverts d'une grille sous laquelle se trouve la prise d'eau (Figure 5.13). Ce type de prise d'eau est utilisé sur certains

barrages hydroélectriques de montagne est se nomme « prise d'eau par en dessous » ou encore « prise tyrolienne ».

Associer à une vanne sur la prise d'eau latérale, on se retrouve dans une configuration identique à une vanne située en tête de canal (Voir paragraphe 5.3.1) avec l'avantage d'avoir une vanne située en retrait du cours d'eau principal ce qui la protège des crues. L'inconvénient majeur concerne la maintenance de l'ouvrage, la grille s'obstruant facilement avec les débris transportés dans le cours d'eau (pierres, branchages...).

FIGURE 5.13 – Prise d'eau par en dessous du canal du bourg (04)

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du bourg	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.3 p. 28 et annexe 11.1.2 p. 86

TABLE 5.17 – Régulation du débit prélevé : prise d'eau par en dessous – Liste des canaux

5.3.6 Réservoir d'alimentation

Le canal de Pratlong en Lozère est alimenté par un réservoir d'alimentation qui, excepté des fuites diffuses, capte la totalité du cours d'eau. Il ne possède pas d'organe de régulation du débit prélevé à proprement parler mais le réservoir constitue en soi une régulation du volume prélevé. Car, une fois le réservoir rempli, la totalité du débit est restitué au cours d'eau. Le gestionnaire maîtrise parfaitement le volume d'eau prélevé par le canal car chaque « chasse » d'irrigation a un volume correspondant à celui contenu dans le réservoir au moment de la chasse. Ce mode de fonctionnement nécessite d'instituer un tour d'eau sur le ruisseau pour partager la ressource entre les préleveurs situés à l'amont et à l'aval de la prise d'eau.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Pratlong	Pomaret	Lozère	Section 4.3.2 p. 34 et annexe 11.1.10 p. 132

TABLE 5.18 – Régulation du débit prélevé : réservoir d'alimentation – Liste des canaux

6 Typologie des prises d'eau des canaux gravitaires du Sud de la France

Cette typologie s'appuie sur les objectifs évoqués au Section 1.3 page 12 selon lesquels le risque de non respect du débit réservé est à appréhender selon deux angles : l'aléa et la vulnérabilité. Pour compléter l'analyse, il est nécessaire d'ajouter un 3eaxe d'analyse qui est l'adaptabilité de la prise d'eau dans l'objectif de réduire sa vulnérabilité.

6.1 L'aléa hydrologique entraînant un risque de non respect du débit réservé

L'aléa peut se traduire ainsi : « Considérant le débit prélevable et le possible débit d'étiage, y-a-t-il un risque que le débit réservé ne soit pas respecté indépendamment de la configuration de la prise ? ». La réponse à cette question se révèle très difficile voire impossible à obtenir pour un certain nombre de sites, ceci pour trois raisons.

Tout d'abord, un premier constat est à établir : pour 10 canaux visités sur 18, nos interlocuteurs ne nous ont pas communiqué de module ou de débit réservé du cours d'eau au droit de la prise. Dans la plupart de ces cas, il semble que le débit réservé n'avait pas été fixé par l'administration et nos interlocuteurs n'ont pas su clairement nous dire si celui-ci allait être fixé et à quelle échéance.

Ensuite, même si le débit réservé est défini, l'absence d'un seuil de dérivation étanche (Voir Section 5.1.4 page 44) et d'un exutoire de restitution (Voir Section 5.2 page 48) rendent impossible localement l'évaluation du débit restitué au droit de la prise d'eau et donc l'estimation en continu de l'aléa. Le problème peut être résolu si la prise est aménagée pour recevoir ces équipements, mais toutes les prises d'eau ne sont pas aménageables notamment les prises dépourvues de seuil de dérivation.

La seconde raison des difficultés rencontrées à définir l'aléa est métrologique : la mesure ponctuelle et a fortiori en continue du débit restitué n'est pas fiable sur de nombreuses prises. Certains cours d'eau, comme la Bléone, ont un lit constitué d'une couche de galets plus ou moins importante où s'écoule sous la surface une part non négligeable du débit à l'étiage qui ressurgit au gré des dépôts causés par les crues. Localement, le débit mesurable en surface par les techniques de mesure du champ de vitesse des eaux de surface ne permet pas de mesurer la totalité du flux. Les méthodes de mesure par dilution d'un traceur (le plus commun et facile à utiliser étant le sel) ne sont pas forcément plus adaptées pour ce cas de figure car elles nécessitent une distance amont-aval suffisante entre l'injection et la mesure pour obtenir un « bon mélange » du traceur sans apport, ni perte, ni zone morte (Le Coz et al., 2011). Ces conditions seront difficilement réunies sur un cours d'eau en tresse avec une partie de l'écoulement s'effectuant dans un lit de galet.

N'ayant bénéficié que d'informations partielles ou peu fiables sur le régime hydrologique du cours d'eau, le débit prélevable et le débit réservé, il est difficile de baser une typologie sur ces critères. La seule information réellement utilisable sur ce point concerne les cours d'eau où le débit d'étiage est soutenu par un ouvrage à l'amont. C'est le cas des canaux situées sur la Têt (Canal du Bac de Joncet Section 4.4.4 p. 38 et canal de la branche ancienne Section 4.4.6 p. 40) dont un débit minimum est assuré par le barrage des Bouillouses. L'aléa d'étiage sévère étant fortement réduit, le contrôle du débit prélevé suffit à assurer le débit restitué.

6.2 La vulnérabilité liée à la configuration de la prise d'eau

Une prise d'eau vulnérable correspond à une prise d'eau où il est difficile d'assurer le débit minimum restitué à l'aval. Cette vulnérabilité est donc directement liée à la contrôlabilité de la prise d'eau définie au Chapitre 2 page 13. La contrôlabilité des prises d'eau des sites étudiés a été analysée (Voir Chapitre 4 page 26) et ces prises d'eau ont fait l'objet d'une typologie des trois organes de régulation qui peuvent la composer : Section 5.1 pour le seuil de dérivation, Section 5.2 pour l'exutoire de restitution du débit réservé et Section 5.3 pour l'ouvrage de régulation du débit prélevé.

Pour chaque organe de régulation constituant la prise d'eau, nous nous proposons de définir qualitativement un niveau de vulnérabilité qui rentrera ensuite en compte dans une estimation de globale de la vulnérabilité de la prise. Nous adoptons la codification suivante en fonction de la participation de l'organe de régulation à la vulnérabilité de la prise :

- $++$: l'organe de régulation participe fortement à la vulnérabilité de la prise ;
- $+$: l'organe de régulation participe à la vulnérabilité de la prise ;
- $\varnothing$: l'organe de régulation ne participe pas à la vulnérabilité de la prise ;
- $-$: l'organe de régulation réduit la vulnérabilité de la prise ;
- $--$: l'organe de régulation réduit fortement la vulnérabilité de la prise.

6.2.1 Vulnérabilité due au seuil de dérivation

L'absence de seuil ou la présence d'un seuil entravant partiellement le cours d'eau permettent de restituer une partie importante du débit. A ce titre, nous considérerons que ces types de dérivation réduisent la vulnérabilité de la prise d'eau. A l'inverse un seuil entravant totalement le cours d'eau participeront à l'augmentation de la vulnérabilité de la prise d'autant plus si le seuil est étanche ce qui permet potentiellement de dériver la totalité du débit.

Nature de l'organe de régulation	*Niveau de vulnérabilité*
sans seuil	$-$
partiel et non étanche	$-$
partiel et étanche	$-$
non étanche	$+$
étanche	$++$

TABLE 6.1 – Type de seuil de dérivation : niveau de vulnérabilité

6.2.2 Vulnérabilité due à l'exutoire de restitution

Très basiquement, la présence d'un exutoire, quelque soit sa nature, limite fortement la vulnérabilité de la prise et son absence a un impact majeur sur la vulnérabilité.

Nature de l'organe de régulation	*Niveau de vulnérabilité*
aucun	$++$
vanne de décharge	$--$
orifice	$--$
échancrure	$--$
exutoire de décharge	$--$
vanne de fond	$--$

TABLE 6.2 – Exutoire débit réservé : niveau de vulnérabilité

6.2.3 Vulnérabilité due à la régulation du débit prélevé

D'après le mode de fonctionnement du schéma type exposé au Section 2.2 page 14, l'ouvrage de régulation du débit prélevé n'intervient pas dans la restitution du débit réservé pour un débit du cours d'eau inférieur au débit réservé car aucun prélèvement n'est autorisé dans cette situation (cf. Section 2.2.2). Dans les faits, si la configuration de la prise d'eau permet des prélèvements pour un débit du cours d'eau inférieur au débit réservé, la présence d'un ouvrage de régulation qui sera a minima un système permettant de fermer la prise d'eau (vanne martelière, batardeaux...) permet, via une intervention humaine, de respecter le débit réservé. Pour des débits intermédiaires où un prélèvement inférieur au droit d'eau est possible (cf. Section 2.2.3, la présence d'un ouvrage de régulation à ouverture réglable permet aussi, via une intervention humaine, de respecter le débit réservé. A ce titre, nous considérerons que la présence d'un ouvrage de régulation permet de réduire la vulnérabilité de la prise et que son absence est un facteur très aggravant.

On considère que le réservoir d'alimentation (cf. Section 5.18 p. 59) participe à la vulnérabilité dans la mesure où il est justement conçu pour retenir la totalité du débit.

Nature de l'organe de régulation	*Niveau de vulnérabilité*
aucune	$++$
prise d'eau par en dessous	$-$
vanne aval avec déversoir de décharge	$-$
vanne en tête de canal	$-$
déversoir de décharge	$-$
réservoir d'alimentation	$+$
buse	$--$

TABLE 6.3 – Régulation du débit prélevé : niveau de vulnérabilité

6.2.4 Vulnérabilité due à la présence de plusieurs prises sur un seuil

Un 4^{e}élément qualitatif entre en ligne de compte dans l'estimation de la vulnérabilité d'une prise au non respect du débit réservé : la présence de plusieurs prises sur un même seuil.

Même si les prises sont gérées par la même entité, la présence de plusieurs prises induit une complexité hydraulique qui conduit à une vulnérabilité supplémentaire. La participation de la présence de plusieurs prise à la vulnérabilité est décrite dans le Tableau 6.4.

Nature de l'organe de régulation	*Niveau de vulnérabilité*
oui	$++$
non	$\varnothing$

TABLE 6.4 – Plusieurs prises sur le seuil : niveau de vulnérabilité

6.2.5 Vulnérabilité globale des prises des canaux visités

Les Tableaux 6.5, 6.6, 6.7, et 6.8 synthétisent les vulnérabilités des différents critères retenus pour les 18 sites visités classés par département.

Canal	*Cours d'eau*	*Type de seuil de dérivation*	*Exutoire débit réservé*	*Régulation du débit prélevé*	*Plusieurs prises sur le seuil*	*Références*
Canal de Chaudol	Bléone	$-$	$++$	$++$	$\varnothing$	Section 4.1.2 p. 27 et annexe 11.1.1 p. 80
Canal du bourg	Bléone	$-$	$++$	$-$	$\varnothing$	Section 4.1.3 p. 28 et annexe 11.1.2 p. 86
Canal du Moulin	Asse	$-$	$--$	$-$	$\varnothing$	Section 4.1.4 p. 29 et annexe 11.1.3 p. 91
Canal du Gion	Ravin du Gion	$+$	$++$	$-$	$\varnothing$	Section 4.1.1 p. 27 et annexe 11.1.4 p. 95

TABLE 6.5 – Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Alpes-de-Haute-Provence)

Canal	*Cours d'eau*	*Type de seuil de dérivation*	*Exutoire débit réservé*	*Régulation du débit prélevé*	*Plusieurs prises sur le seuil*	*Références*
Canal de Prat pialoux	Arre	$++$	$--$	$++$	$\varnothing$	Section 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6 p. 108
Canal du Cambon	Hérault	$++$	$++$	$-$	$\varnothing$	Section 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7 p. 114
Canal de Prat	Hérault	$++$	$--$	$-$	$++$	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101
Canal de l'Agal	Vidourle	$++$	$--$	$-$	$++$	Section 4.2.4 p. 34 et annexe 11.1.8 p. 121

TABLE 6.6 – Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Gard)

Canal	*Cours d'eau*	*Type de seuil de dérivation*	*Exutoire débit réservé*	*Régulation du débit prélevé*	*Plusieurs prises sur le seuil*	*Références*
Canal de Callière	Valat de Callière	+	++	−	∅	Section 4.3.1 p. 34 et annexe 11.1.9 p. 126
Canal de Pratlong	Pomaret	+	++	+	∅	Section 4.3.2 p. 34 et annexe 11.1.10 p. 132

TABLE 6.7 – Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Lozère)

Canal	*Cours d'eau*	*Type de seuil de dérivation*	*Exutoire débit réservé*	*Régulation du débit prélevé*	*Plusieurs prises sur le seuil*	*Références*
Canal de la Lliterà	Llitéra	+	++	++	∅	Section 4.4.7 p. 40 et annexe 11.1.15 p. 164
Canal de la plaine	Agly	++	−−	++	∅	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148
Canal de la Prades	Sègre	++	++	−−	∅	Section 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17 p. 173
Canal du Mas Blanc	Rahur	+	++	−−	∅	Section 4.4.3 p. 37 et annexe 11.1.16 p. 168
Canal d'Évol	Évol	+	++	−−	∅	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180
Canal du Bac de Joncet	Têt	−	++	−	∅	Section 4.4.4 p. 38 et annexe 11.1.14 p. 159
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	++	−−	−	∅	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155
Canal de Caudiès	Boulzane	++	−−	−	++	Section 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11 p. 135

TABLE 6.8 – Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Pyrénées-Orientales)

6.3 Adaptabilité de la prise pour le respect du débit réservé

Sur les 18 sites visités, seuls 8 sites sont équipés de seuils de dérivation étanches permettant de contrôler la totalité du débit transitant dans le cours d'eau (Voir Tableau 5.5 page 47). Parmi ceux-ci, 6 étaient pourvu d'un exutoire de restitution offrant la possibilité de vérifier qu'un débit minimum est restitué à l'étiage (Voir Tableau 6.9). Tous ces sites, bien que pourvus de tous les organes nécessaires, n'étaient pas correctement configurés pour garantir un débit restitué minimal à l'étiage. En effet, soit les ouvrages de restitution étaient fermés, soit les cotes de radier des prises étaient plus basses que celle de la restitution ce qui a pour effet que le flux est dirigé préférentiellement vers la prise si un étiage sévère se produit. Pour la plupart de ces sites, une ouverture calibrée de l'ouvrage de restitution existant et une surélévation de la cote de radier des prises, par exemple à l'aide d'un batardeau, permettrait de garantir le débit restitué au cours d'eau.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Prat	Hérault	Gard	Section 4.2.3 p. 32 et annexe 11.1.5 p. 101
Canal de Prat pialoux	Arre	Gard	Section 4.2.1 p. 31 et annexe 11.1.6 p. 108
Canal de l'Agal	Vidourle	Gard	Section 4.2.4 p. 34 et annexe 11.1.8 p. 121
Canal de Caudiès	Boulzane	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.1 p. 36 et annexe 11.1.11 p. 135
Canal de la plaine	Agly	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.8 p. 41 et annexe 11.1.12 p. 148
Canal de la branche ancienne de Prades	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.6 p. 40 et annexe 11.1.13 p. 155

TABLE 6.9 – Catégorie d'adaptabilité : seuil étanche avec exutoire – Liste des canaux

Toutes les prises pourvues d'un seuil étanche et dépourvues d'un exutoire de restitution (Tableau 6.10) peuvent être adaptées pour garantir le débit restitué. Pour ce faire, il faut y aménager un exutoire et calibrer les ouvrages de prise et de restitution conformément au modèle proposé Section 2.2.1 page 14.

Concernant les prises pourvues d'un seuil non étanche et d'un exutoire de restitution (Aucun site concerné dans l'étude), le contrôle du débit restitué sera dégradé par rapport à une prise ayant un seuil étanche. Si l'exutoire est calibré pour restitué correctement le débit réservé avant tout prélèvement, il sera effectivement restitué un débit supérieur étant donné les fuites non contrôlées sur le seuil et la capacité de prélèvement sera plus ou moins réduite compte tenu de l'importance de ces fuites.

Les prises pourvues d'un seuil non étanche et dépourvues d'un exutoire de restitution (Ta-

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Cambon	Hérault	Gard	Section 4.2.2 p. 32 et annexe 11.1.7 p. 114
Canal de la Prades	Sègre	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.2 p. 37 et annexe 11.1.17 p. 173

TABLE 6.10 – Catégorie d'adaptabilité : seuil étanche sans exutoire – Liste des canaux

bleau 6.11) peuvent être équipées, comme les prises pourvues d'un seuil étanche, d'un exutoire de restitution avec la limitation liée à la non étanchéité du seuil exposée dans la paragraphe précédent.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal du Gion	Ravin du Gion	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.1 p. 27 et annexe 11.1.4 p. 95
Canal de Callière	Valat de Callière	Lozère	Section 4.3.1 p. 34 et annexe 11.1.9 p. 126
Canal de Pratlong	Pomaret	Lozère	Section 4.3.2 p. 34 et annexe 11.1.10 p. 132
Canal de la Lliterà	Llitéra	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.7 p. 40 et annexe 11.1.15 p. 164
Canal du Mas Blanc	Rahur	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.3 p. 37 et annexe 11.1.16 p. 168
Canal d'Évol	Évol	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.5 p. 39 et annexe 11.1.18 p. 180

TABLE 6.11 – Catégorie d'adaptabilité : seuil non étanche sans exutoire – Liste des canaux

Les prises dépourvues de seuil ou pourvues d'un seuil partiel (Tableau 6.12 ne permettent pas un contrôle précis du débit restitué. Si on cale la cote de radier de la prise de façon à ce qu'aucun prélèvement ne soit effectué au deçà du niveau d'eau correspondant au débit réservé, on peut effectivement faire en sorte qu'aucun prélèvement n'ait lieu lorsque le débit du cours d'eau est inférieur au débit réservé. Mais, en l'absence de possibilité d'aménager un exutoire du débit restitué permettant de limiter ce dernier, il devient très difficile de prélever la part de débit prélevable au delà du débit réservé. De plus, l'absence de seuil est, dans tous les cas étudiés, une conséquence d'un lit de cours d'eau non stabilisé comme on a pu le voir sur les prises situées sur l'Asse (Section 4.1.4), la Têt (Section 4.4.4) ou la Bléone (Sections 4.1.3 et 4.1.2). Il est donc illusoire de vouloir fixer une cote de radier de prise qui sera remise en cause à chaque crue modifiant le lit du cours d'eau.

Canal	*Cours d'eau*	*Département*	*Références*
Canal de Chaudol	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.2 p. 27 et annexe 11.1.1 p. 80
Canal du bourg	Bléone	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.3 p. 28 et annexe 11.1.2 p. 86
Canal du Moulin	Asse	Alpes-de-Haute-Provence	Section 4.1.4 p. 29 et annexe 11.1.3 p. 91
Canal du Bac de Joncet	Têt	Pyrénées-Orientales	Section 4.4.4 p. 38 et annexe 11.1.14 p. 159

TABLE 6.12 – Catégorie d'adaptabilité : sans seuil – Liste des canaux

7 Conclusion et suite de l'action MADRID

La régulation des débits prélevés par les canaux gravitaires liée à l'obligation de respecter la restitution du débit réservé dont le seuil a été doublé dans la loi sur l'eau de 2006 (passage d'une valeur minimale de 1/40^{e} du module dans la loi de 1984, à une valeur minimale de 1/20^{e} du module dans le cas d'une modulation autour de 1/10^{e} du module dans la loi de 2006) constitue des enjeux difficiles à maîtriser techniquement pour les gestionnaires des innombrables petites structures présentes sur le pourtour méditerranéen (220 ASA présentes pour le seul département des Pyrénées-Orientales en 2017 d'après la préfecture). L'action MADRID de la convention de recherche AFB-Irstea 2016-2018 propose une méthodologie d'aménagement des prises d'eau pour aider ses petites structures à faire face à ces obligations.

La première phase de cette action propose un inventaire et une typologie des prises d'eau existantes sous le prisme d'un aménagement type permettant de garantir sans intervention humaine le respect du débit réservé et une optimisation du débit prélevable (Chapitre 2). 18 prises d'eau ont été visités dans 4 départements permettant d'avoir un panel étendu des configurations possibles. Ces visites ont fait l'objet de relevés d'information et de mesures selon la méthodologie développée au Chapitre 3.

Les mesures effectuées devaient permettre de modéliser la répartition des débits prélevés et restitués en fonction du débit du cours d'eau. Ces modélisations n'ont pas pu être totalement achevées à cause de la complexité hydraulique et numérique que pose la résolution du calcul de répartition des débits sur certains sites.

L'analyse des sites d'étude au Chapitre 4 débouche sur un inventaire des organes de régulation de la prise d'eau (Chapitre 5) qui décline pour les trois organes que sont le seuil de dérivation, l'exutoire de restitution du débit réservé et l'ouvrage de régulation du débit prélevé, une description des différents ouvrages rencontrés sur les sites d'étude et une analyse de leur efficacité au regard de leur rôle respectif.

La typologie proposée au Chapitre 6 est ensuite basée sur deux critères :

- la vulnérabilité de la prise étant donné sa configuration hydraulique ;
- l'adaptabilité de la prise pour réduire le risque de non respect du débit réservé.

Comme nous l'avons vu dans la Section 6.1 relative à l'aléa hydrologique, le contrôle local du débit restitué peut être impossible pour certains cours d'eau. Ces sites, également identifiés comme ne pouvant faire l'objet d'une adaptation leur permettant de faire face à l'obligation de moyen et de résultat (c'est-à-dire la mise en place d'un exutoire de restitution permettant de contrôler le respect du débit réservé) sont aussi des sites relativement peu vulnérables étant donné l'absence de seuil de dérivation et la fraction réduite du débit prélevé qui en découle. Cependant, pour des étiages sévères devant entraîner des restrictions contrôlées des prélèvements, la seule solution envisageable est une gestion concertée au niveau du bassin via un plan de gestion d'étiage. Pour être techniquement efficace, ce plan nécessite l'existence d'au moins une station hydrométrique fiable à l'aval des prélèvements et une

connaissance des débits prélevés afin d'organiser les restrictions de prélèvement en vue de respecter les débits d'étiage de référence.

D'une façon générale, les sites les plus vulnérables sont ceux pourvus d'un seuil de dérivation barrant totalement l'écoulement du cours d'eau. Mais, parallèlement, un tel seuil de dérivation étant une condition nécessaire pour pouvoir mettre en place un contrôle du débit restitué, ce sont ces sites qui ont l'adaptabilité la plus élevée pour réduire les risques de non respect du débit réservé.

Concernant la suite de l'action MADRID, deux sites ont été sélectionnés : le canal du Gion sur le Ravin du Gion dans les Alpes-de-Hautes-Provence et le canal de Caudiès sur la Boulzane dans les Pyrénées-Orientales. Ces deux sites feront d'abord l'objet d'une campagne de mesures de débit en continu sur une saison d'irrigation afin de déterminer la distribution des débits prélevés et restitués sur un cycle hydrologique complet. Suite à cette campagne, des aménagements seront mis au point et testés sur une nouvelle campagne, ceci afin d'avoir une idée de l'efficacité des dispositifs proposés. Ces exemples serviront de support pour l'élaboration d'une méthodologie d'aménagement des prises d'eau des canaux d'irrigation gravitaire.

8 Sigles et abbréviations

ADV Accoustic Doppler Velocimeter 19

ASA Association Syndicale Autorisée 4

TCC Tronçon Court-Circuité 48

9 Bibliographie

ARDEPI (2009). *Mesure des débits et volumes dérivés par les canaux gravitaires*. Rapp. tech. \url{http ://www.ardepi.fr/fileadmin/images_ardepi/Fiches_EF/Fiches_en_pdf/12Mesure_-debits.pdf}. Aix-en-Provence : Association Régionale pour la maîtrise des irrigations, p. 6. URL : http://www.ardepi.fr/fileadmin/images_ardepi/Fiches_EF/Fiches_en_pdf/12Mesure_debits.pdf.

BARIL, D. (2014). *Débit minimal : Règlementation et conception des dispositifs de restitution*. Montpellier.

BARIL, D., D. COURRET et B. FAURE (2014). *Note technique sur la conception des dispositifs de restitution du débit minimal*. Note technique. ONEMA, p. 23. URL : http://www.onema.fr/IMG/pdf/Note-Technique-Dispositifs-Restitution-Debit-Minimal-2014-01-20-f.pdf.

BOS, M. G. (1985). *Long-Throated Flumes and Broad-Crested Weirs*. en. Springer Science & Business Media. ISBN : 978-94-009-6225-5.

BOUVARD, M. (1953). « Débit d'une grille par en dessous ». In : *La Houille Blanche* 2, p. 290–291. ISSN : 0018-6368, 1958-5551. DOI : 10.1051/lhb/1953027. URL : http://www.shf-lhb.org/10.1051/lhb/1953027 (visité le 01/03/2017).

IRSTEA (2017). *Transformation d'une section de données en largeur-cote - SIC^2 : Logiciel de Simulation Intégrée des Canaux et de leur Contrôle*. Documentation logiciel. URL : http://sic.g-eau.net/transformation-d-une-section-de (visité le 10/02/2017).

JAMESON, A. H. (1925). « The Venturi flume and the effect of contractions in open channels ». In : *Transactions of the Institution of Water Engineers*, p. 19–32.

LE COZ, J. et al. (2011). *Contrôle des débits réglementaires. Application de l'article L.214-18 du code de l'environnement*. Guides techniques de la police de l'eau.

MEDDTL (2011). *Circulaire du 5 juillet 2011 relative à l'application de l'article L. 214-18 du code de l'environnement sur les débits réservés à maintenir en cours d'eau*. Circulaire ministérielle. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. URL : http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2011/07/cir_33531.pdf (visité le 08/02/2017).

ROUSSET, P. (2003). « La régulation des réseaux d'irrigation gravitaire ». In : *Colloque Automatique et Agronomie*. Montpellier : INRA, p. 13. URL : http://www.canal-de-provence.com/Portals/0/files/pdf/Publications/2003/Janvier_2003/La_regulation_des_reseaux_d_irrigation_gravitaire.pdf (visité le 07/10/2013).

STARR, C. (1969). « Social benefit versus technological risk ». In : *Readings in Risk*, p. 183–194. URL : https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=lQSOAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA183&ots=i9roXsNiPW&sig=tPHbeUZfdbWemX8R9wWdYrBmme0 (visité le 08/02/2017).

TEBOUL, E. (1995). « Influence de la régulation dans les canaux sur la rentabilité d'un réseau d'irrigation. Exemple d'application sur un projet pilote de 6 100 ha en INDONESIE ». In : *La Houille Blanche* 4, p. 88–95. URL : http://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/1995/03/lhb1995039.pdf (visité le 09/02/2017).

10 Tables des illustrations

10.1 Table des figures

1.1 Valeurs caractéristiques des étiages naturels sur 74 stations réparties dans différentes régions de France (Extrait de la circulaire du 5 juillet 2011) . . . 11

2.1 Échelle limnimétrique (Canal de la plaine) . . . 14
2.2 Schéma type d'aménagement d'un dispositif de restitution du débit minimal (Extrait de BARIL, 2014) . . . 15
2.3 Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit inférieur au débit réservé . . . 16
2.4 Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit intermédiaire . . . 16
2.5 Schéma de fonctionnement d'un aménagement type pour un débit supérieur à la somme du débit réservé et du droit d'eau . . . 17

3.1 Exemple de plan de prise d'eau : le Canal de Prat (Gard) . . . 20
3.2 Photo d'un opérateur utilisant l'ADV pour mesurer le débit d'un canal . . . 21
3.3 Photo du théodolite utilisé pour les relevés . . . 21
3.4 Exemple de synoptique des débits : Canal d'Évol (P.-O.) . . . 21
3.5 Exemple de Profil en travers du seuil de dérivation : Canal du Cambon (Gard) 22
3.6 Exemple de profils en travers du canal : Canal d'Évol (P.-O.) . . . 22
3.7 Exemple de relevé des dimensions d'un ouvrage de régulation : Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux . . . 22
3.8 Les différents régimes hydrauliques d'un canal à surface libre . . . 23
3.9 Photo représentant différents régimes hydrauliques (Canal du Mas blanc, P.-O.) . . . 23
3.10 Exemple de résultat du calage de la courbe de tarage du seuil de dérivation du canal de Caudiès (P.-O.) . . . 25

4.1 Carte de répartition des sites visités par département . . . 26
4.2 Photo de la prise d'eau du canal de Gion . . . 27
4.3 Photo de la prise d'eau Canal de Chaudol . . . 28
4.4 Photo de la prise d'eau « par en-dessous » du canal du bourg sur la Bléone 29
4.5 Photo de la prise d'eau Canal du Moulin : batardeau et vanne de vidange 30
4.6 Photo de la prise d'eau Canal du Moulin : vanne à l'entrée du canal . . . 30
4.7 Plan de la prise d'eau Canal de Prat pialoux ©IGN . . . 31
4.8 Photo de la prise d'eau Canal de Cambon . . . 32
4.9 Plan de la prise d'eau Canal de Prat ©IGN . . . 33
4.10 Photo de la prise d'eau Canal de l'Agal . . . 33
4.11 Plan de la prise d'eau Canal de Pratlong ©IGN . . . 35

4.12 Plan de la prise d'eau Canal de Caudiès . . . 36
4.13 Photos du canal de la Prades . . . 37
4.14 Photo du seuil de dérivation du canal du Mas Blanc (vue de la prise d'eau) 38
4.15 Photo de la prise d'eau du canal du Bac de Joncet . . . 38
4.16 Photo du déversoir de décharge et de la vanne de régulation du débit prélevé par le canal situés plus de 250 m en aval de la prise d'eau (vue depuis l'amont) . . . 39
4.17 Photo du dispositif de régulation du débit prélevé du canal d'Évol . . . 40
4.18 Photo de la prise d'eau du canal de la Lliterà . . . 41
4.19 Photo du seuil de dérivation du canal de la plaine (vue depuis le canal) . . . 41
4.20 Photo de la vanne de restitution du débit réservé du canal de la plaine . . . 41

5.1 Photo d'une prise d'eau sans seuil (Canal de Joncet) . . . 43
5.2 Plan d'une prise d'eau sur une rivière en tresse (Canal de Chaudol) ©IGN 45
5.3 Photo d'un seuil non étanche (Canal de Chaudol) . . . 46
5.4 Photo d'un seuil partiellement étanche (Canal de la Lliterà) . . . 46
5.5 Photos de seuils maçonnés étanches . . . 46
5.6 Échancrure dans le seuil de dérivation (Canal du Prat-Pialoux) . . . 50
5.7 Vanne de fond pouvant servir pour la restitution du débit réservé (Canal de la plaine) . . . 51
5.8 Orifice dans le seuil de dérivation du Canal du Prat (Crédit photo : Emmanuel Delagarrigue) . . . 52
5.9 Photos de vannes de prise en tête de canal . . . 54
5.10 Photos de vannes associées à un déversoir de décharge . . . 55
5.11 Photos de la buse en entrée du canal de l'Évol (P.-O.) . . . 56
5.12 Photos d'exutoire et de seuil de décharge . . . 57
5.13 Prise d'eau par en dessous du canal du bourg (04) . . . 58

11.1 Plan de la prise d'eau Canal de Chaudol ©IGN . . . 81
11.2 Photo du seuil de dérivation du canal de Chaudol (vue de la prise d'eau) . 82
11.3 Photo du canal de Chaudol (vue de l'amont) . . . 82
11.4 Synoptique des débits Canal de Chaudol . . . 83
11.5 Profils en travers . . . 84
11.6 Profils en travers . . . 85
11.7 Plan de la prise d'eau Canal du bourg ©IGN . . . 87
11.8 Photo de la prise d'eau le long du seuil . . . 87
11.9 Photo du canal d'amené (vue aval) . . . 88
11.10 Synoptique des débits Canal du bourg . . . 88
11.11 Profils en travers . . . 89
11.12 Profils en travers . . . 90
11.13 Plan de la prise d'eau Canal du Moulin ©IGN . . . 92
11.14 Photo de la vanne de controle de débit dans le canal ainsi que de la vanne de controle du débit reservé (vue de l'amont) . . . 92
11.15 Photo du canal d'amené (vue aval) . . . 93
11.16 Synoptique des débits Canal du Moulin . . . 93
11.17 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau . . . 94
11.18 Coupe transversale de la vanne de décharge . . . 94
11.19 Coupe transversale du batardeau (bois) . . . 94
11.20 Plan de la prise d'eau Canal du Gion ©IGN . . . 96
11.21 Photo du seuil de dérivation du canal de Gion (vue de la rive droite) . . . 97
11.22 Photos du canal et de la prise d'eau sur le canal de Gion (vue de l'amont) 97

11.23 Synoptique des débits Canal du Gion 98
11.24 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau 98
11.25 Profils en travers 99
11.26 Profils en travers 100
11.27 Plan de la prise d'eau Canal de Prat ©IGN 102
11.28 Photo du seuil de dérivation du canal du Prat (vue de la rive gauche) . . . 103
11.29 Photo du canal du Prat (vue aval) 103
11.30 Photo des prelevements par pompage dans le canal ou dans l'herault directement 103
11.31 Synoptique des débits Canal de Prat 104
11.32 Coupe transversale de l'orifice de restitution du débit réservé dans le seuil de dérivation 105
11.33 Profils en travers (Canal de Prat) 106
11.34 Profils en travers (Canal de Prat) 107
11.35 Profils en travers (Rive gauche) 107
11.36 Plan de la prise d'eau Canal de Prat pialoux ©IGN 109
11.37 Photo du seuil de dérivation du canal du Prat Pialoux (vue de la prise d'eau) 110
11.38 Photo du canal du Prat Pialoux (vue de la prise d'eau) 110
11.39 Photo de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux et de l'échancrure pour le débit réservé (vue de l'amont) 110
11.40 Synoptique des débits Canal de Prat pialoux 111
11.41 Profil transversal du seuil de dérivation Canal de Prat pialoux 111
11.42 Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de Prat pialoux 112
11.43 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux 112
11.44 Profils en travers 113
11.45 Plan de la prise d'eau Canal du Cambon ©IGN 115
11.46 Photo du seuil de dérivation du canal du bac de cambon (vue depuis la prise d'eau) 116
11.47 Photo du canal de cambon (vue aval) 116
11.48 Photo de la vanne de décharge du canal et de l'arrière de la prise d'eau du canal de cambon 116
11.49 Photo de la prise d'eau du canal de cambon 116
11.50 Synoptique des débits Canal du Cambon 117
11.51 Profil transversal du seuil de dérivation Canal du Cambon 117
11.52 Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal du Cambon 118
11.53 Coupe transversale de l'orifice de prise d'eau du canal Cambon 118
11.54 Profils en travers 119
11.55 Profils en travers 120
11.56 Plan de la prise d'eau Canal de l'Agal ©IGN 122
11.57 Photo du seuil de dérivation du canal de saint Hippolyte (vue depuis la prise d'eau) 123
11.58 Photo de la prise d'eau du canal de saint Hippolyte 123
11.59 Photo du canal de saint hippolyte 123
11.60 Synoptique des débits Canal de l'Agal 124
11.61 Profils en travers 125
11.62 Plan de la prise d'eau Canal de Callière ©IGN 127
11.63 Photo du seuil de dérivation du canal de Callière (vue de la prise d'eau) . 128
11.64 Photo de la vanne de controle du canal de Callière (vue amont) 128
11.65 Photo du canal de Callière) 128
11.66 Synoptique des débits Canal de Callière 129

11.67 Coupe transversale de l'orifice de la prise d'eau . . . 129
11.68 Coupe transversale de la vanne martelière située à l'aval dans le canal . . 130
11.69 Profils en travers . . . 131
11.70 Plan de la prise d'eau Canal de Pratlong ©IGN . . . 133
11.71 Photo du bassin d'alimentation du canal de Pratlong . . . 133
11.72 Photo de la bonde d'alimentation du canal de Pratlong . . . 134
11.73 Photo du canal de Pratlong (vue de la digue du réservoir) . . . 134
11.74 Synoptique des débits Canal de Pratlong . . . 134
11.75 Plan de la prise d'eau Canal de Caudiès ©IGN . . . 136
11.76 Schéma et photographies des canaux de Caudiès . . . 137
11.77 Synoptique des débits Canal de Caudiès . . . 138
11.78 Profil transversal du seuil de dérivation Canal de Caudiès . . . 138
11.79 Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de Caudiès . . . 139
11.80 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du roi . . . 139
11.81 Coupe transversale de la vanne de décharge du canal du roi . . . 140
11.82 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal rive droite . . . 140
11.83 Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal rive gauche . . 141
11.84 Coupe transversale de la buse située à l'aval de la prise d'eau du canal rive gauche . . . 141
11.85 Profils en travers (Canal du roi) . . . 142
11.86 Profils en travers (Canal du roi) . . . 143
11.87 Profils en travers (Canal du roi) . . . 144
11.88 Profils en travers (Canal rive droite) . . . 145
11.89 Profils en travers (Canal rive gauche) . . . 146
11.90 Profils en travers (Canal rive gauche) . . . 147
11.91 Plan de la prise d'eau Canal de la plaine ©IGN . . . 149
11.92 Photo du seuil de dérivation du canal de la plaine (vue depuis le canal) . . 149
11.93 Photo de la vanne de restitution du débit réservé du canal de la plaine . . 149
11.94 Photo du canal de la plaine (vue de la prise d'eau) . . . 150
11.95 Photo de la première vanne de vidange du canal de la plaine (vue depuis l'amont) . . . 150
11.96 Photo de l'échelle limnimétrique du canal de la plaine . . . 150
11.97 Photo du canal de la plaine à l'aval de l'échelle limnimétrique . . . 150
11.98 Synoptique des débits Canal de la plaine . . . 151
11.99 Profil transversal du seuil de dérivation Canal de la plaine . . . 151
11.100 Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de la plaine . . . 152
11.101 Profils en travers . . . 153
11.102 Profils en travers . . . 154
11.103 Plan de la prise d'eau Canal de la branche ancienne de Prades ©IGN . . 156
11.104 Photo du seuil de dérivation du canal de branche ancienne (vue depuis la rive droite) . . . 157
11.105 Photo du canal de branche ancienne (vue amont) . . . 157
11.106 Photo de la prise d'eau du canal de branche ancienne (vue aval) . . . 157
11.107 Synoptique des débits Canal de la branche ancienne de Prades . . . 158
11.108 Plan de la prise d'eau Canal du Bac de Joncet ©IGN . . . 160
11.109 Photo du canal du bac de joncet (vue aval) . . . 161
11.110 Photo du canal d'amené du canal du bac de joncet (vue aval) . . . 161
11.111 Photo de la vanne de décharge du canal du bac de joncet située quelques dizaines de mètres en aval de la prise d'eau . . . 161

11.112 Photo du seuil de décharge et de la vanne de régulation du débit prélevé par le canal situés plus de 250 m en aval de la prise d'eau (vue amont) . . 161
11.113 Synoptique des débits Canal du Bac de Joncet 162
11.114 Profils en travers 163
11.115 Plan de la prise d'eau Canal de la lliterà ©IGN 165
11.116 Photo du seuil de dérivation du canal de la lliteria (vue amont) 166
11.117 Photo du canal de l'Évol et de la prise d'eau du canal (vue amont) 166
11.118 Synoptique des débits Canal de la Lliterà 167
11.119 Profils en travers 167
11.120 Plan de la prise d'eau Canal du Mas Blanc ©IGN 169
11.121 Photo du seuil de dérivation du canal du Mas Blanc (vue de la prise d'eau) 170
11.122 Photo du canal du Mas blanc et du passage en souterrain de celui ci . . . 170
11.123 Synoptique des débits Canal du Mas Blanc 171
11.124 Coupe transversale de la buse présente dans le canal du Mas Blanc . . . 171
11.125 Profils en travers 172
11.126 Plan de la prise d'eau Canal de la Prades ©IGN 174
11.127 Photo du seuil du canal de la prades (vue aval) 175
11.128 Photo du canal de la prades (vue aval) 175
11.129 Photo de l'échancrure en rive gauche du cours d'eau 175
11.130 Photo de l'amont de la buse après l'échancrure 175
11.131 Synoptique des débits Canal de la Prades 176
11.132 Profil transversal du seuil de dérivation Canal de la Prades 176
11.133 Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de la Prades 177
11.134 Coupe transversale de la buse en entrée du canal de la Prades 177
11.135 Profils en travers 178
11.136 Profils en travers 179
11.137 Plan de la prise d'eau Canal d'Évol ©IGN 181
11.138 Photo du seuil de dérivation du canal de l'Évol (vue de la prise d'eau) . . . 182
11.139 Photo du canal d'Évol (vue depuis le dispositif de régulation du débit prélevé) 182
11.140 Photo de la buse de la prise d'eau du canal de l'Évol et du dispositif de régulation du débit prélevé (vue de l'amont) 183
11.141 Synoptique des débits Canal d'Évol 183
11.142 Coupe transversale de la buse en entrée du canal d'Évol 184
11.143 Coupe transversale de la vanne de régulation du débit prélevé du canal d'Évol 184
11.144 Coupe transversale du déversoir de décharge du canal d'Évol 185
11.145 Profils en travers 186
11.146 Illustration de la terminologie employée pour le calcul du débit à travers un seuil non noyé de profil quelconque (extrait de Bos, 1985) 187
11.147 Exemple de profil transversal de seuil en abscisse-cote (Canal de l'Agal) . 189
11.148 Représentation de la transformation d'un profil de section en largeur-cote (Extrait de Irstea, 2017) 190

10.2 Liste des tableaux

3.1 Liste des canaux où a été calculée une courbe de tarage sur le seuil de dérivation 25

5.1 Type de seuil de dérivation : sans seuil – Liste des canaux 44
5.2 Type de seuil de dérivation : partiel et étanche – Liste des canaux 44
5.3 Type de seuil de dérivation : partiel et non étanche – Liste des canaux . . . 44
5.4 Type de seuil de dérivation : non étanche – Liste des canaux 47
5.5 Type de seuil de dérivation : étanche – Liste des canaux 47
5.6 Exutoire débit réservé : aucun – Liste des canaux 49
5.7 Exutoire débit réservé : échancrure – Liste des canaux 49
5.8 Exutoire débit réservé : exutoire de décharge – Liste des canaux 50
5.9 Exutoire débit réservé : vanne de fond – Liste des canaux 50
5.10 Exutoire débit réservé : vanne de décharge – Liste des canaux 51
5.11 Exutoire débit réservé : orifice – Liste des canaux 52
5.12 Régulation du débit prélevé : aucune – Liste des canaux 53
5.13 Régulation du débit prélevé : vanne en tête de canal – Liste des canaux . . 53
5.14 Régulation du débit prélevé : vanne aval avec déversoir de décharge – Liste des canaux 56
5.15 Régulation du débit prélevé : buse – Liste des canaux 57
5.16 Régulation du débit prélevé : déversoir de décharge – Liste des canaux . . 57
5.17 Régulation du débit prélevé : prise d'eau par en dessous – Liste des canaux 58
5.18 Régulation du débit prélevé : réservoir d'alimentation – Liste des canaux . . 59

6.1 Type de seuil de dérivation : niveau de vulnérabilité 61
6.2 Exutoire débit réservé : niveau de vulnérabilité 62
6.3 Régulation du débit prélevé : niveau de vulnérabilité 62
6.4 Plusieurs prises sur le seuil : niveau de vulnérabilité 63
6.5 Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Alpes-de-Haute-Provence) 64
6.6 Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Gard) 64
6.7 Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Lozère) 65
6.8 Estimation de la vulnérabilité des prises : liste des canaux (Pyrénées-Orientales) 65
6.9 Catégorie d'adaptabilité : seuil étanche avec exutoire – Liste des canaux . . 66
6.10 Catégorie d'adaptabilité : seuil étanche sans exutoire – Liste des canaux . . 67
6.11 Catégorie d'adaptabilité : seuil non étanche sans exutoire – Liste des canaux 67
6.12 Catégorie d'adaptabilité : sans seuil – Liste des canaux 68

11.1 Résumé Canal de Chaudol 80
11.2 Résumé Canal du bourg 86
11.3 Résumé Canal du Moulin 91
11.4 Résumé Canal du Gion 95
11.5 Résumé Canal de Prat 101
11.6 Résumé Canal de Prat pialoux 108
11.7 Résumé Canal du Cambon 114
11.8 Résumé Canal de l'Agal 121
11.9 Résumé Canal de Callière 126
11.10 Résumé Canal de Pratlong 132
11.11 Résumé Canal de Caudiès 135
11.12 Résumé Canal de la plaine 148
11.13 Résumé Canal de la branche ancienne de Prades 155
11.14 Résumé Canal du Bac de Joncet 159
11.15 Résumé Canal de la Lliterà 164
11.16 Résumé Canal du Mas Blanc 168
11.17 Résumé Canal de la Prades 173

11.18 Résumé Canal d'Évol 180

11 Annexes

11.1 Rapports de visite des canaux

11.1.1 Canal de Chaudol sur la Bléone à Javie (Alpes-de-Haute-Provence)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.1.2 page 27.

11.1.1.1 Résumé

Département	Alpes-de-Haute-Provence
Cours d'eau	Bléone
Canal	Canal de Chaudol
Géolocalisation	décimal : x=44,169489 /y=6,364206
Parcelle cadastrale	Javie
Contact	Robert AUZET
Statut du contact	President
Date de visite	23 août 2016
Droit d'eau (L/s)	150
Surface irriguée (ha)	80 ha
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	2590 l/s
Qr (L/s)	260 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	amas de pierres sur un bras de rivière
Type de seuil de dérivation	partiel et non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	aucune
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	sans seuil

TABLE 11.1 – Résumé Canal de Chaudol

11.1.1.2 Plan de la prise d'eau

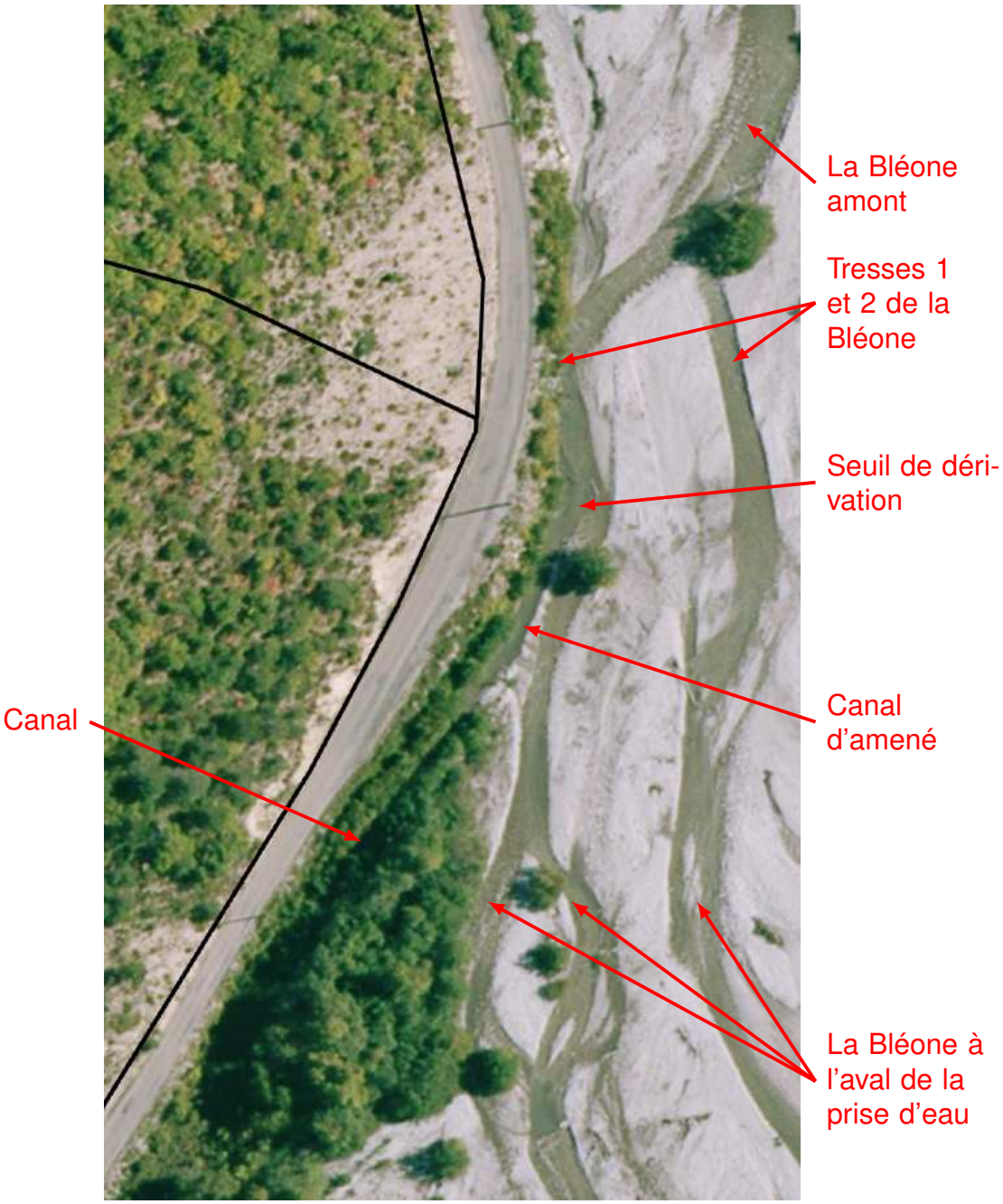


FIGURE 11.1 – Plan de la prise d'eau Canal de Chaudol ©IGN

11.1.1.3 Photographies

FIGURE 11.2 – Photo du seuil de dérivation du canal de Chaudol (vue de la prise d'eau)

FIGURE 11.3 – Photo du canal de Chaudol (vue de l'amont)

11.1.1.4 Synoptique des débits

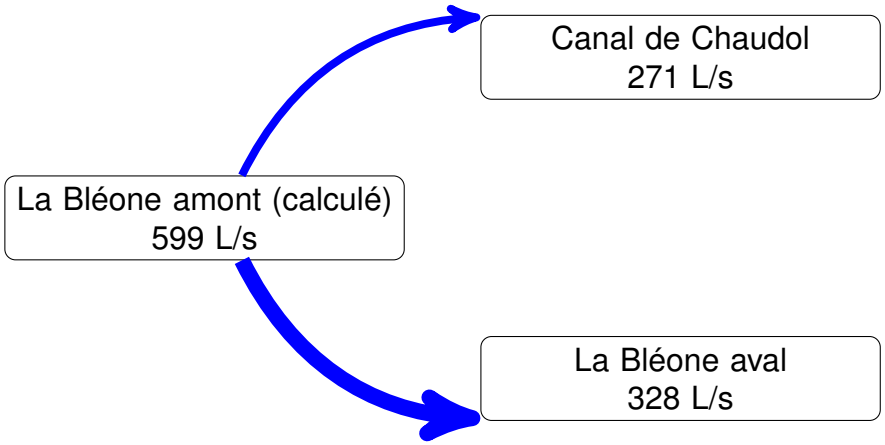
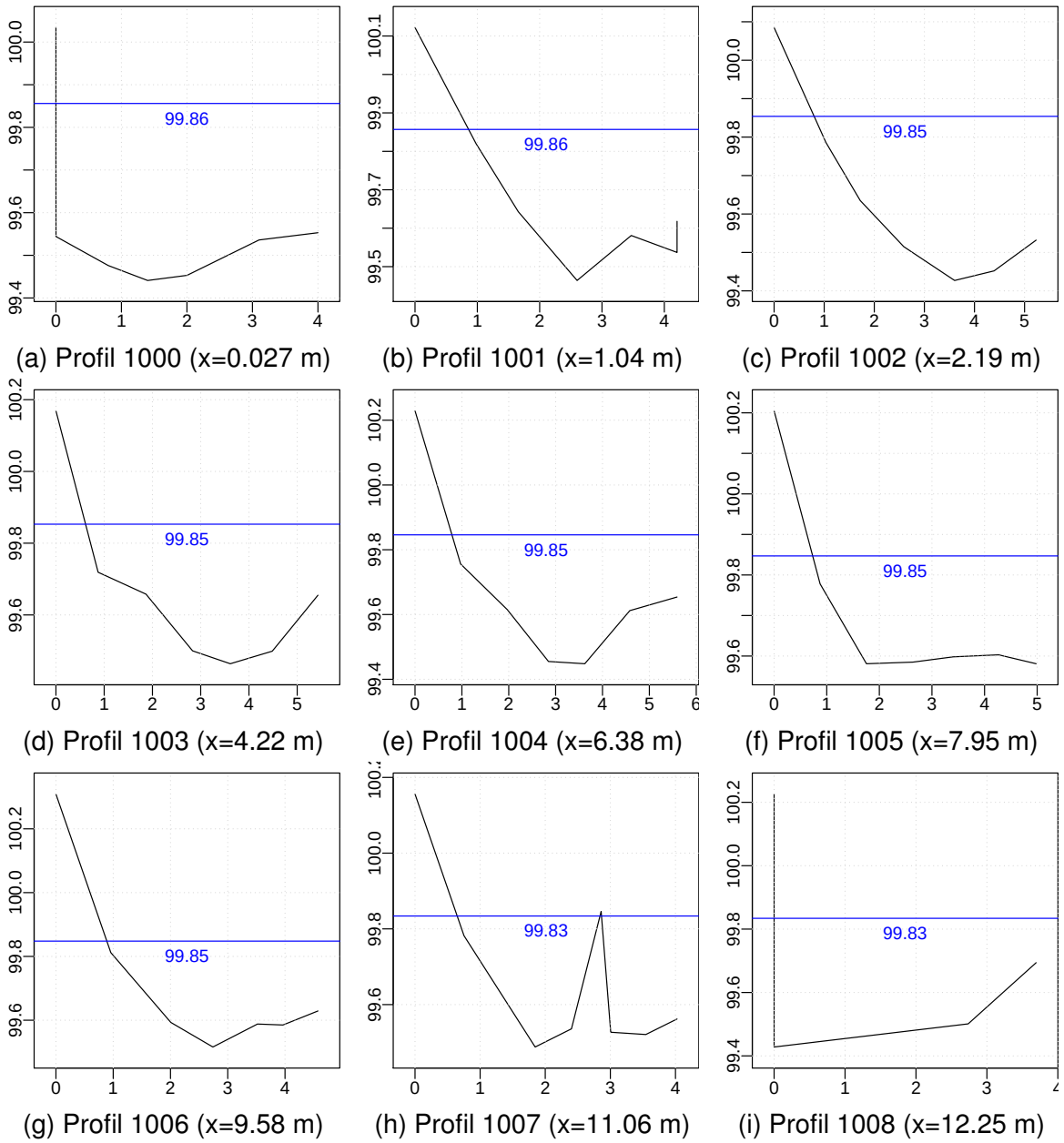


FIGURE 11.4 – Synoptique des débits Canal de Chaudol

11.1.1.5 Géométrie de la prise d'eau

La prise d'eau de ce canal n'est pas pourvue d'ouvrage de régulation.

11.1.1.6 Géométrie du canal

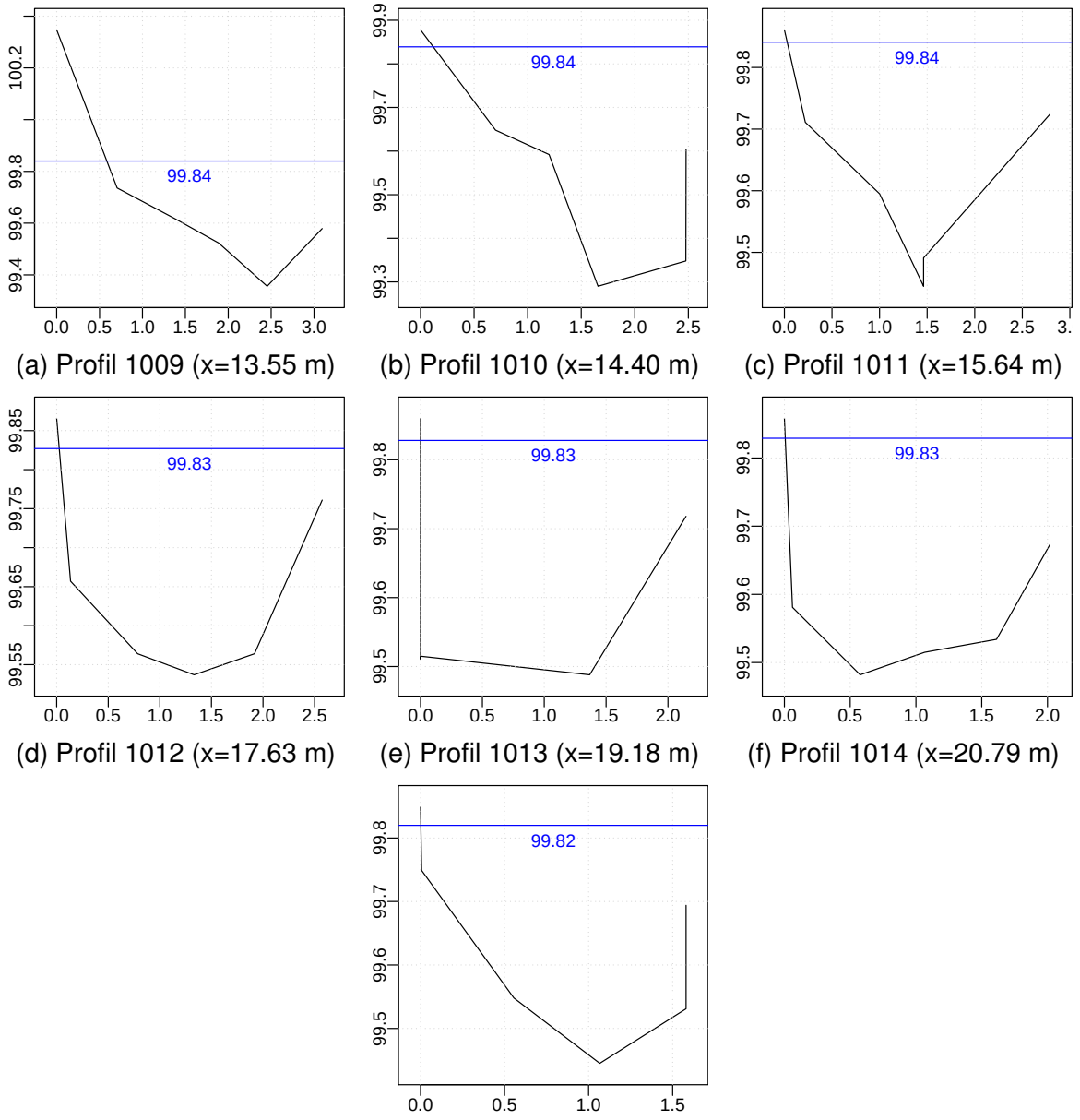


(a) Profil 1000 (x=0.027 m) (b) Profil 1001 (x=1.04 m) (c) Profil 1002 (x=2.19 m)

(d) Profil 1003 (x=4.22 m) (e) Profil 1004 (x=6.38 m) (f) Profil 1005 (x=7.95 m)

(g) Profil 1006 (x=9.58 m) (h) Profil 1007 (x=11.06 m) (i) Profil 1008 (x=12.25 m)

FIGURE 11.5 – Profils en travers



(a) Profil 1009 (x=13.55 m) (b) Profil 1010 (x=14.40 m) (c) Profil 1011 (x=15.64 m)

(d) Profil 1012 (x=17.63 m) (e) Profil 1013 (x=19.18 m) (f) Profil 1014 (x=20.79 m)

(g) Profil 1015 (x=22.18 m)

FIGURE 11.6 – Profils en travers

11.1.2 Canal du bourg sur la Bléone à Marcoux (Alpes-de-Haute-Provence)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.1.3 page 28.

11.1.2.1 Résumé

Département	Alpes-de-Haute-Provence
Cours d'eau	Bléone
Canal	Canal du bourg
Géolocalisation	décimal : x=44,167028 /y=6,295903
Parcelle cadastrale	Marcoux
Contact	André Guieu
Statut du contact	Président
Date de visite	23 août 2016
Droit d'eau (L/s)	370
Surface irriguée (ha)	137 ha
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	2590 l/s
Qr (L/s)	260 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné sur un bras de rivière
Type de seuil de dérivation	partiel et étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	prise d'eau par en dessous
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	sans seuil

TABLE 11.2 – Résumé Canal du bourg

11.1.2.2 Plan de la prise d'eau

FIGURE 11.7 – Plan de la prise d'eau Canal du bourg ©IGN

11.1.2.3 Photographies

(a) Vanne prise d'eau

(b) Seuil associé à la prise d'eau

FIGURE 11.8 – Photo de la prise d'eau le long du seuil

FIGURE 11.9 – Photo du canal d'amené (vue aval)

11.1.2.4 Synoptique des débits

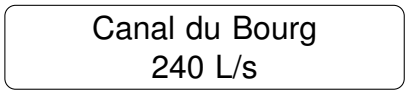
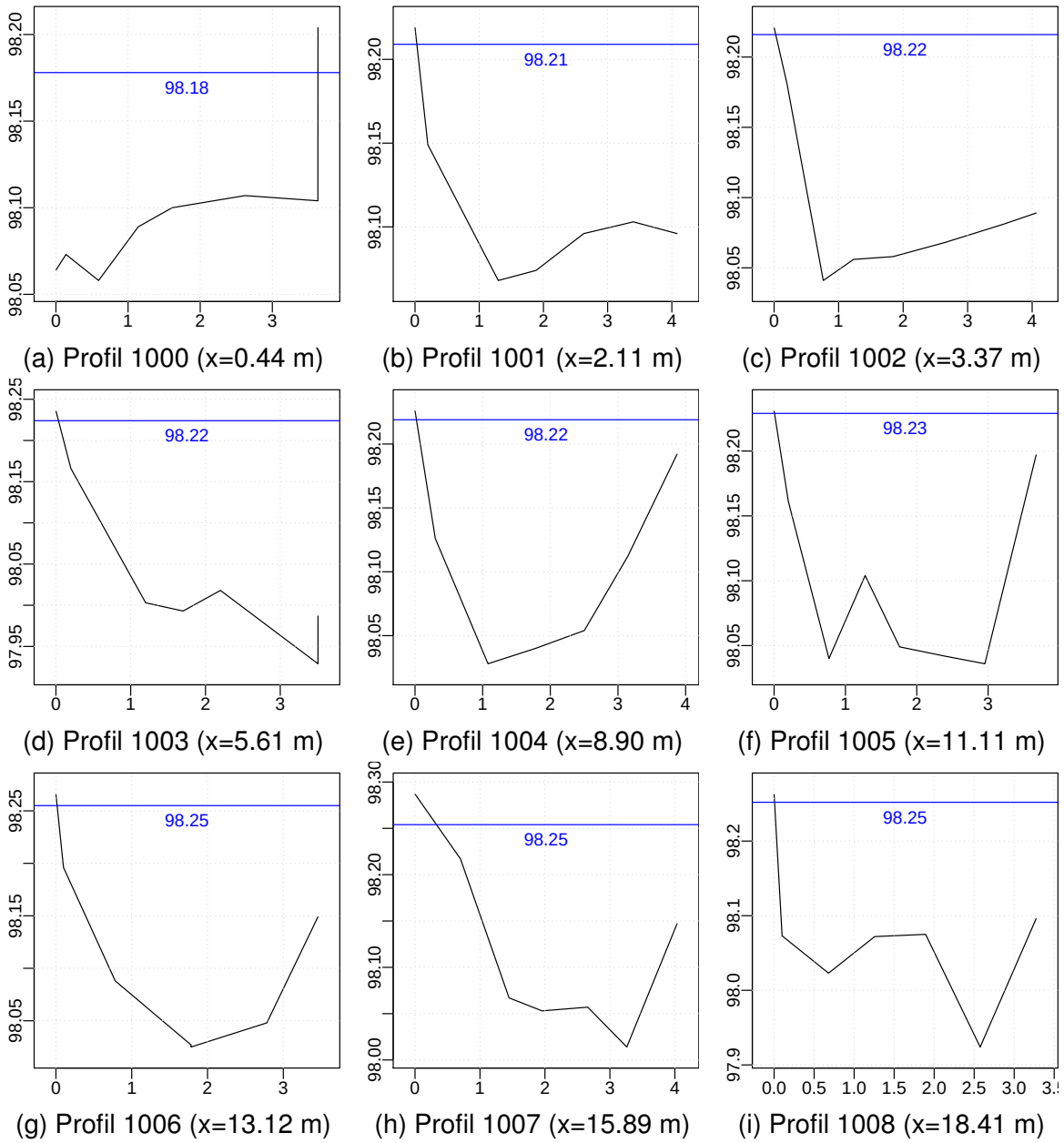


FIGURE 11.10 – Synoptique des débits Canal du bourg

11.1.2.5 Géométrie de la prise d'eau

La prise d'eau de ce canal n'est pas pourvue d'ouvrage de régulation.

11.1.2.6 Géométrie du canal

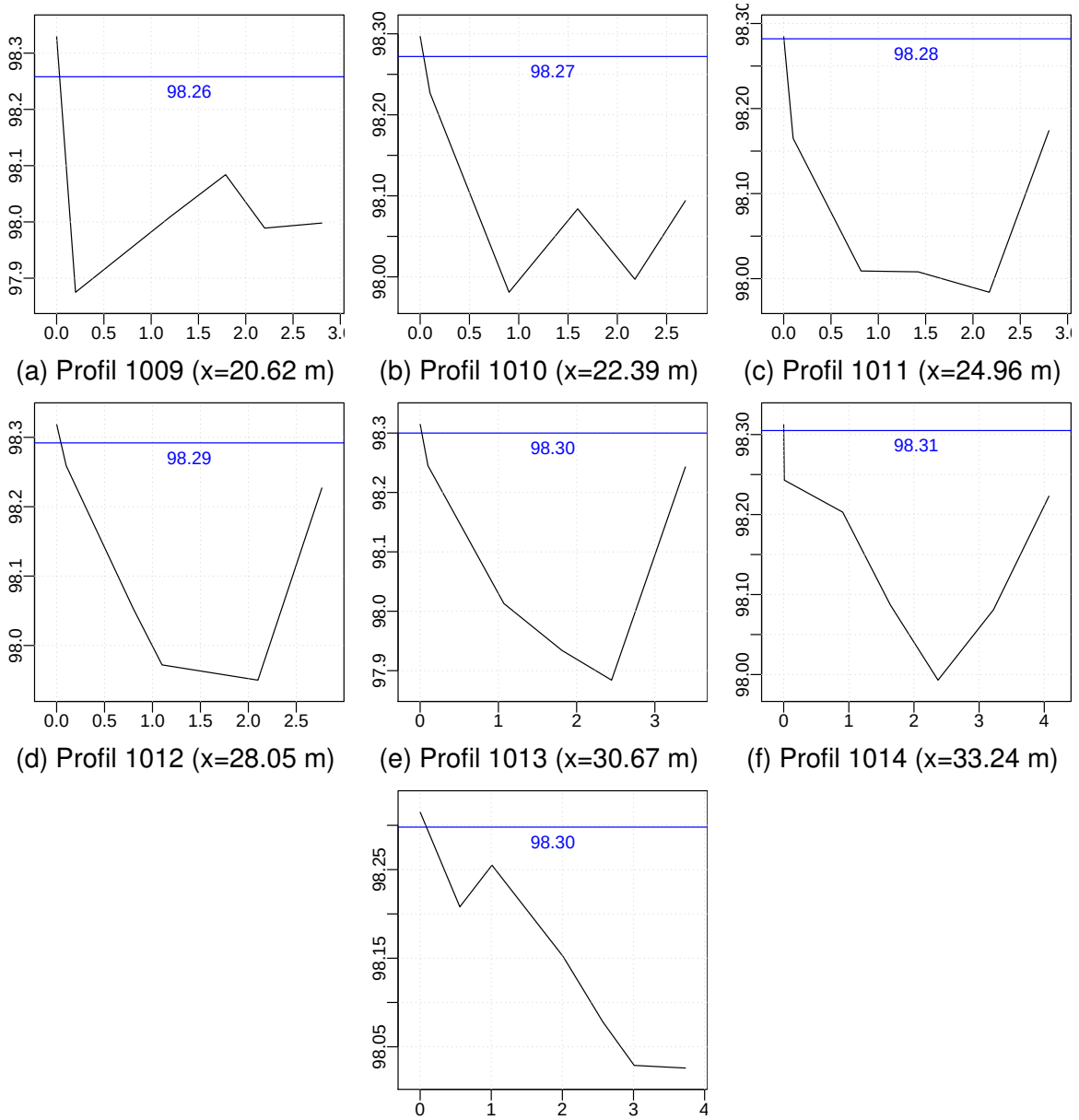


(a) Profil 1000 (x=0.44 m) (b) Profil 1001 (x=2.11 m) (c) Profil 1002 (x=3.37 m)

(d) Profil 1003 (x=5.61 m) (e) Profil 1004 (x=8.90 m) (f) Profil 1005 (x=11.11 m)

(g) Profil 1006 (x=13.12 m) (h) Profil 1007 (x=15.89 m) (i) Profil 1008 (x=18.41 m)

FIGURE 11.11 – Profils en travers



(a) Profil 1009 (x=20.62 m) (b) Profil 1010 (x=22.39 m) (c) Profil 1011 (x=24.96 m)

(d) Profil 1012 (x=28.05 m) (e) Profil 1013 (x=30.67 m) (f) Profil 1014 (x=33.24 m)

(g) Profil 1015 (x=35.24 m)

FIGURE 11.12 – Profils en travers

11.1.3 Canal du Moulin sur l'Asse à Mézel (Alpes-de-Haute-Provence)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.1.4 page 29.

11.1.3.1 Résumé

Département	Alpes-de-Haute-Provence
Cours d'eau	Asse
Canal	Canal du Moulin
Géolocalisation	décimal : x=44,012122 /y=6,222054
Parcelle cadastrale	Mézel
Contact	Jerôme Julien
Statut du contact	Président
Date de visite	24 août 2016
Droit d'eau (L/s)	45
Surface irriguée (ha)	10 ha
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	aucun
Type de seuil de dérivation	sans seuil
Exutoire débit réservé	vanne de décharge
Régulation du débit prélevé	vanne aval avec déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	sans seuil

TABLE 11.3 – Résumé Canal du Moulin

11.1.3.2 Plan de la prise d'eau

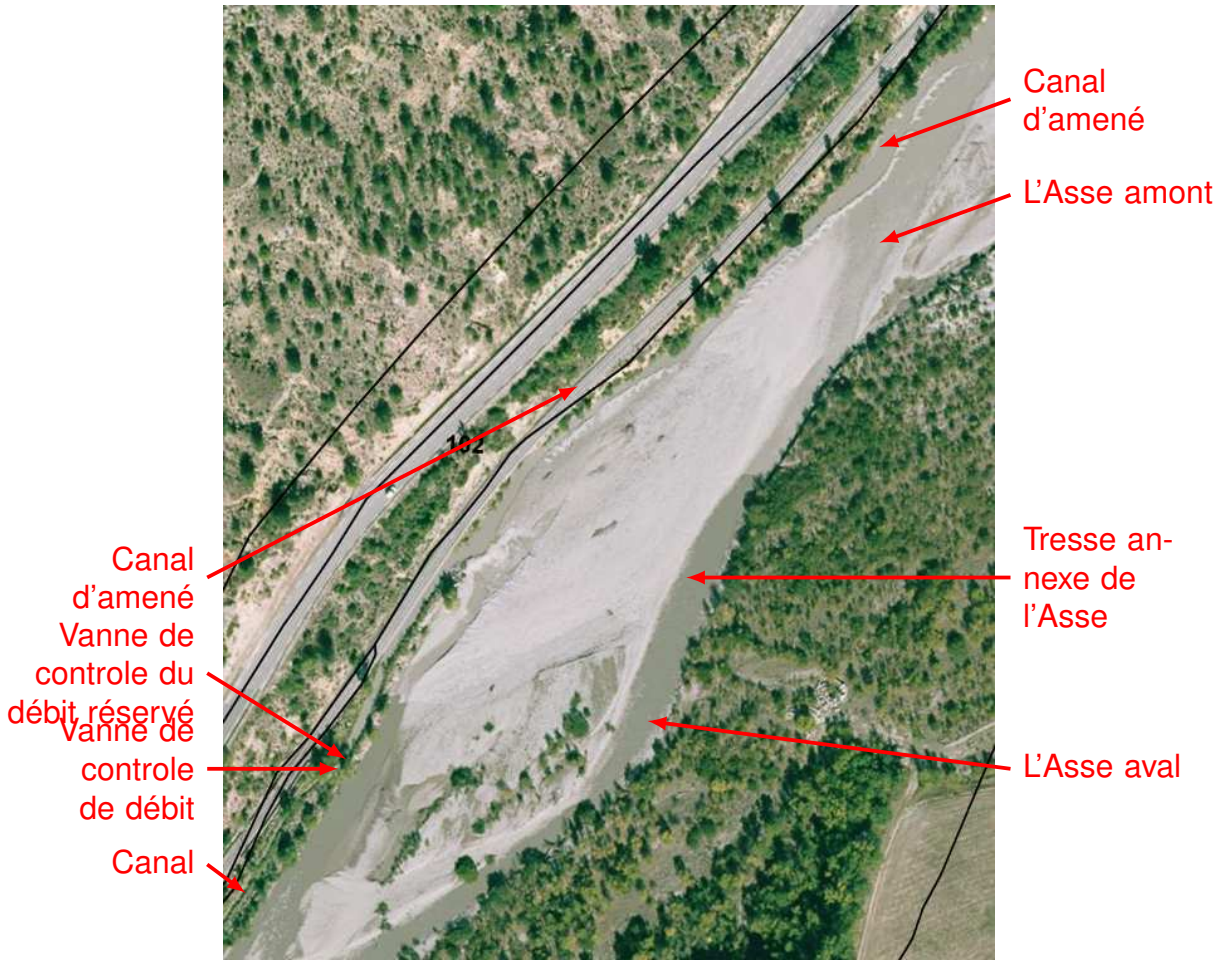


FIGURE 11.13 – Plan de la prise d'eau Canal du Moulin ©IGN

11.1.3.3 Photographies

(a) Vanne prise d'eau (vue aval)

(b) Vanne de controle de debit

FIGURE 11.14 – Photo de la vanne de controle de débit dans le canal ainsi que de la vanne de controle du débit reservé (vue de l'amont)

FIGURE 11.15 – Photo du canal d'amené (vue aval)

11.1.3.4 Synoptique des débits

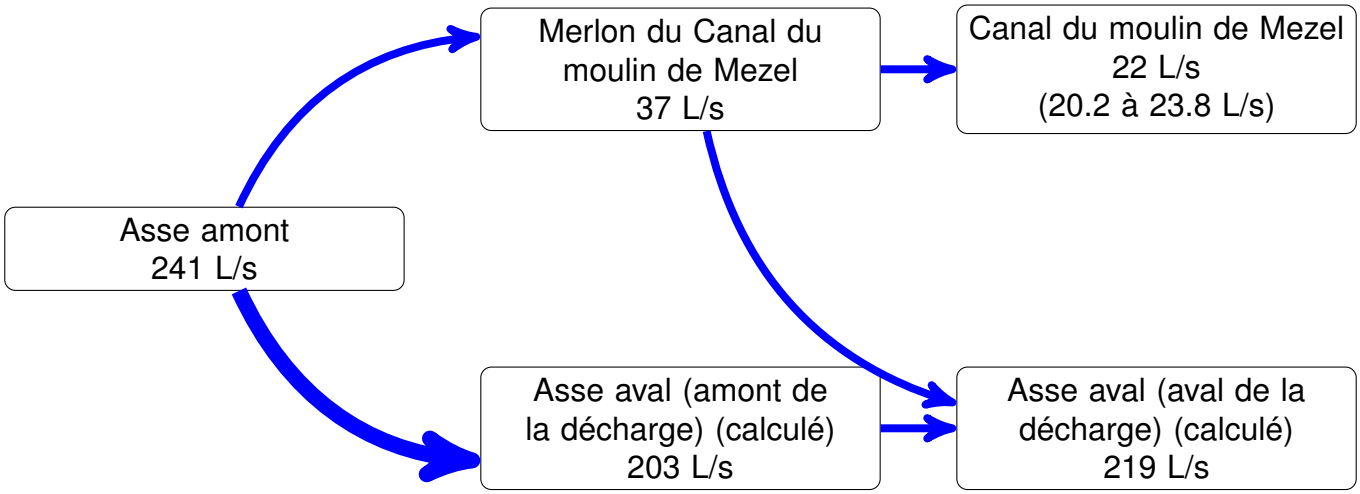


FIGURE 11.16 – Synoptique des débits Canal du Moulin

11.1.3.5 Géométrie de la prise d'eau

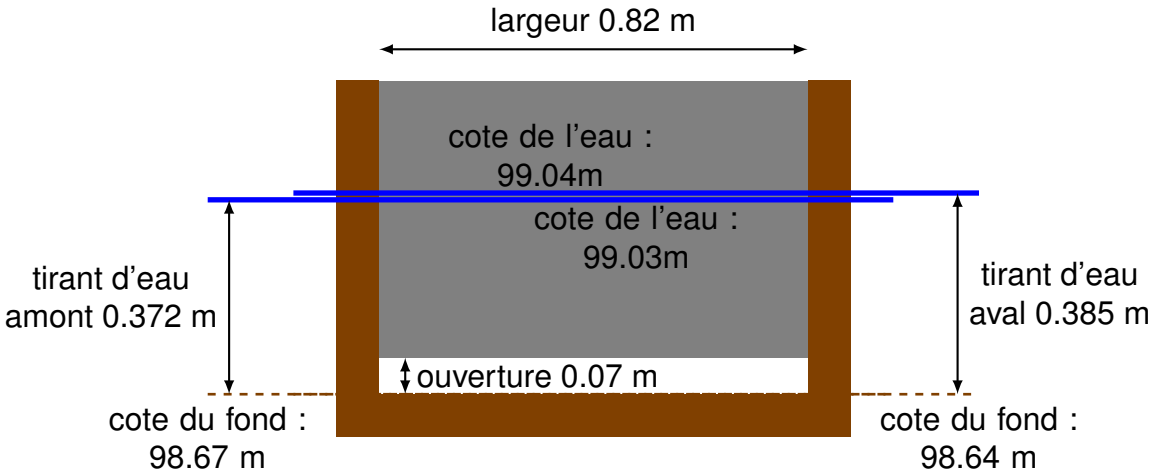


FIGURE 11.17 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau

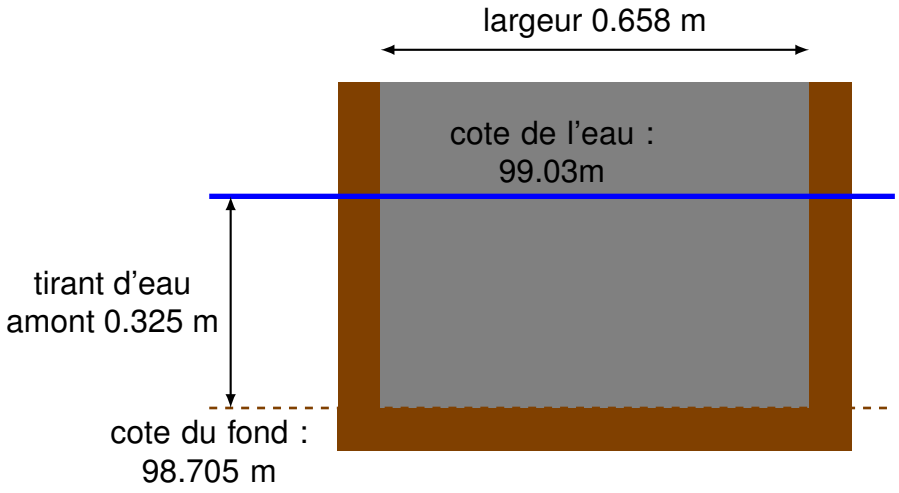


FIGURE 11.18 – Coupe transversale de la vanne de décharge

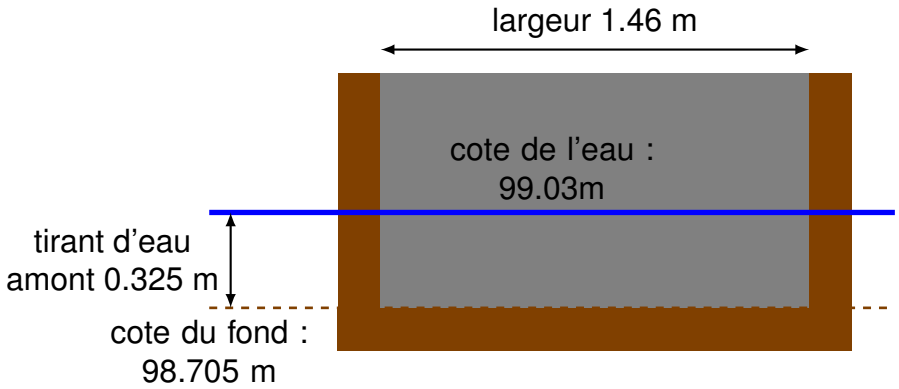


FIGURE 11.19 – Coupe transversale du batardeau (bois)

11.1.3.6 Géométrie du canal

11.1.4 Canal du Gion à Clumanc dans le ravin du Gion (Alpes-de-Haute-Provence)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.1.1 page 27.

11.1.4.1 Résumé

Département	Alpes-de-Haute-Provence
Cours d'eau	Ravin du Gion
Canal	Canal du Gion
Géolocalisation	décimal : x=44,010423 /y=6,407636
Parcelle cadastrale	Clumanc
Contact	Roger Mony
Statut du contact	Président
Date de visite	24 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	25 ha
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	amas de pierres bâché
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	vanne en tête de canal
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.4 – Résumé Canal du Gion

11.1.4.2 Plan de la prise d'eau

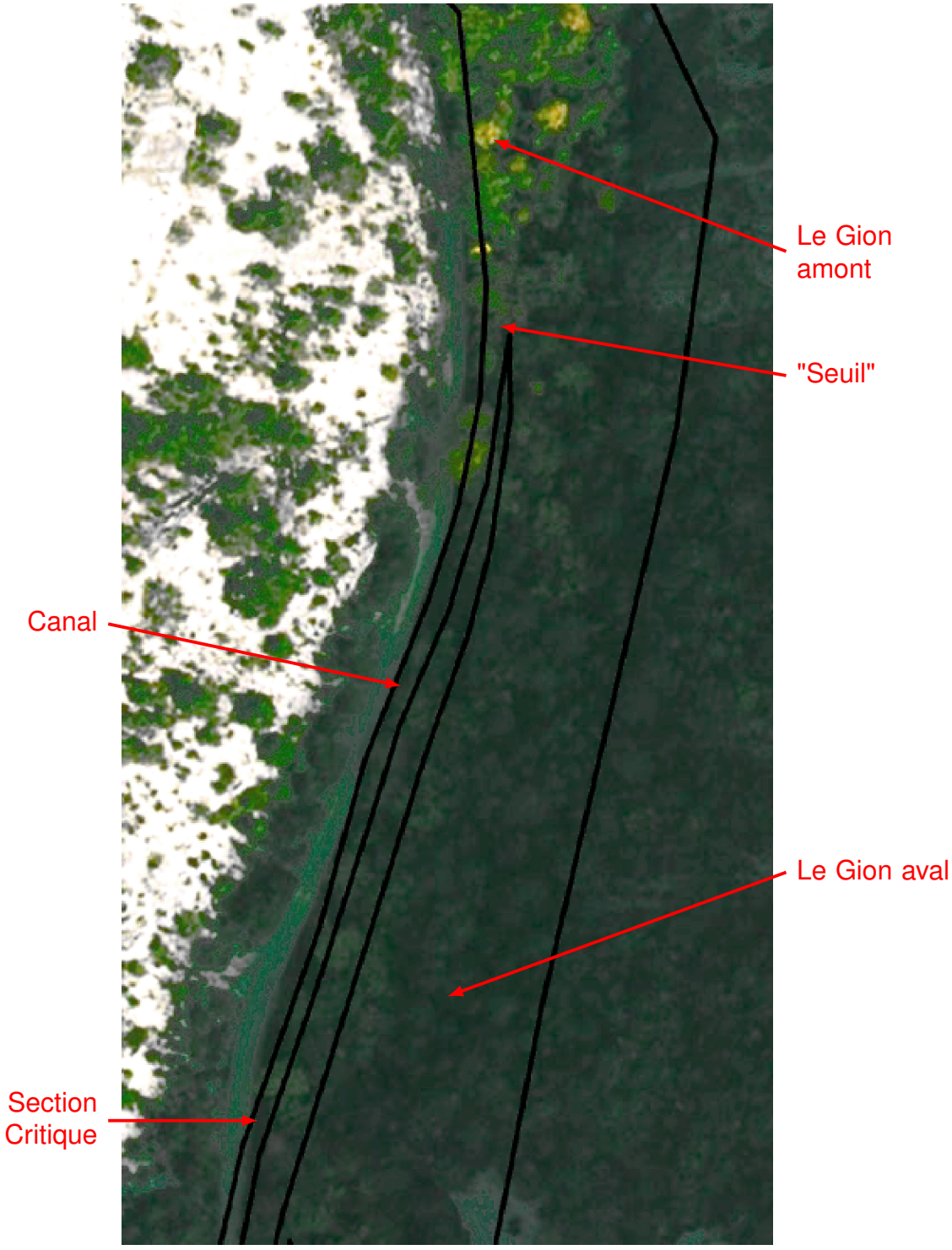


FIGURE 11.20 – Plan de la prise d'eau Canal du Gion ©IGN

11.1.4.3 Photographies

FIGURE 11.21 – Photo du seuil de dérivation du canal de Gion (vue de la rive droite)

(a) Canal

(b) Prise d'eau

FIGURE 11.22 – Photos du canal et de la prise d'eau sur le canal de Gion (vue de l'amont)

11.1.4.4 *Synoptique des débits*

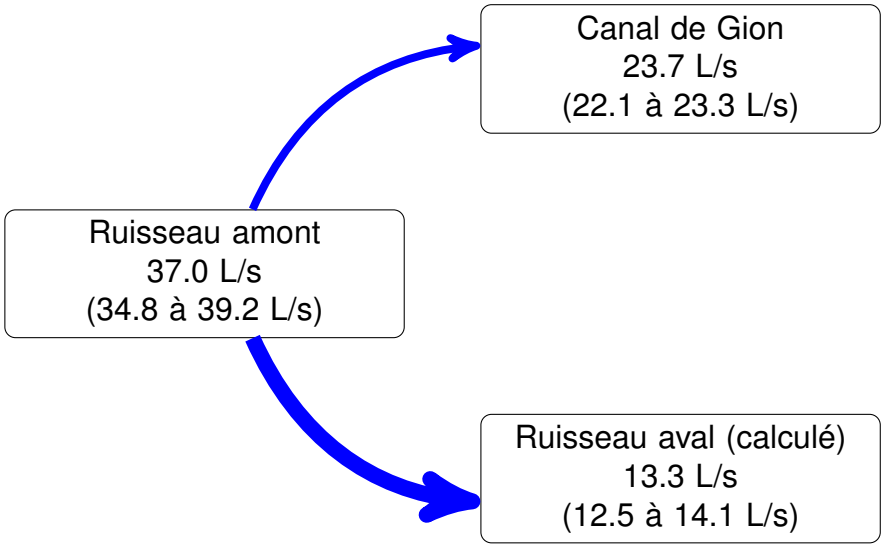


FIGURE 11.23 – Synoptique des débits Canal du Gion

11.1.4.5 *Géométrie de la prise d'eau*

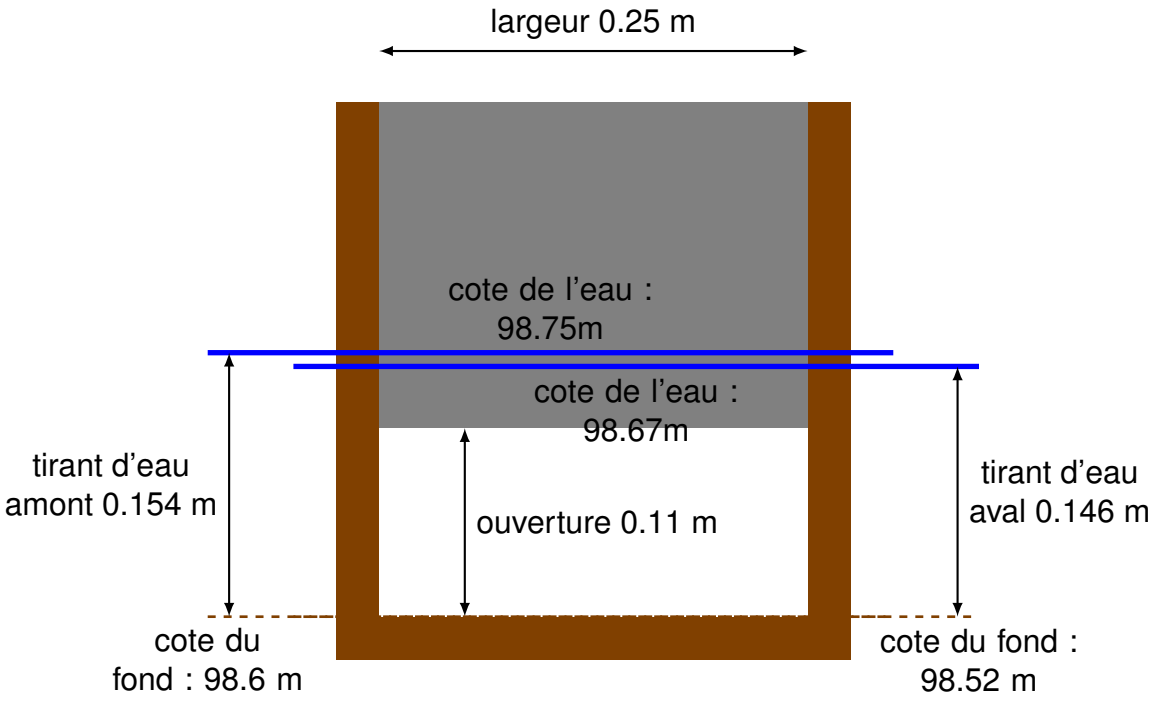
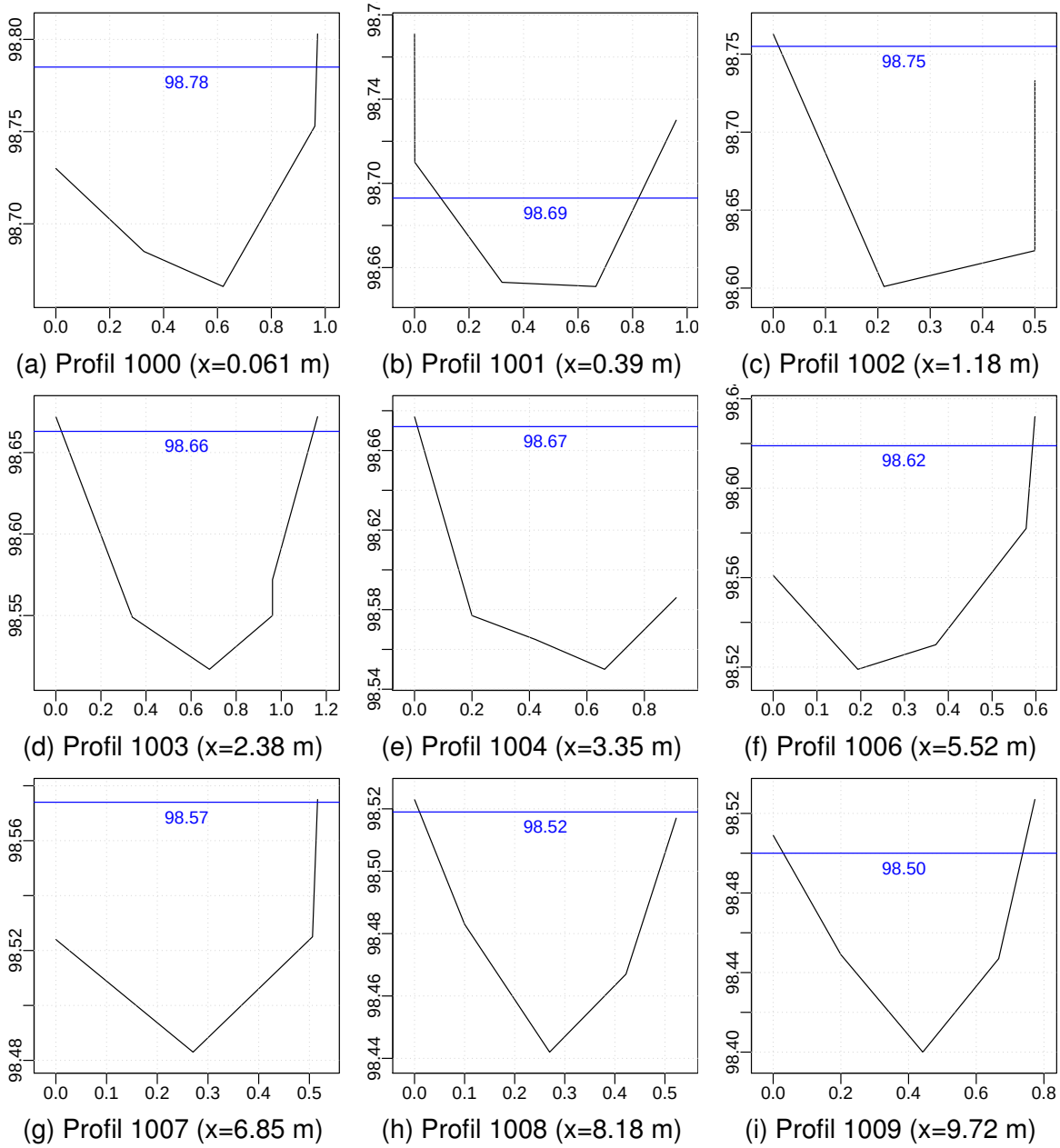


FIGURE 11.24 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau

11.1.4.6 Géométrie du canal

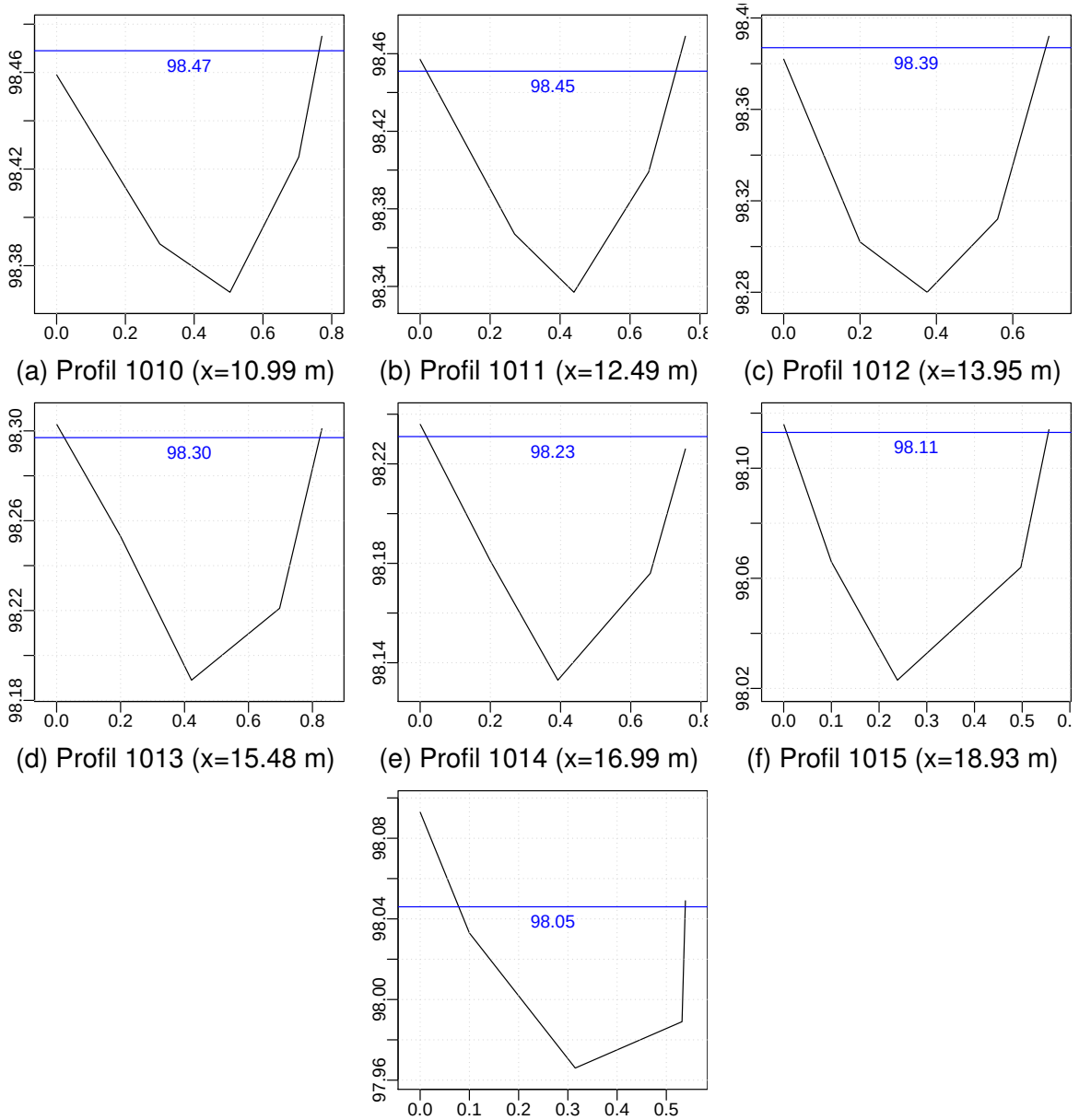


(a) Profil 1000 (x=0.061 m) (b) Profil 1001 (x=0.39 m) (c) Profil 1002 (x=1.18 m)

(d) Profil 1003 (x=2.38 m) (e) Profil 1004 (x=3.35 m) (f) Profil 1006 (x=5.52 m)

(g) Profil 1007 (x=6.85 m) (h) Profil 1008 (x=8.18 m) (i) Profil 1009 (x=9.72 m)

FIGURE 11.25 – Profils en travers



(a) Profil 1010 (x=10.99 m) (b) Profil 1011 (x=12.49 m) (c) Profil 1012 (x=13.95 m)

(d) Profil 1013 (x=15.48 m) (e) Profil 1014 (x=16.99 m) (f) Profil 1015 (x=18.93 m)

(g) Profil 1016 (x=21.46 m)

FIGURE 11.26 – Profils en travers

11.1.5 Canal de Prat sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule (Gard)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.2.3 page 32.

11.1.5.1 Résumé

Département	Gard
Cours d'eau	Hérault
Canal	Canal de Prat
Géolocalisation	Lambert 93 : x=754506 y=6324014
Parcelle cadastrale	Saint-André-de-Majencoules / D 1212
Contact	METGE Gregoire
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	19 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	2
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	3900
Qr (L/s)	Juin : 350 l/s Juillet : 300 l/s Août et Septembre : 250 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	2
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	orifice vanne de décharge
Régulation du débit prélevé	vanne en tête de canal
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	oui
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.5 – Résumé Canal de Prat

11.1.5.2 Plan de la prise d'eau

FIGURE 11.27 – Plan de la prise d'eau Canal de Prat ©IGN

11.1.5.3 Photographies

FIGURE 11.28 – Photo du seuil de dérivation du canal du Prat (vue de la rive gauche)

FIGURE 11.29 – Photo du canal du Prat (vue aval)

(a) prelevement par pompage

(b) prelevement par pompage

FIGURE 11.30 – Photo des prelevements par pompage dans le canal ou dans l'herault directement

11.1.5.4 Synoptique des débits

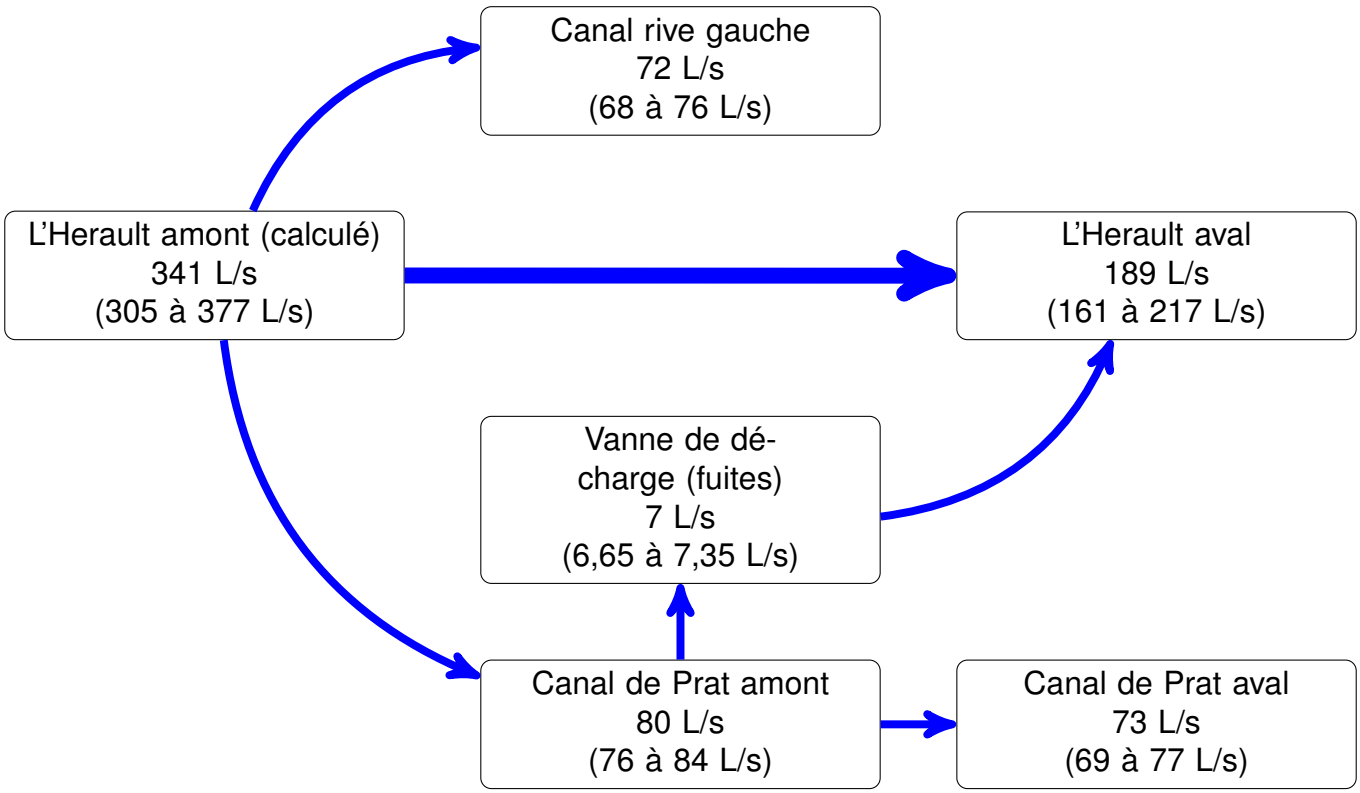


FIGURE 11.31 – Synoptique des débits Canal de Prat

11.1.5.5 Géométrie de la prise d'eau

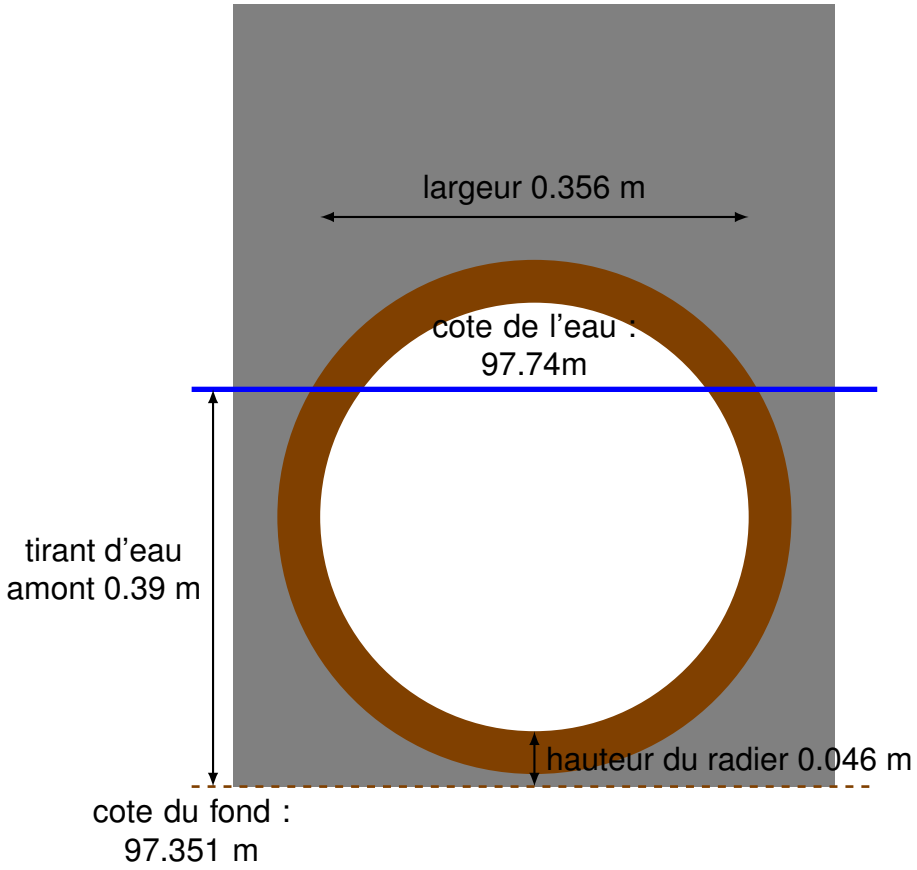
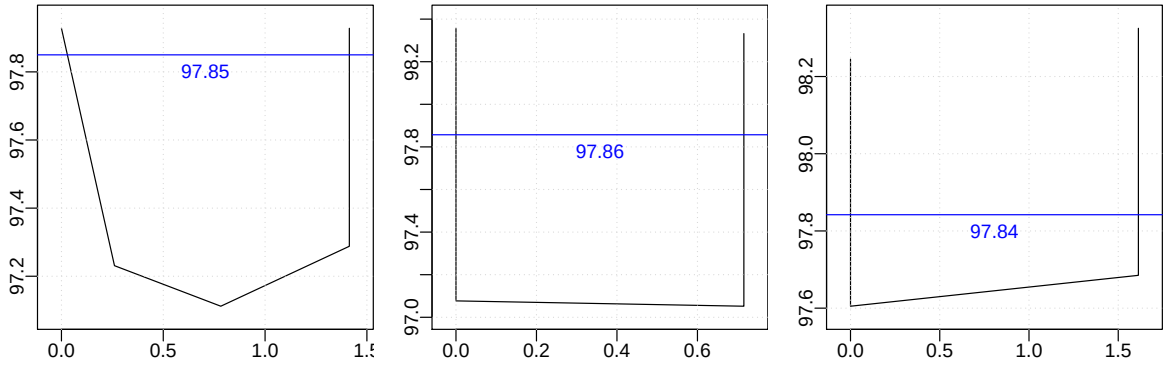


FIGURE 11.32 – Coupe transversale de l'orifice de restitution du débit réservé dans le seuil de dérivation

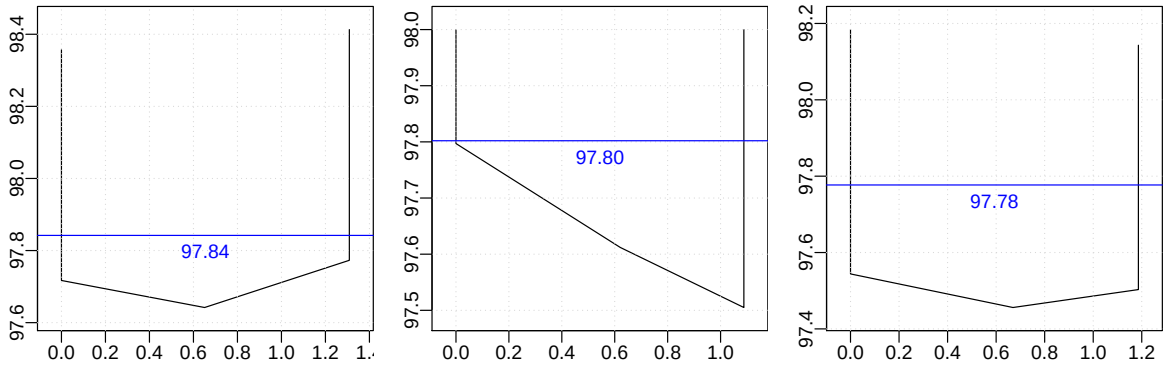
11.1.5.6 Géométrie du canal



(a) ProfilCanal de Prat 1002 (x=1.59 m)

(b) ProfilCanal de Prat 1003 (x=5.03 m)

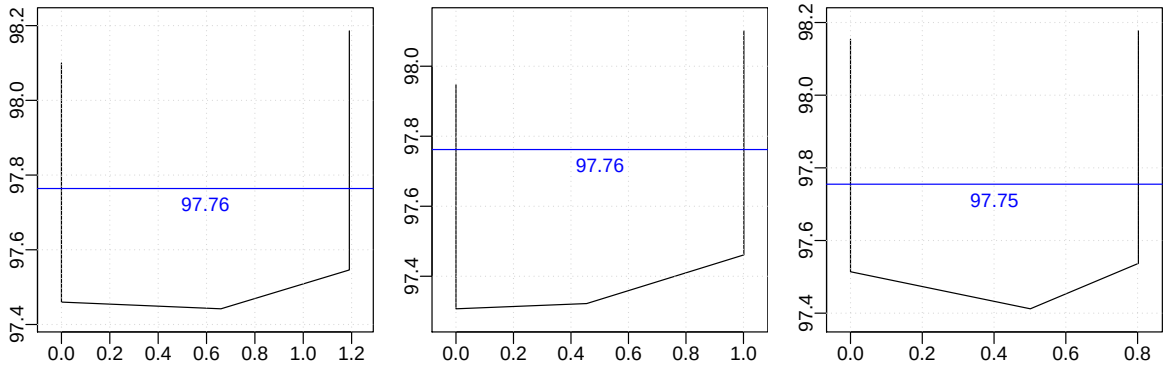
(c) ProfilCanal de Prat 1004 (x=10.16 m)



(d) ProfilCanal de Prat 1005 (x=14.26 m)

(e) ProfilCanal de Prat 1006 (x=17.15 m)

(f) ProfilCanal de Prat 1007 (x=20.03 m)

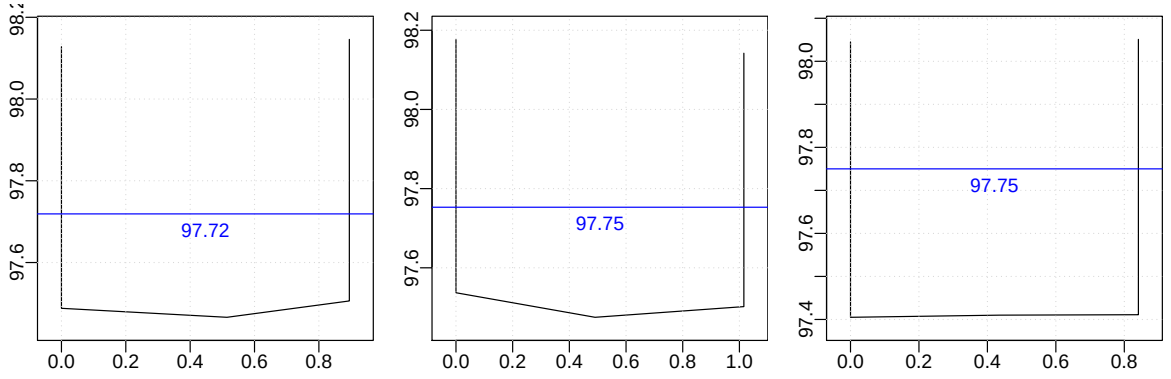


(g) ProfilCanal de Prat 1008 (x=21.20 m)

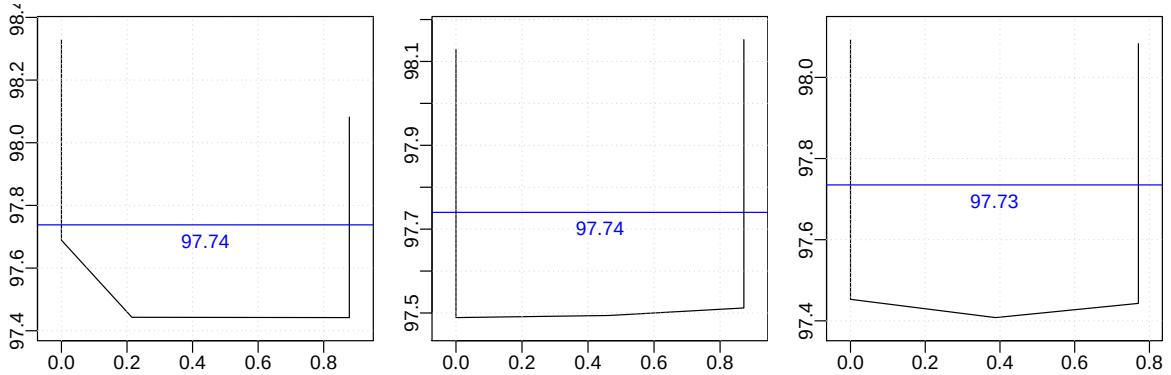
(h) ProfilCanal de Prat 1009 (x=23.57 m)

(i) ProfilCanal de Prat 1010 (x=26.56 m)

FIGURE 11.33 – Profils en travers (Canal de Prat)

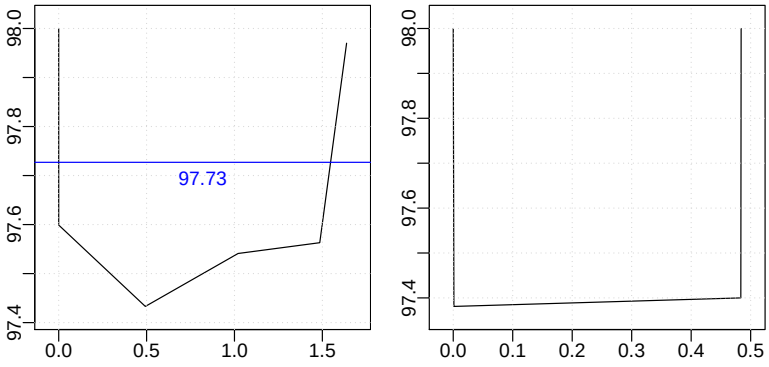


(a) ProfilCanal de Prat 1011 (x=31.43 m) (b) ProfilCanal de Prat 1012 (x=38.19 m) (c) ProfilCanal de Prat 1013 (x=45.78 m)



(d) ProfilCanal de Prat 1015 (x=71.30 m) (e) ProfilCanal de Prat 1016 (x=81.32 m) (f) ProfilCanal de Prat 1017 (x=85.87 m)

FIGURE 11.34 – Profils en travers (Canal de Prat)



(a) ProfilRive gauche 1001 (x=0.59 m) (b) ProfilRive gauche 1000 (x=2.96 m)

FIGURE 11.35 – Profils en travers (Rive gauche)

11.1.6 Canal de Prat Pialoux sur l'Arre à Molières-Cavaillac (Gard)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.2.1 page 31.

11.1.6.1 Résumé

Département	Gard
Cours d'eau	Arre
Canal	Canal de Prat pialoux
Géolocalisation	Lambert 2 étendu : x=747119 y=6319298
Parcelle cadastrale	Molières-Cavaillac / B188
Contact	PANAFIEU Jacques
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	19 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	10
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	2200
Qr (L/s)	220 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	échancrure
Régulation du débit prélevé	aucune
Modélisation du seuil de dérivation	oui
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.6 – Résumé Canal de Prat pialoux

11.1.6.2 Plan de la prise d'eau

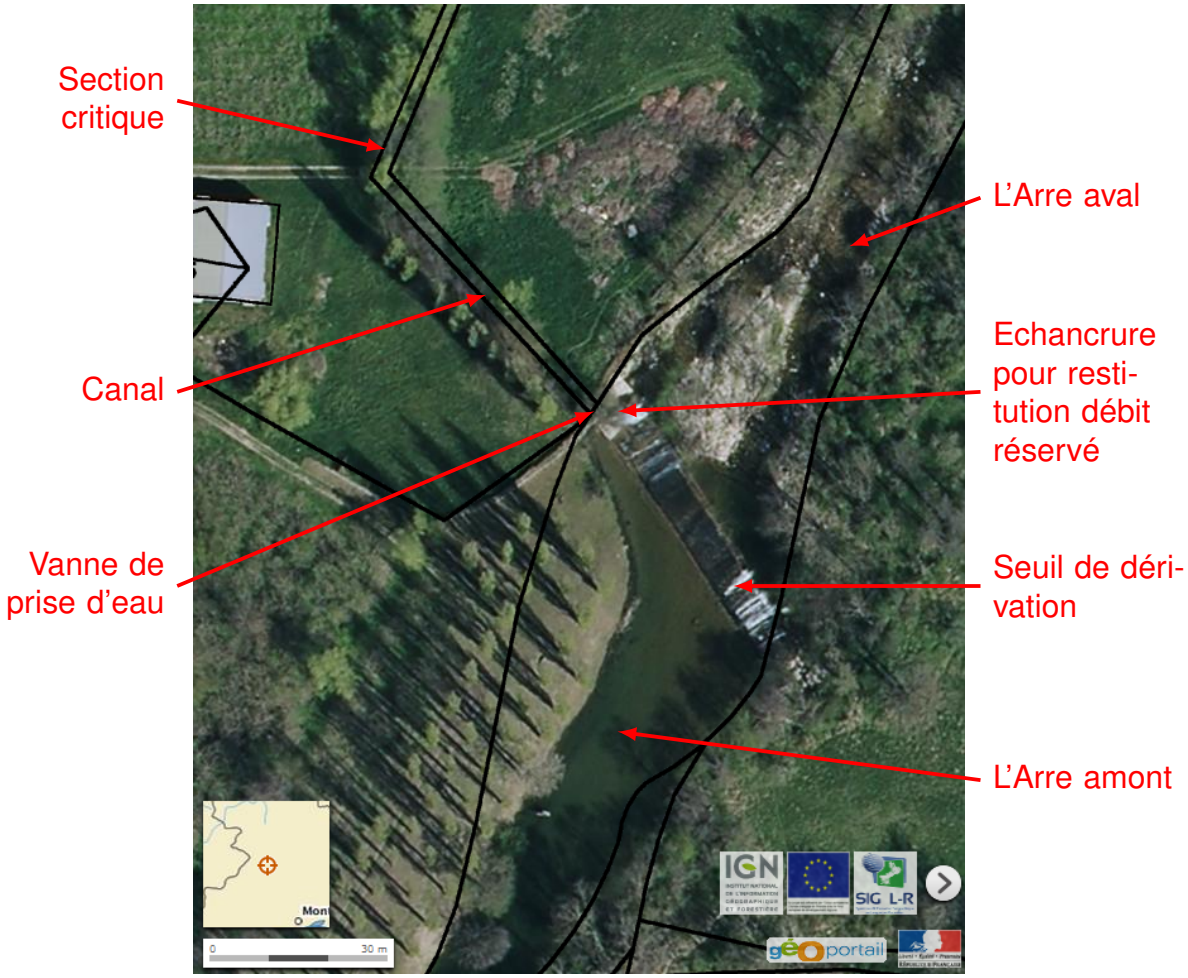


FIGURE 11.36 – Plan de la prise d'eau Canal de Prat pialoux ©IGN

11.1.6.3 Photographies

FIGURE 11.37 – Photo du seuil de dérivation du canal du Prat Pialoux (vue de la prise d'eau)

FIGURE 11.38 – Photo du canal du Prat Pialoux (vue de la prise d'eau)

(a) Vanne et échancrure

(b) Echancrure dans le seuil de dérivation

FIGURE 11.39 – Photo de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux et de l'échancrure pour le débit réservé (vue de l'amont)

11.1.6.4 Synoptique des débits

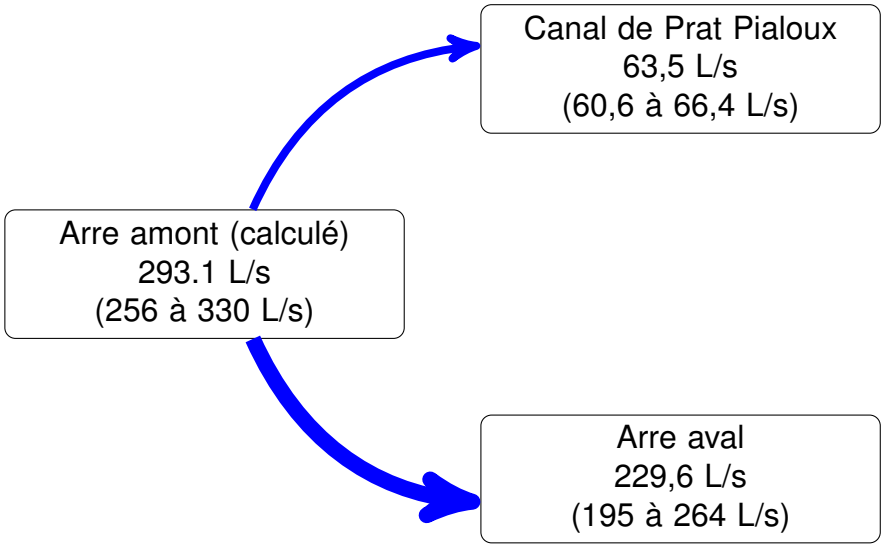


FIGURE 11.40 – Synoptique des débits Canal de Prat pialoux

11.1.6.5 Géométrie du seuil de dérivation

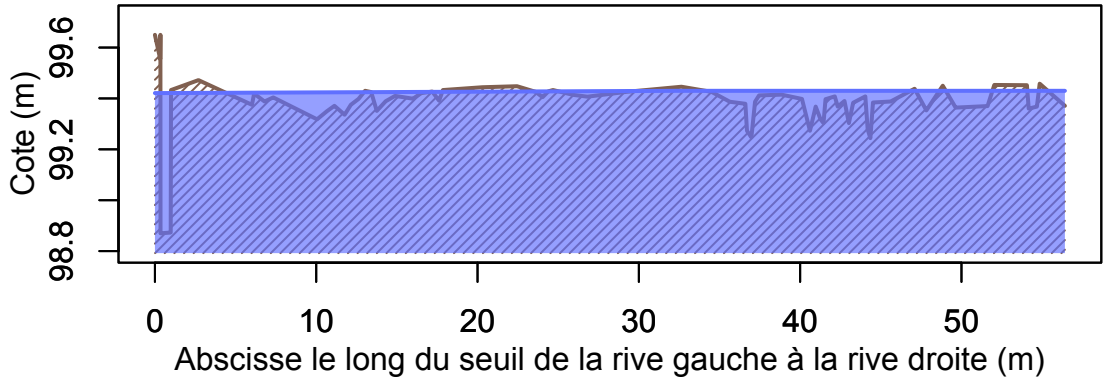


FIGURE 11.41 – Profil transversal du seuil de dérivation Canal de Prat pialoux

11.1.6.6 Courbe de tarage du seuil du seuil de dérivation

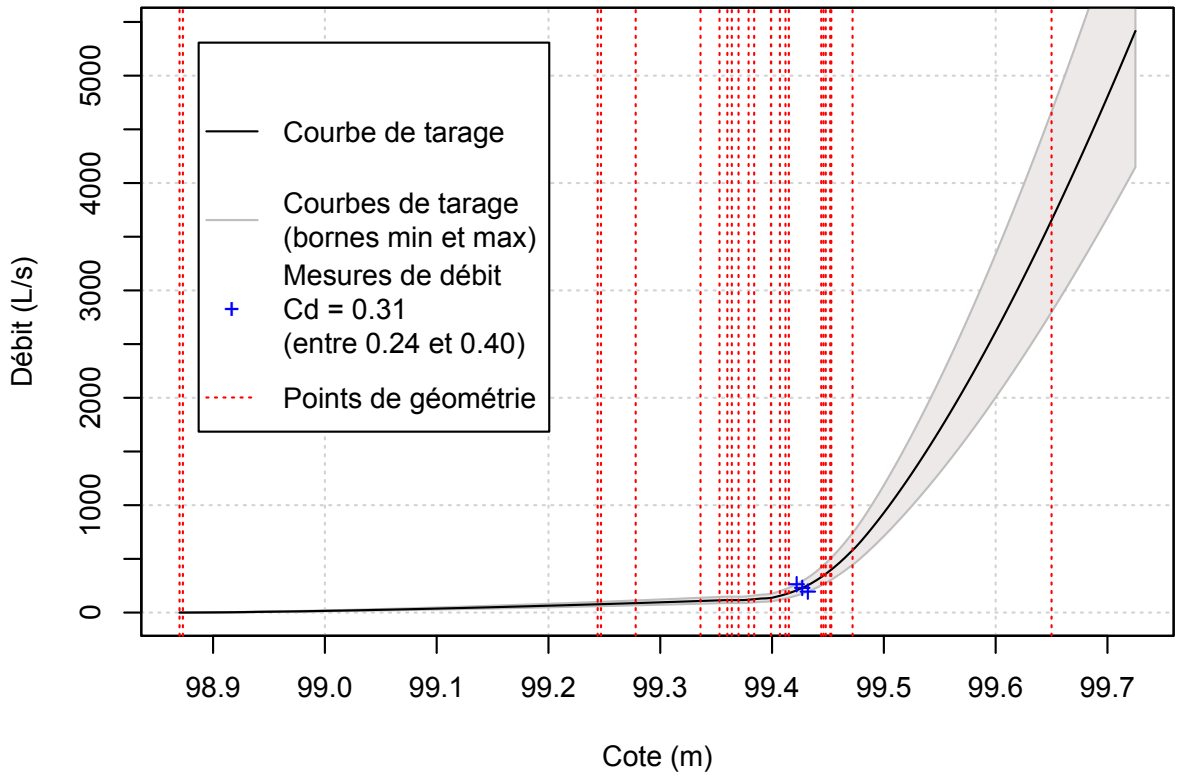


FIGURE 11.42 – Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de Prat pialoux

11.1.6.7 Géométrie de la prise d'eau

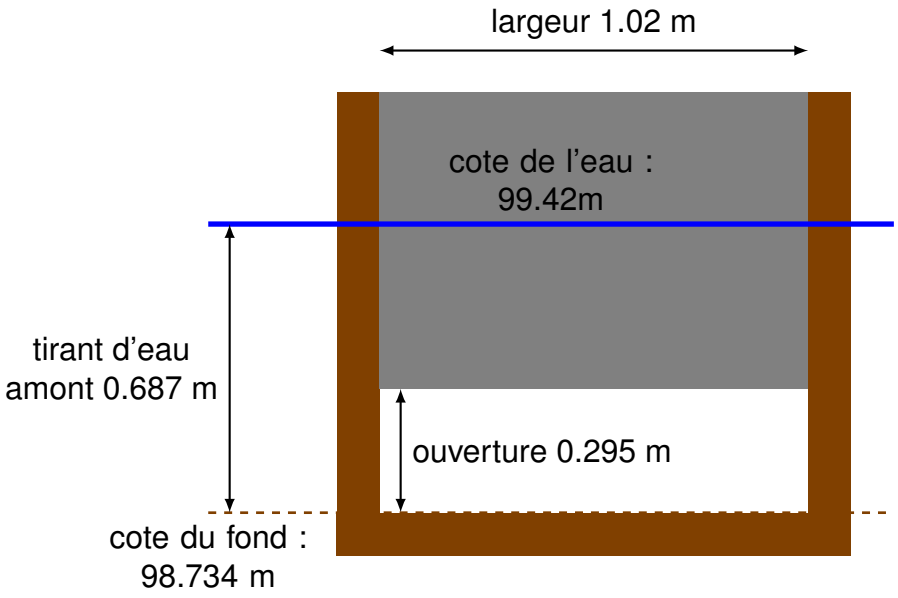
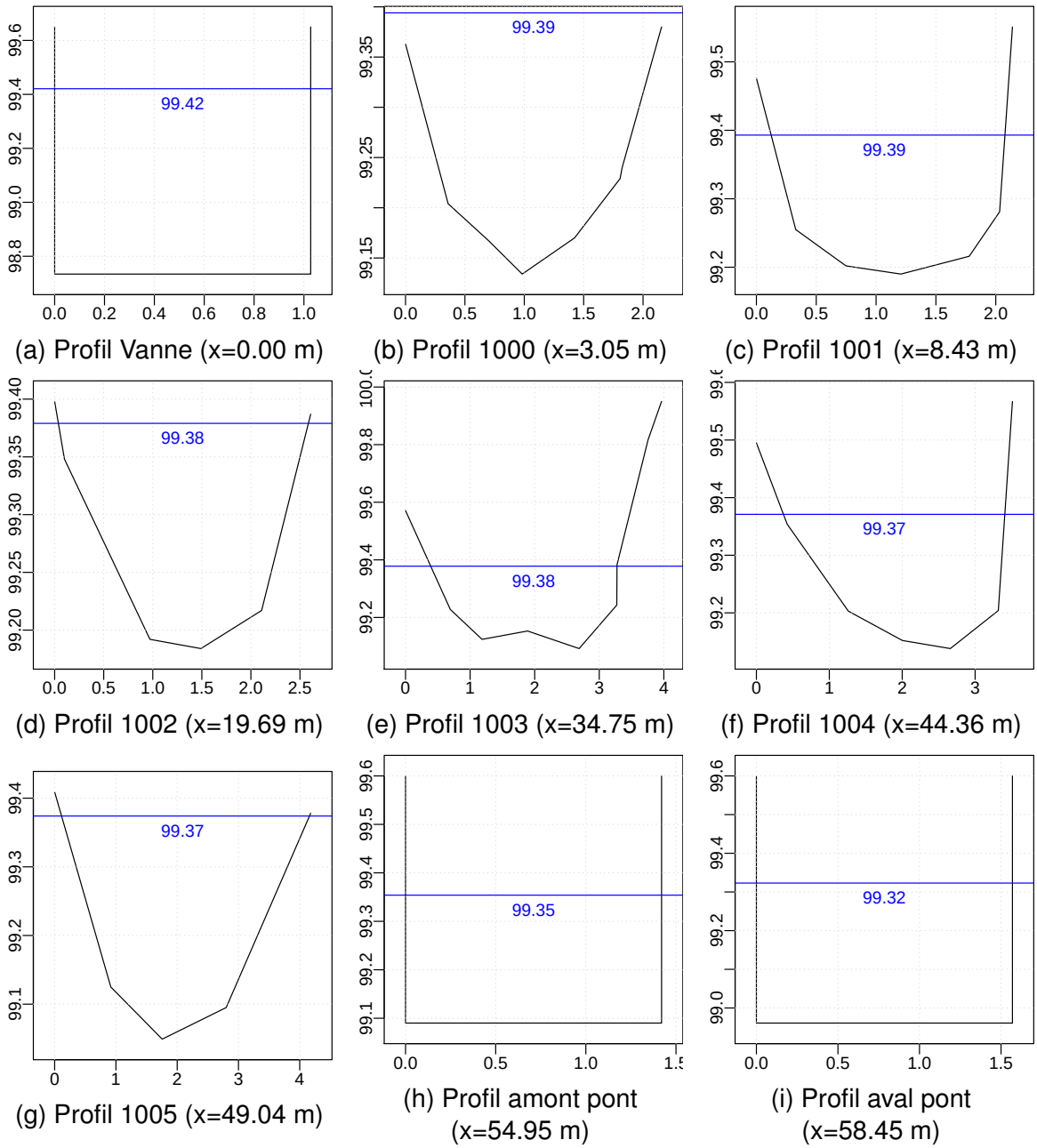


FIGURE 11.43 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du Prat Pialoux

11.1.6.8 Géométrie du canal



(a) Profil Vanne (x=0.00 m) (b) Profil 1000 (x=3.05 m) (c) Profil 1001 (x=8.43 m)

(d) Profil 1002 (x=19.69 m) (e) Profil 1003 (x=34.75 m) (f) Profil 1004 (x=44.36 m)

(g) Profil 1005 (x=49.04 m) (h) Profil amont pont (x=54.95 m) (i) Profil aval pont (x=58.45 m)

FIGURE 11.44 – Profils en travers

11.1.7 Canal du Cambon sur l'Hérault à Saint-André-de-Majencoule (Gard)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.2.2 page 32.

11.1.7.1 Résumé

Département	Gard
Cours d'eau	Hérault
Canal	Canal du Cambon
Géolocalisation	Lambert 93 x=754319 y=6327529
Parcelle cadastrale	Saint-André-de-Majencoules / B155
Contact	ROUGER Jean-François
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	5 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	2,5
Prélèvement connu (l/s)	85 L/s
Module (L/s)	3900
Qr (L/s)	Juin : 350 l/s Juillet : 300 l/s Août et Septembre : 250 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	oui
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche sans exutoire

TABLE 11.7 – Résumé Canal du Cambon

11.1.7.2 Plan de la prise d'eau

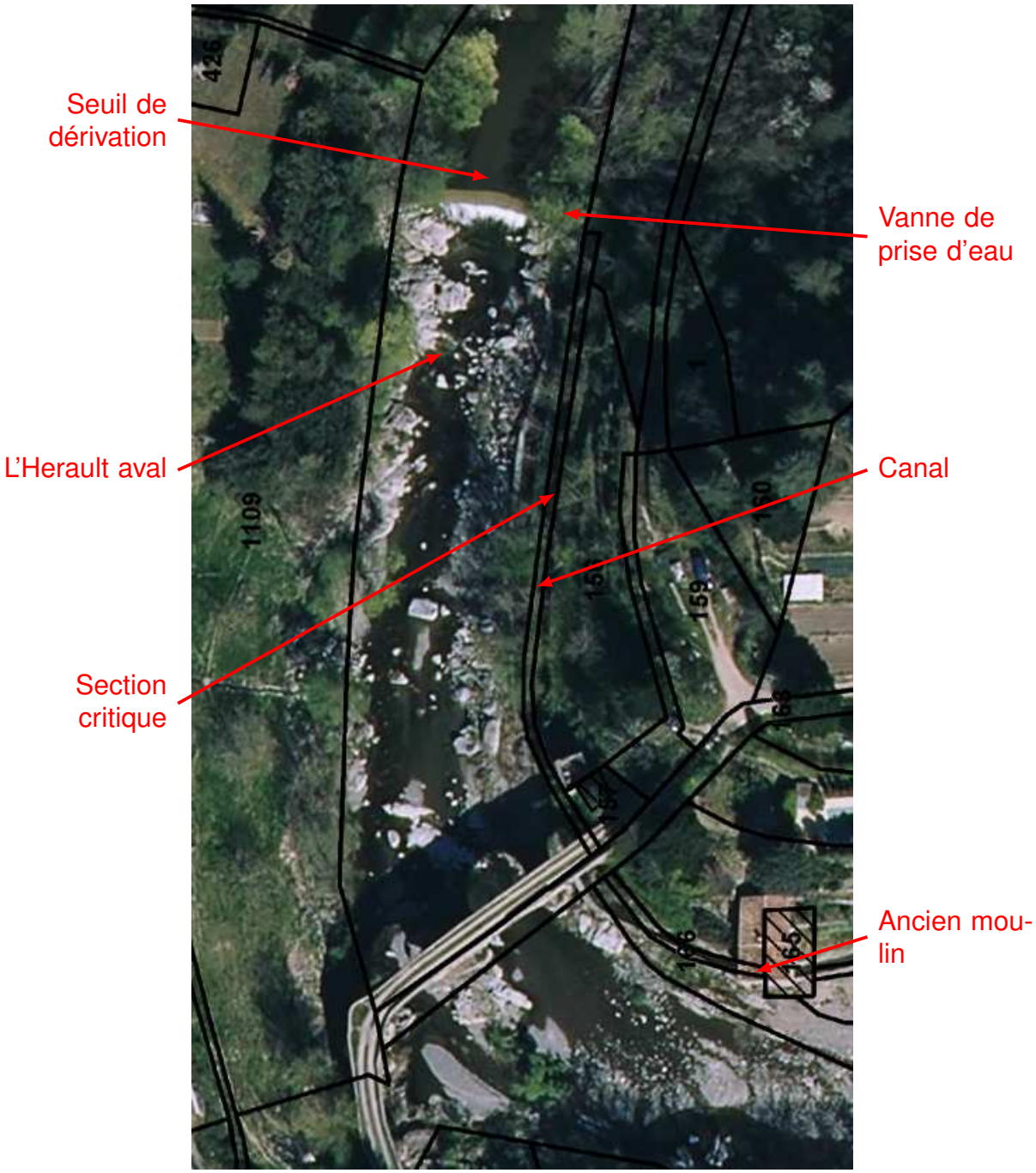


FIGURE 11.45 – Plan de la prise d'eau Canal du Cambon ©IGN

11.1.7.3 Photographies

FIGURE 11.46 – Photo du seuil de dérivation du canal du bac de cambon (vue depuis la prise d'eau)

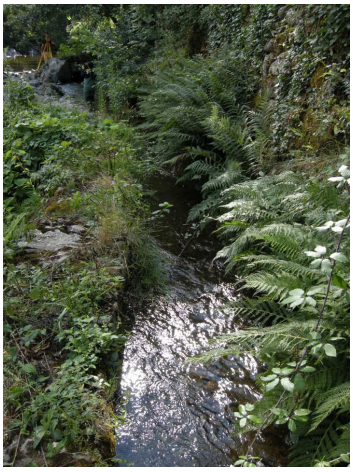


FIGURE 11.47 – Photo du canal de cambon (vue aval)

FIGURE 11.48 – Photo de la vanne de décharge du canal et de l'arrière de la prise d'eau du canal de cambon

FIGURE 11.49 – Photo de la prise d'eau du canal de cambon

11.1.7.4 Synoptique des débits

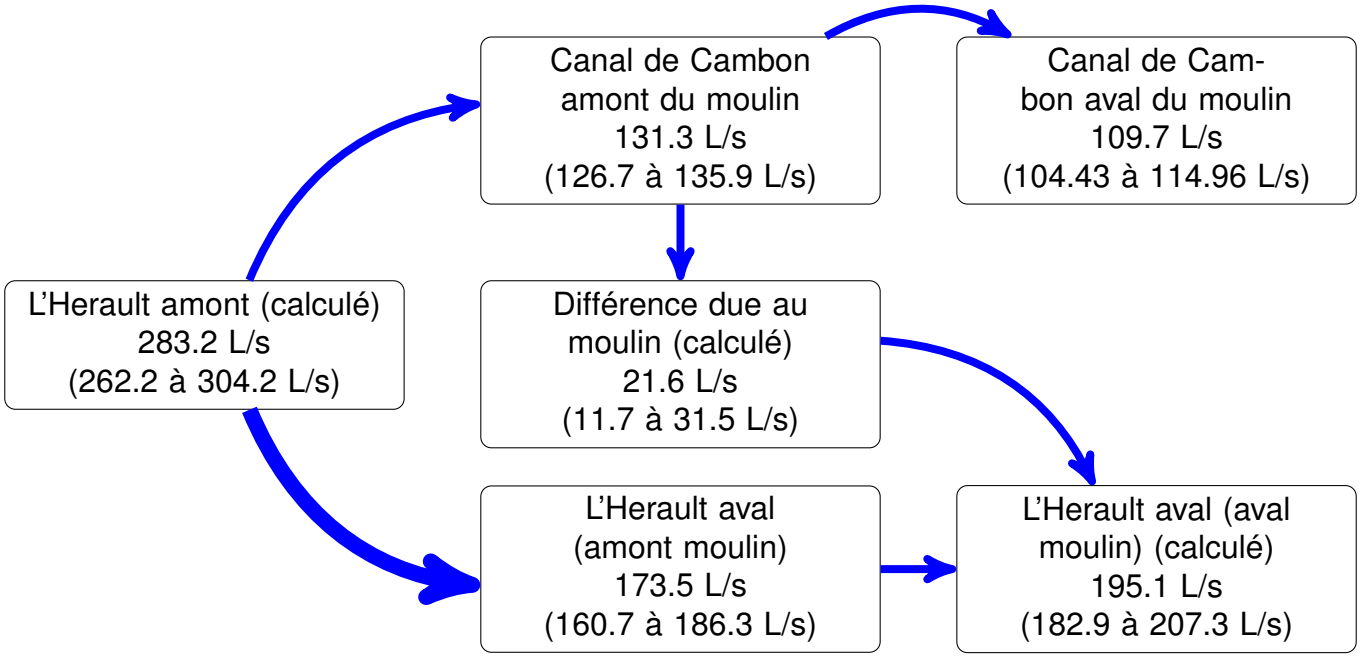


FIGURE 11.50 – Synoptique des débits Canal du Cambon

11.1.7.5 Géométrie du seuil de dérivation

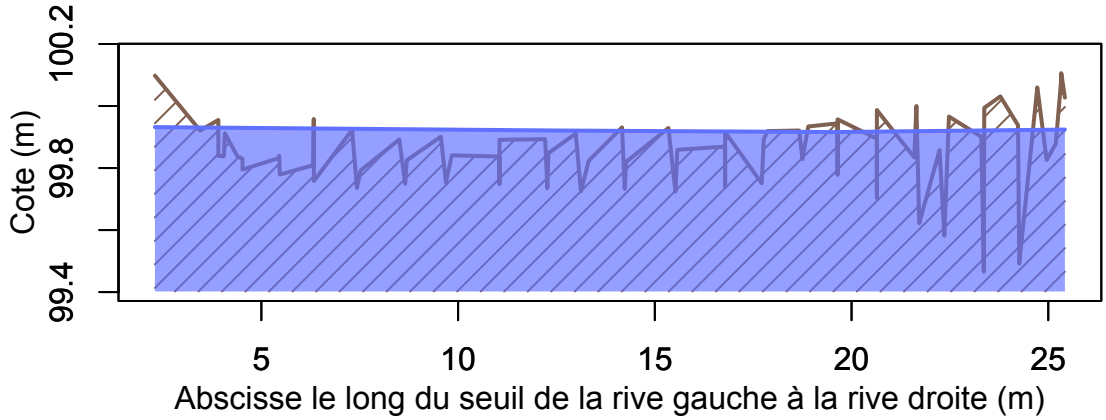


FIGURE 11.51 – Profil transversal du seuil de dérivation Canal du Cambon

11.1.7.6 *Courbe de tarage du seuil du seuil de dérivation*

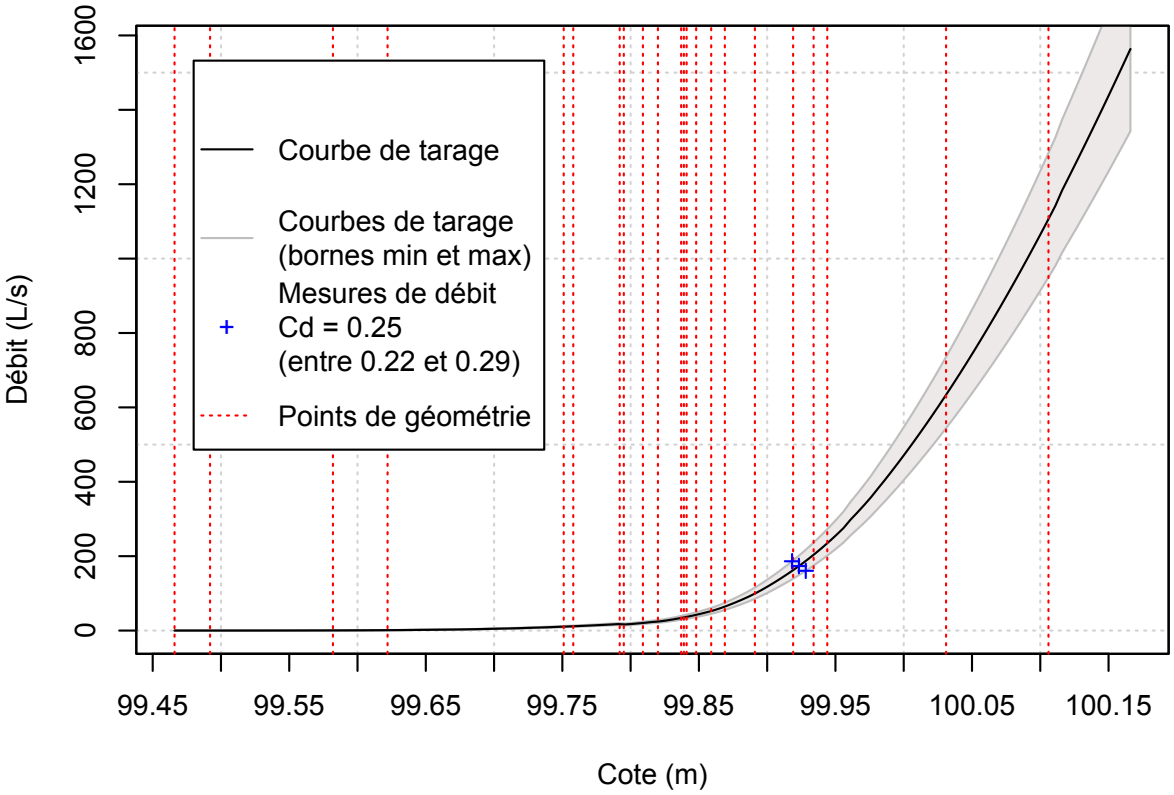


FIGURE 11.52 – Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal du Cambon

11.1.7.7 *Géométrie de la prise d'eau*

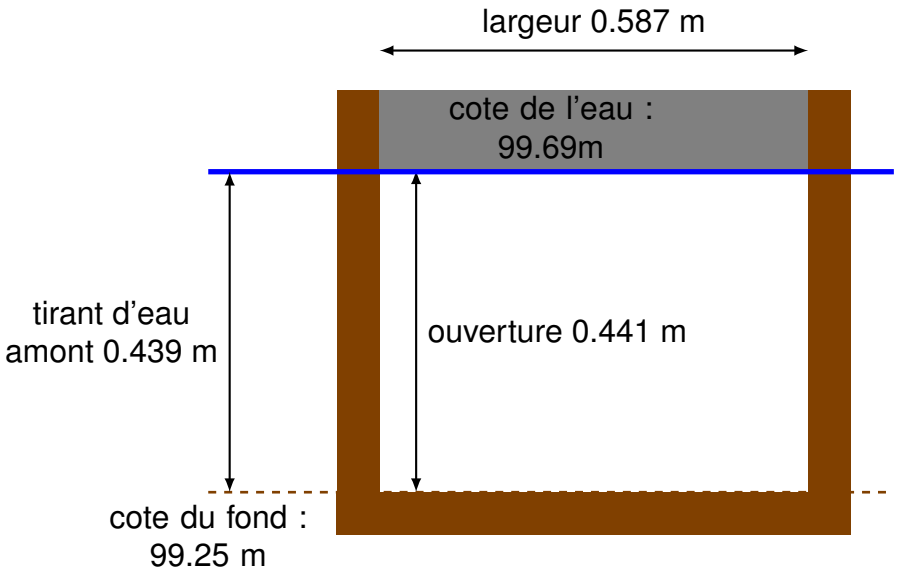
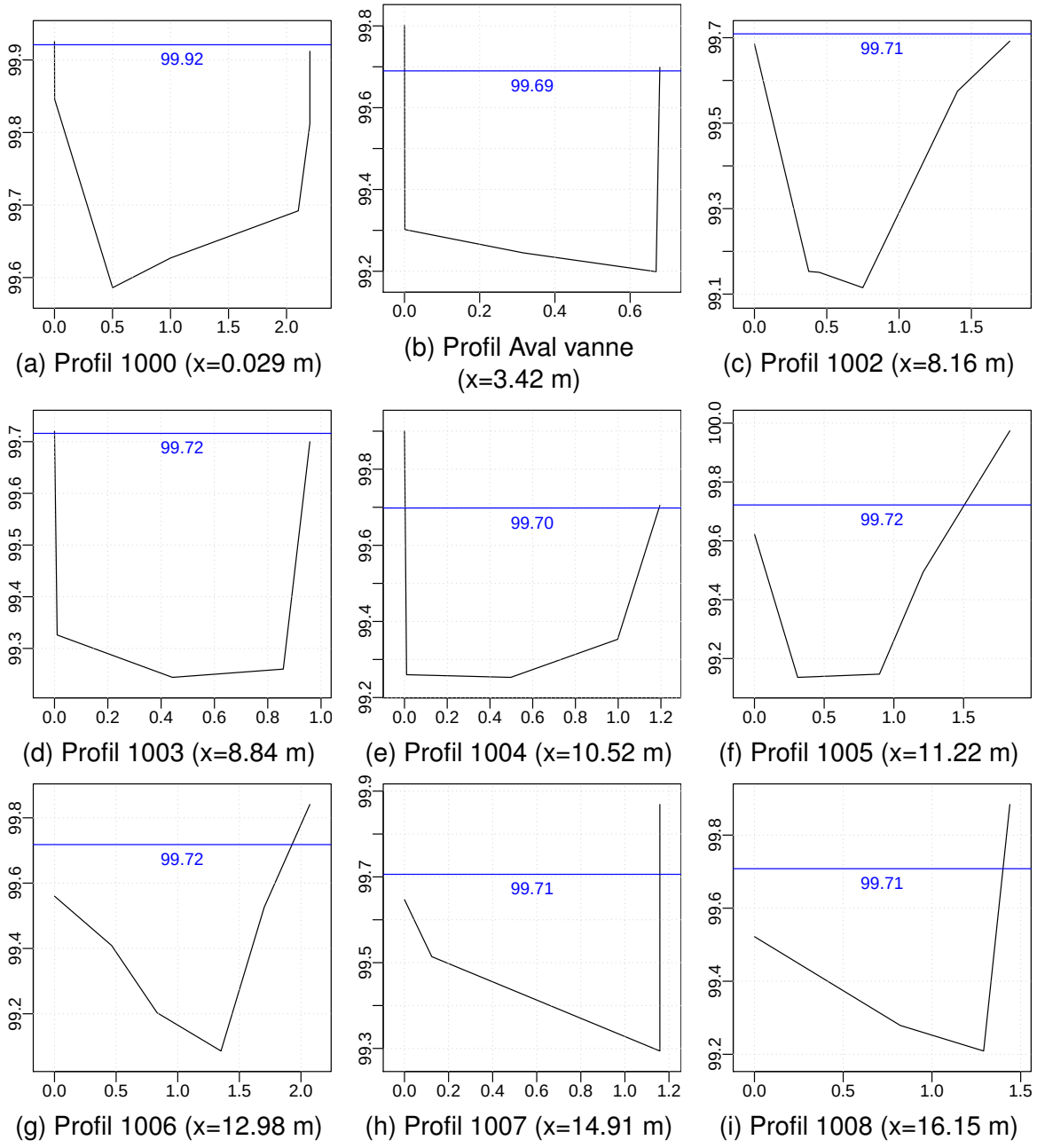


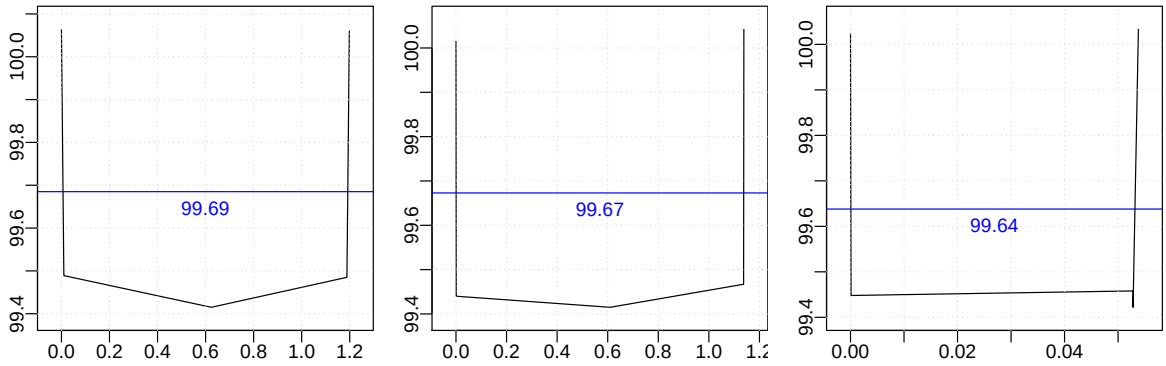
FIGURE 11.53 – Coupe transversale de l'orifice de prise d'eau du canal Cambon

11.1.7.8 *Géométrie du canal*



(a) Profil 1000 (x=0.029 m)
(b) Profil Aval vanne (x=3.42 m)
(c) Profil 1002 (x=8.16 m)
(d) Profil 1003 (x=8.84 m)
(e) Profil 1004 (x=10.52 m)
(f) Profil 1005 (x=11.22 m)
(g) Profil 1006 (x=12.98 m)
(h) Profil 1007 (x=14.91 m)
(i) Profil 1008 (x=16.15 m)

FIGURE 11.54 – Profils en travers



(a) Profil 1009 (x=19.74 m) (b) Profil 1010 (x=22.77 m) (c) Profil 1011 (x=24.00 m)

FIGURE 11.55 – Profils en travers

11.1.8 Canal de l'Agal sur le Vidourle à Saint-Hippolyte-du-Fort (Gard)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.2.4 page 34.

11.1.8.1 Résumé

Département	Gard
Cours d'eau	Vidourle
Canal	Canal de l'Agal
Géolocalisation	Lambert 93 x=768768 y=6319108
Parcelle cadastrale	Saint-Hippolyte-du-Fort
Contact	COUDERC Serge
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	5 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	400
Qr (L/s)	40 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	2
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	exutoire de décharge
Régulation du débit prélevé	déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	oui
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.8 – Résumé Canal de l'Agal

11.1.8.2 Plan de la prise d'eau

FIGURE 11.56 – Plan de la prise d'eau Canal de l'Agal ©IGN

11.1.8.3 Photographies

FIGURE 11.57 – Photo du seuil de dérivation du canal de saint Hippolyte (vue depuis la prise d'eau)

FIGURE 11.58 – Photo de la prise d'eau du canal de saint Hippolyte

FIGURE 11.59 – Photo du canal de saint hippolyte

11.1.8.4 Synoptique des débits

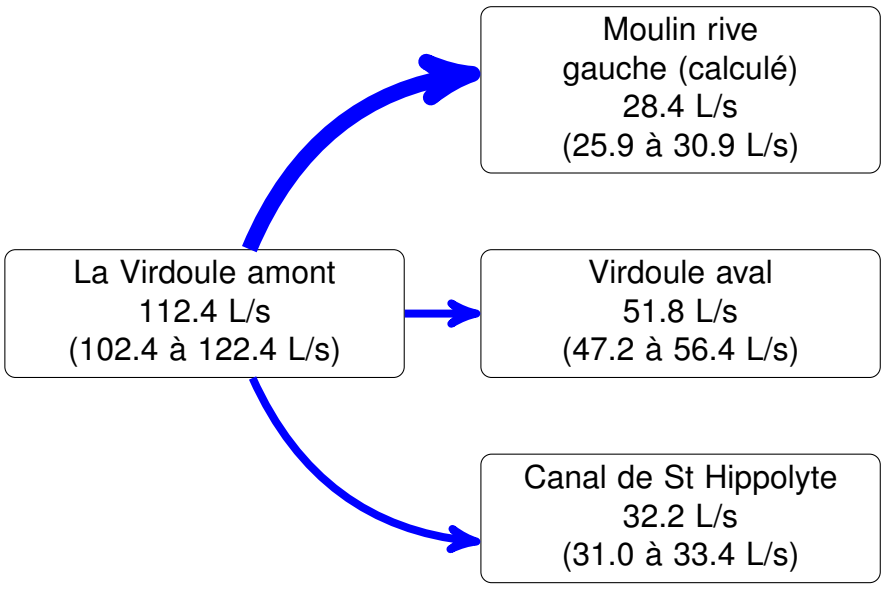
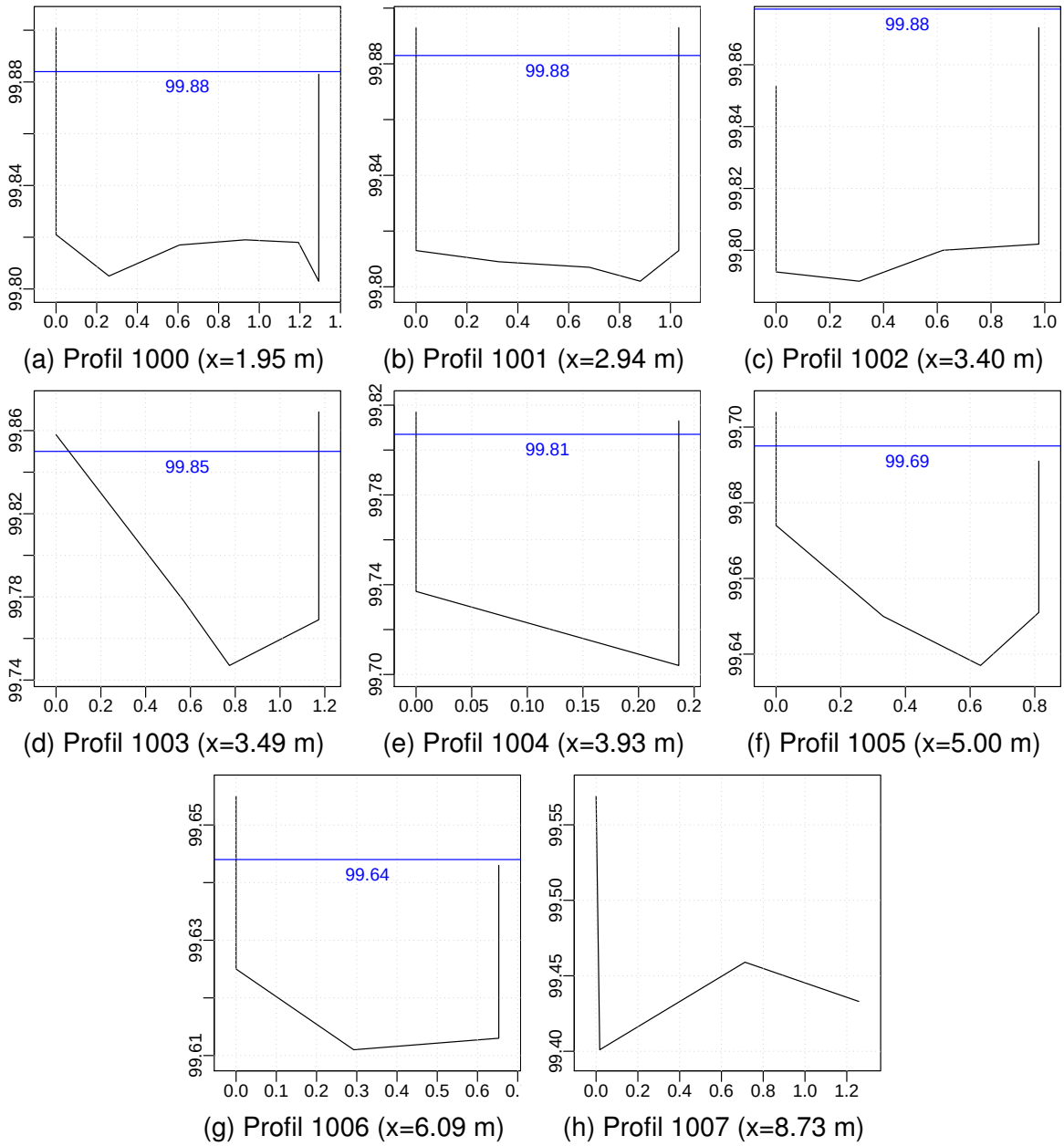


FIGURE 11.60 – Synoptique des débits Canal de l'Agal

11.1.8.5 Géométrie de la prise d'eau

Ce canal ne possède pas d'ouvrage de controle

11.1.8.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1000 (x=1.95 m) (b) Profil 1001 (x=2.94 m) (c) Profil 1002 (x=3.40 m)

(d) Profil 1003 (x=3.49 m) (e) Profil 1004 (x=3.93 m) (f) Profil 1005 (x=5.00 m)

(g) Profil 1006 (x=6.09 m) (h) Profil 1007 (x=8.73 m)

FIGURE 11.61 – Profils en travers

11.1.9 Canal de Callière sur le Valat de Callière à Altier (Lozère)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.3.1 page 34.

11.1.9.1 Résumé

Département	Lozère
Cours d'eau	Valat de Callière
Canal	Canal de Callière
Géolocalisation	décimal : x=44,447476 /y=3.867348
Parcelle cadastrale	Valfournes (Commune d'Altier)
Contact	Laurent Veyrunes
Statut du contact	
Date de visite	22 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	amas de pierres
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	vanne aval avec déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.9 – Résumé Canal de Callière

11.1.9.2 Plan de la prise d'eau

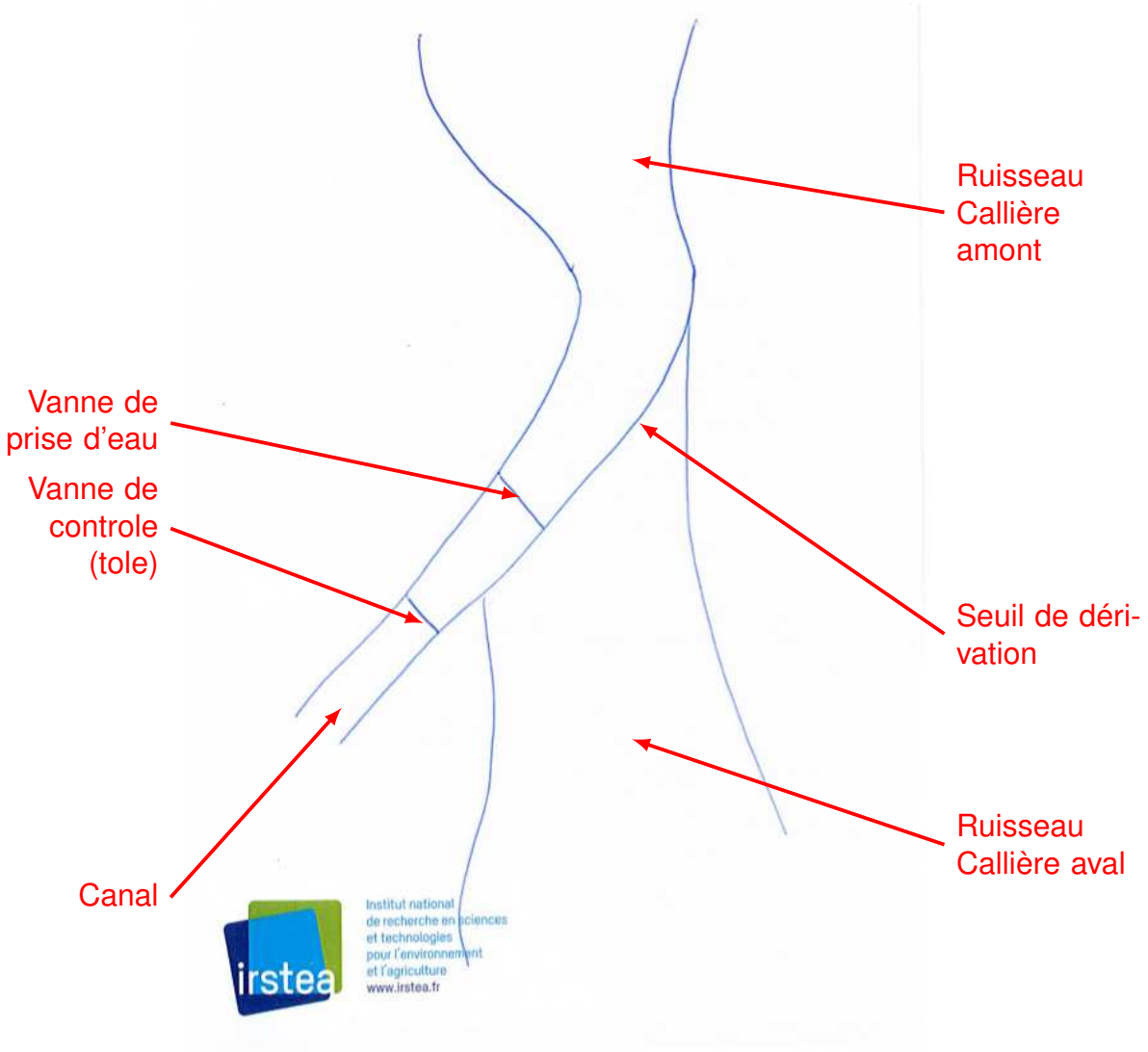


FIGURE 11.62 – Plan de la prise d'eau Canal de Callière ©IGN

11.1.9.3 Photographies

FIGURE 11.63 – Photo du seuil de dérivation du canal de Callière (vue de la prise d'eau)

FIGURE 11.64 – Photo de la vanne de controle du canal de Callière (vue amont)

(a) Canal en amont de la vanne (tole)

(b) Canal en aval de la vanne (tole)

FIGURE 11.65 – Photo du canal de Callière)

11.1.9.4 Synoptique des débits

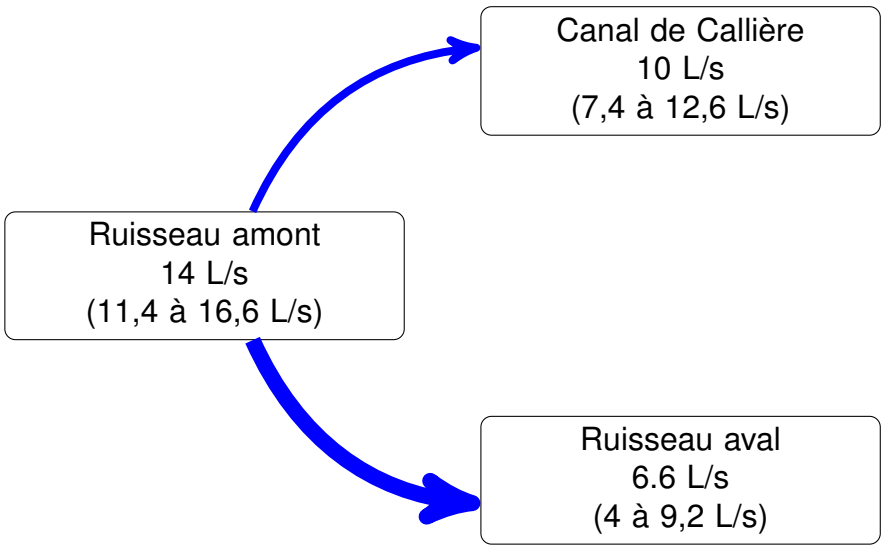


FIGURE 11.66 – Synoptique des débits Canal de Callière

11.1.9.5 Géométrie de la prise d'eau

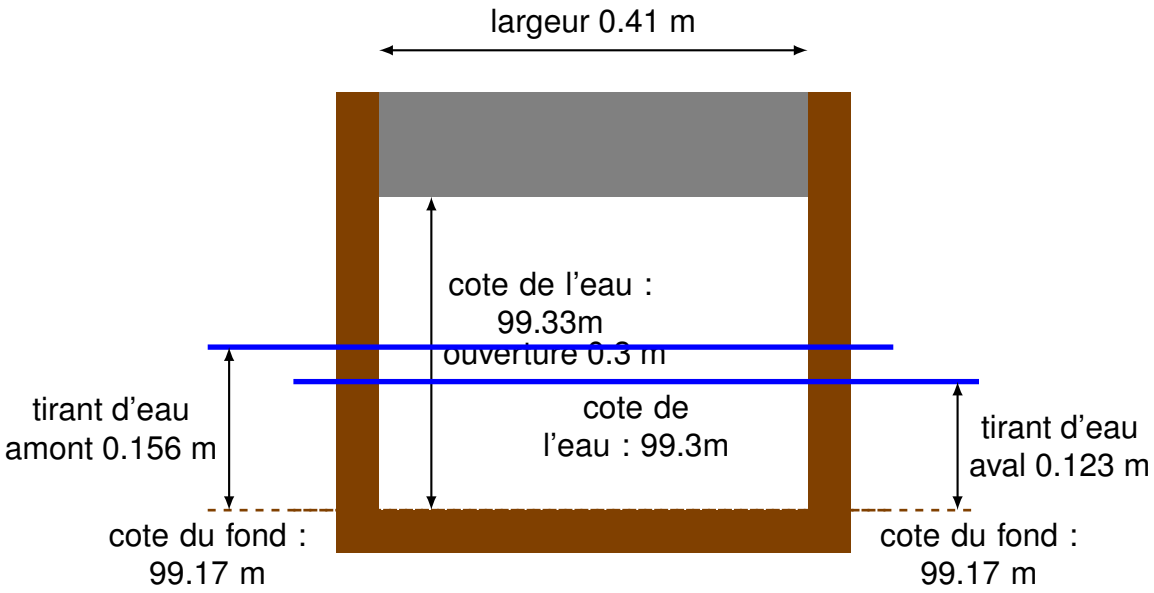


FIGURE 11.67 – Coupe transversale de l'orifice de la prise d'eau

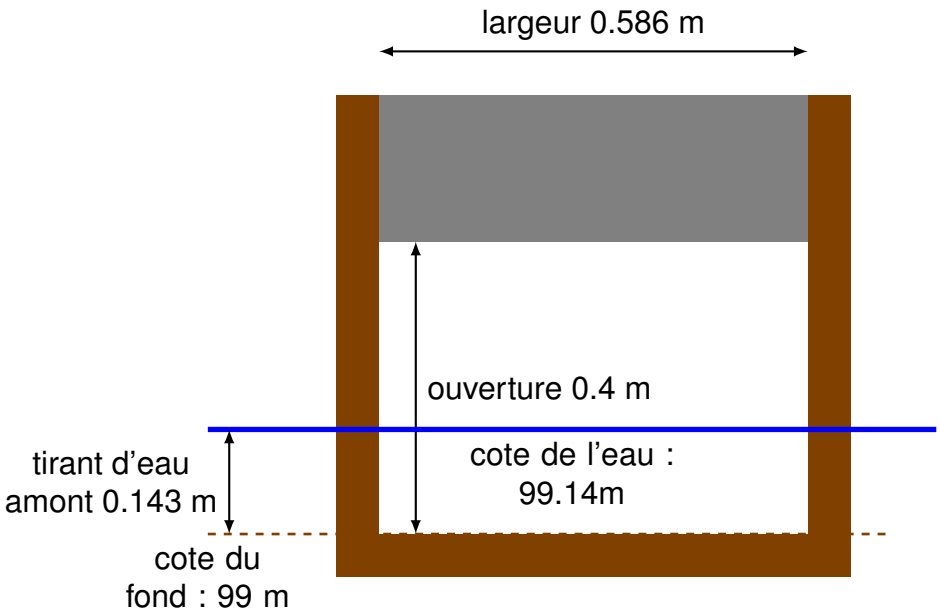
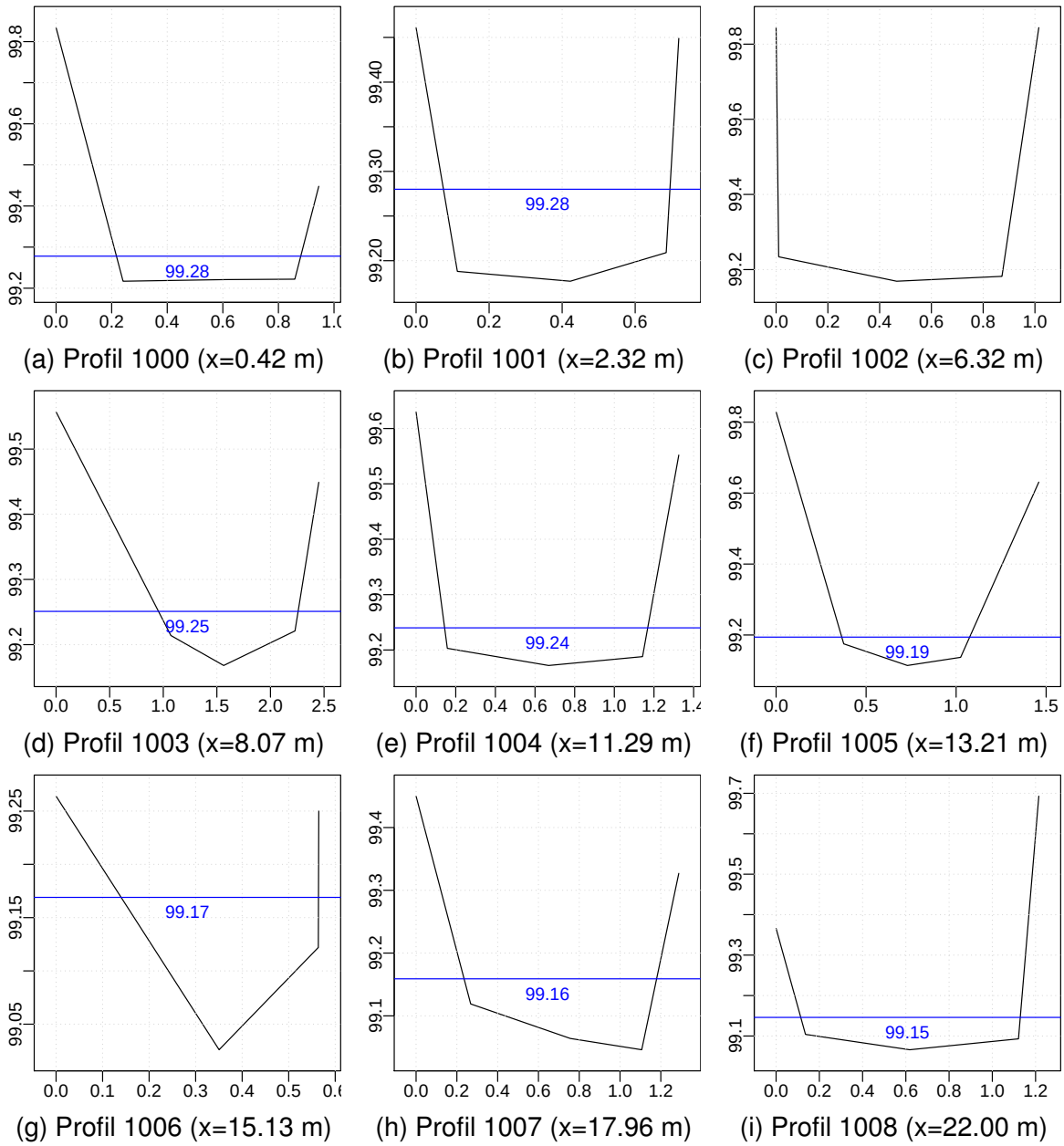


FIGURE 11.68 – Coupe transversale de la vanne martelière située à l'aval dans le canal

11.1.9.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1000 (x=0.42 m) (b) Profil 1001 (x=2.32 m) (c) Profil 1002 (x=6.32 m)

(d) Profil 1003 (x=8.07 m) (e) Profil 1004 (x=11.29 m) (f) Profil 1005 (x=13.21 m)

(g) Profil 1006 (x=15.13 m) (h) Profil 1007 (x=17.96 m) (i) Profil 1008 (x=22.00 m)

FIGURE 11.69 – Profils en travers

11.1.10 Canal du Pratlong sur le Pomaret à Cubières (Lozère)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.3.2 page 34.

11.1.10.1 Résumé

Département	Lozère
Cours d'eau	Pomaret
Canal	Canal de Pratlong
Géolocalisation	décimal : x=44,460660 / y=3,812119
Parcelle cadastrale	Pratlong (Commune de Cubières)
Contact	Régis Benoît
Statut du contact	Président
Date de visite	22 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	seuil en terre
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	réservoir d'alimentation
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.10 – Résumé Canal de Pratlong

11.1.10.2 Plan de la prise d'eau

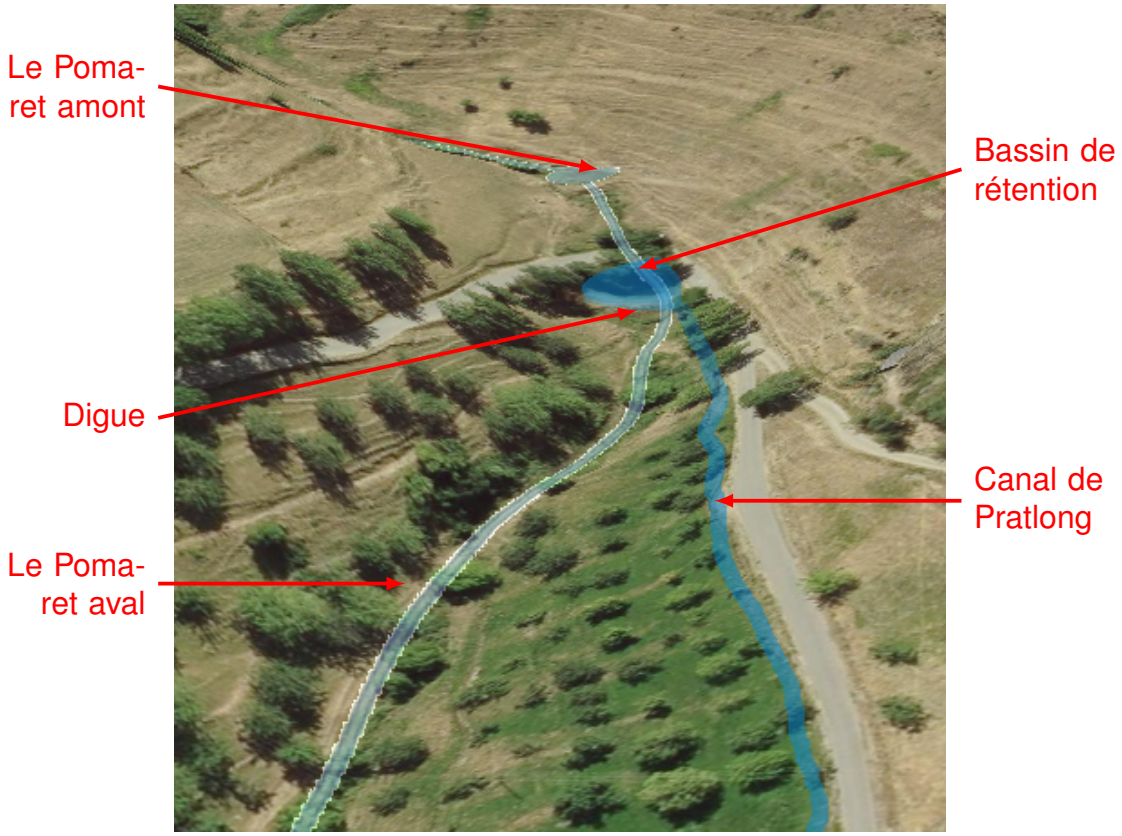


FIGURE 11.70 – Plan de la prise d'eau Canal de Pratlong ©IGN

11.1.10.3 Photographies

FIGURE 11.71 – Photo du bassin d'alimentation du canal de Pratlong

FIGURE 11.72 – Photo de la bonde d'alimentation du canal de Pratlong

FIGURE 11.73 – Photo du canal de Pratlong (vue de la digue du réservoir)

11.1.10.4 Synoptique des débits

La configuration particulière de la prise d'eau constituée d'un réservoir et d'une alimentation du canal par bâchée n'a permis pas d'effectuer de mesures de débit.

FIGURE 11.74 – Synoptique des débits Canal de Pratlong

11.1.10.5 Géométrie de la prise d'eau

La prise d'eau de ce canal n'est pas pourvue d'ouvrage de régulation.

11.1.10.6 Géométrie du canal

11.1.11 Canal de Caudiès sur la Boulzane à Caudiès-de-Fenouillèdes (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.1 page 36.

11.1.11.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Boulzane
Canal	Canal de Caudiès
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	Caudiès-de-Fenouillèdes/376-262
Contact	JOURET PIERRE
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	28 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	187
Surface irriguée (ha)	120
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	3
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	vanne de décharge
Régulation du débit prélevé	vanne en tête de canal
Modélisation du seuil de dérivation	oui
Plusieurs prises sur le seuil	oui
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.11 – Résumé Canal de Caudiès

11.1.11.2 Plan de la prise d'eau

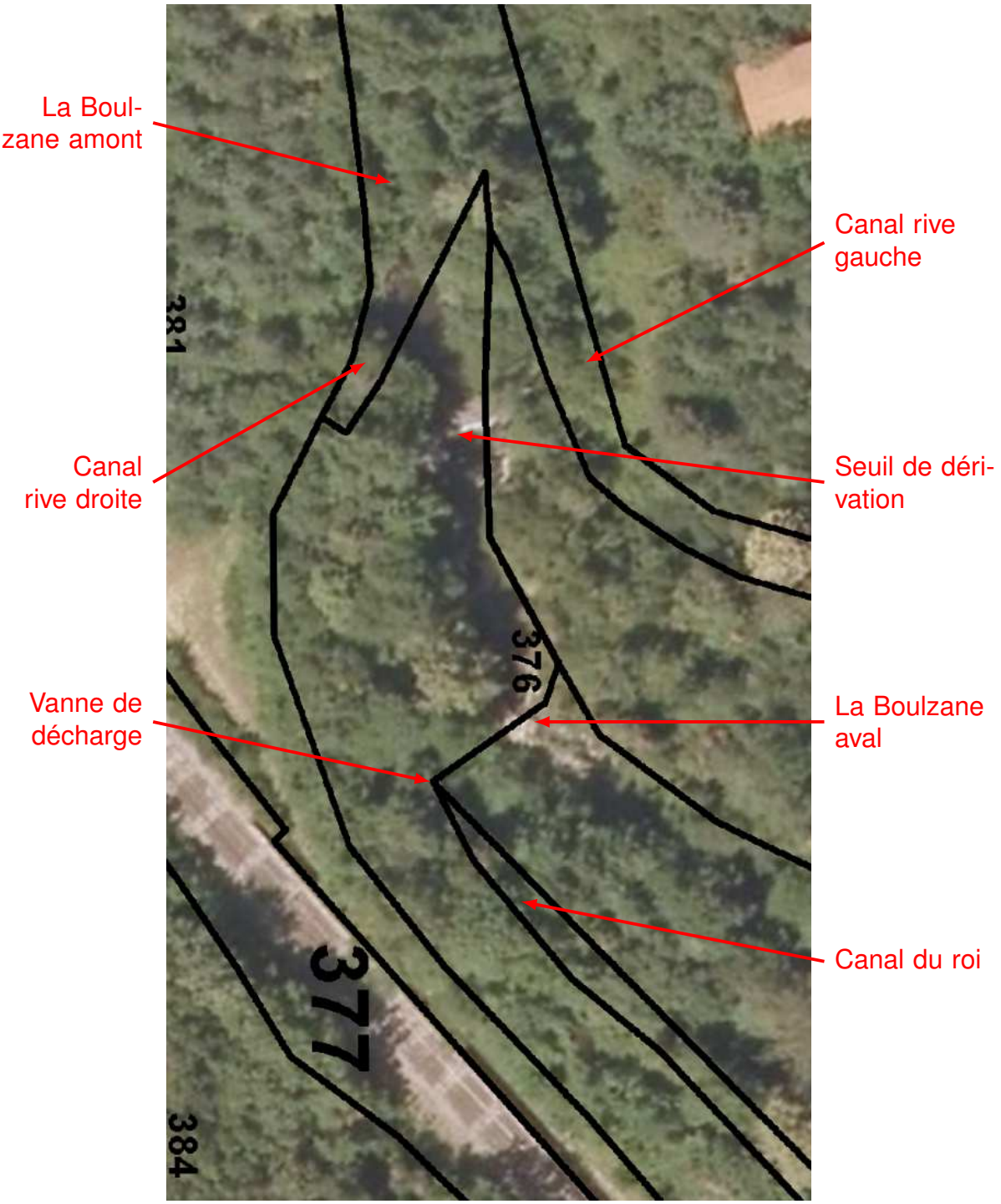


FIGURE 11.75 – Plan de la prise d'eau Canal de Caudiès ©IGN

11.1.11.3 Photographies

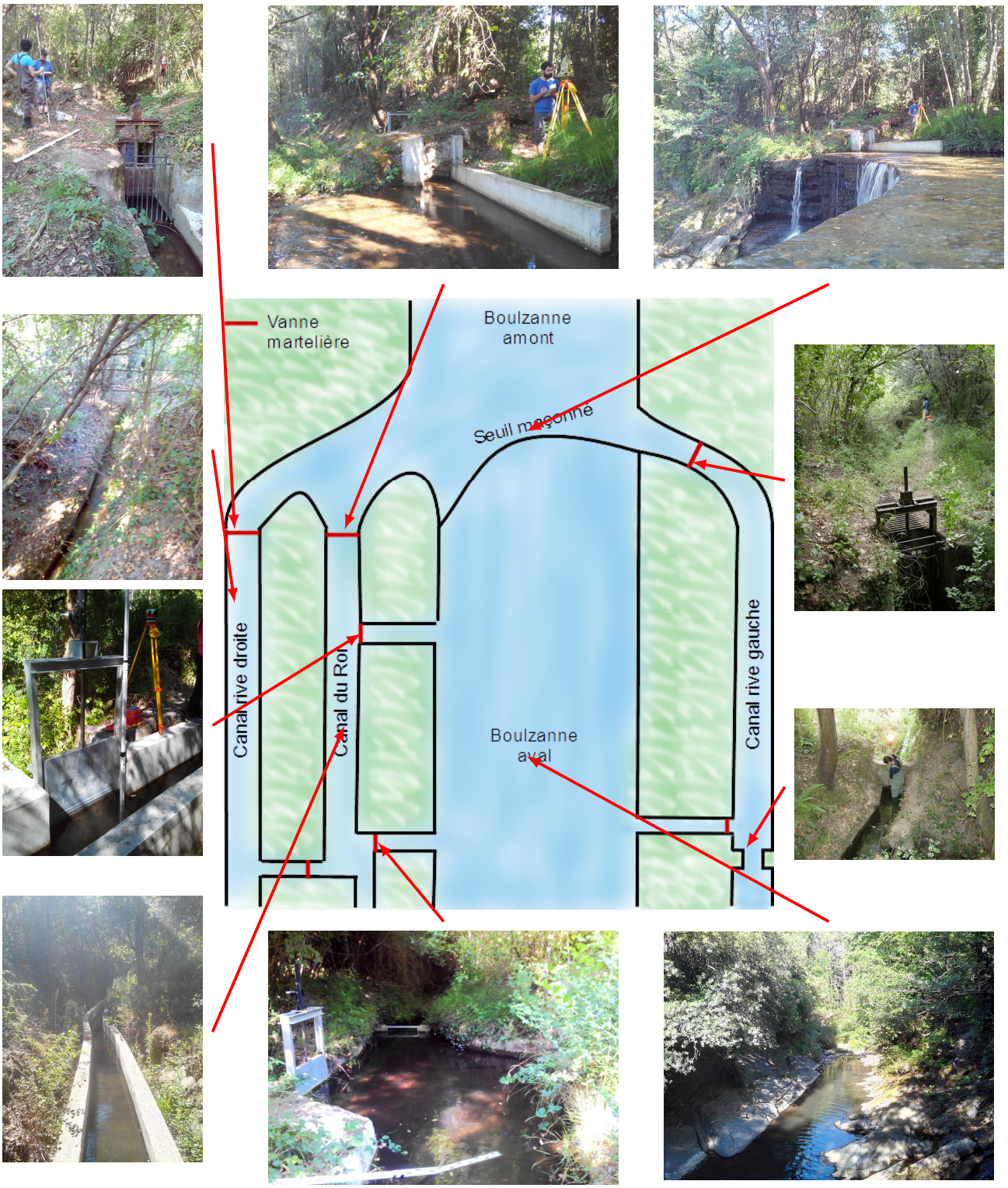


FIGURE 11.76 – Schéma et photographies des canaux de Caudiès

11.1.11.4 Synoptique des débits

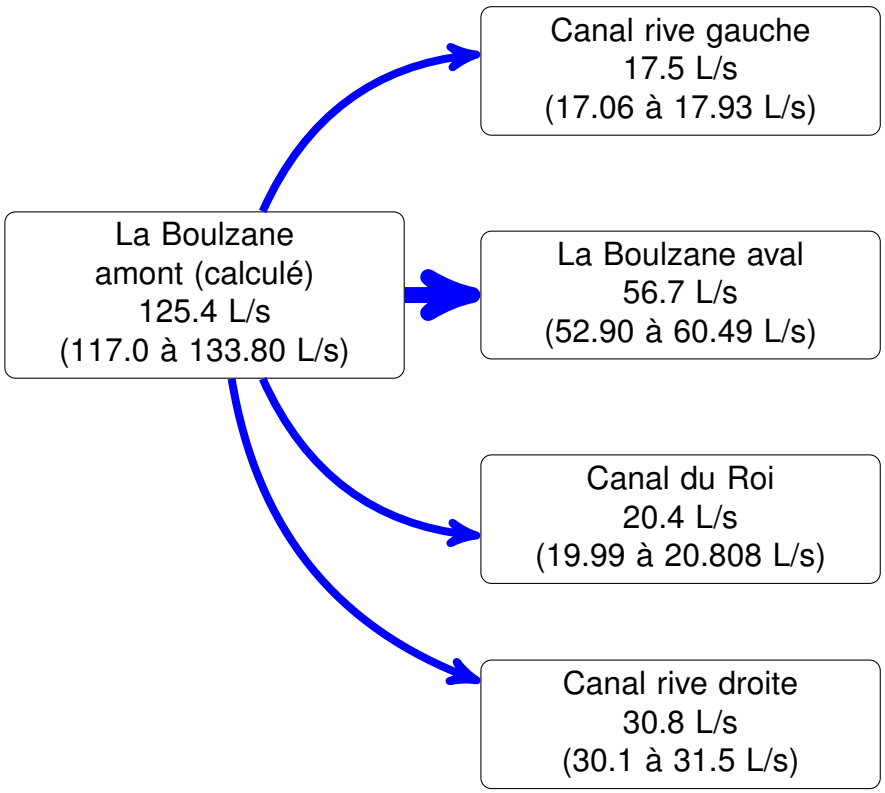


FIGURE 11.77 – Synoptique des débits Canal de Caudiès

11.1.11.5 Géométrie du seuil de dérivation

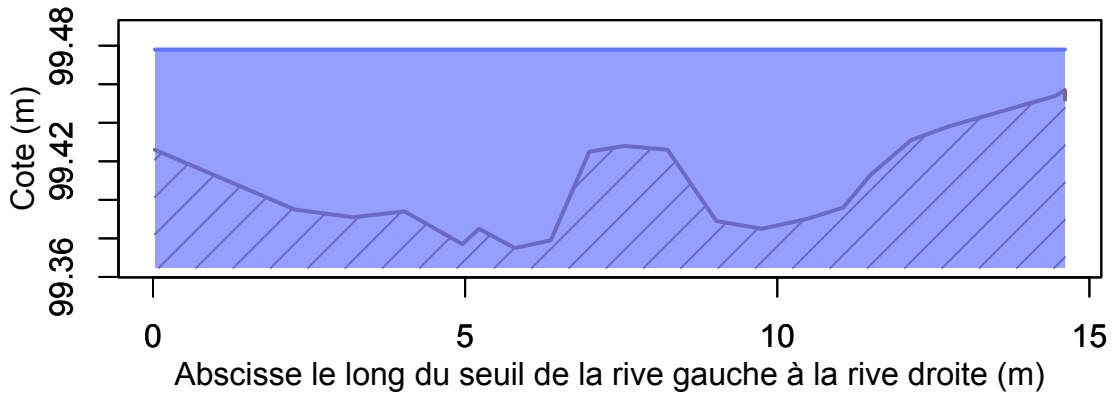


FIGURE 11.78 – Profil transversal du seuil de dérivation Canal de Caudiès

11.1.11.6 Courbe de tarage du seuil du seuil de dérivation

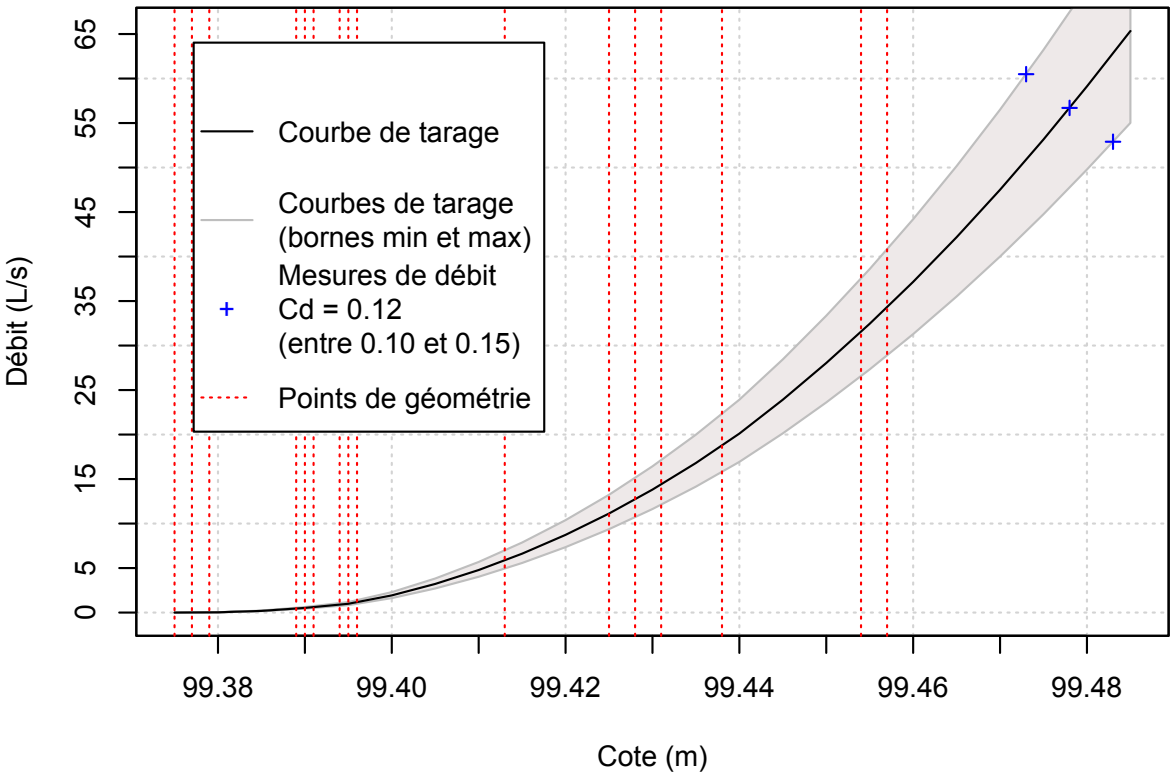


FIGURE 11.79 – Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de Caudiès

11.1.11.7 Géométrie de la prise d'eau

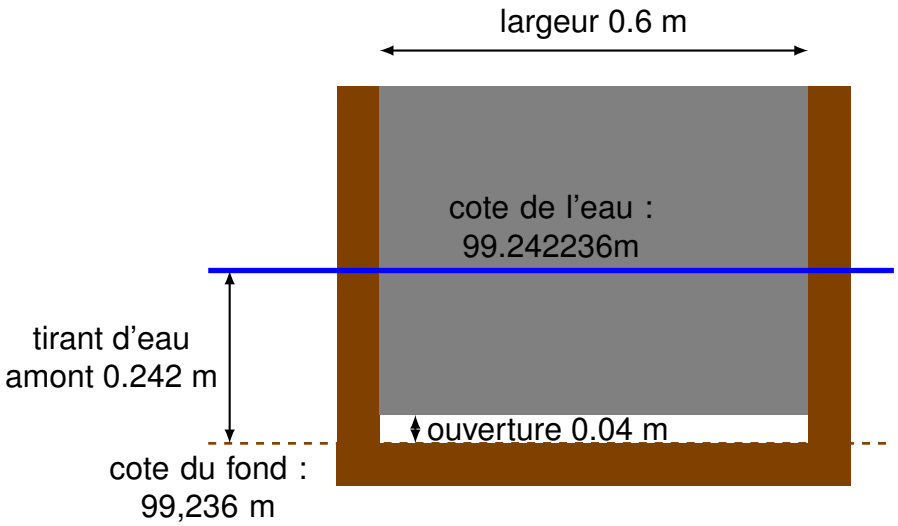


FIGURE 11.80 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal du roi

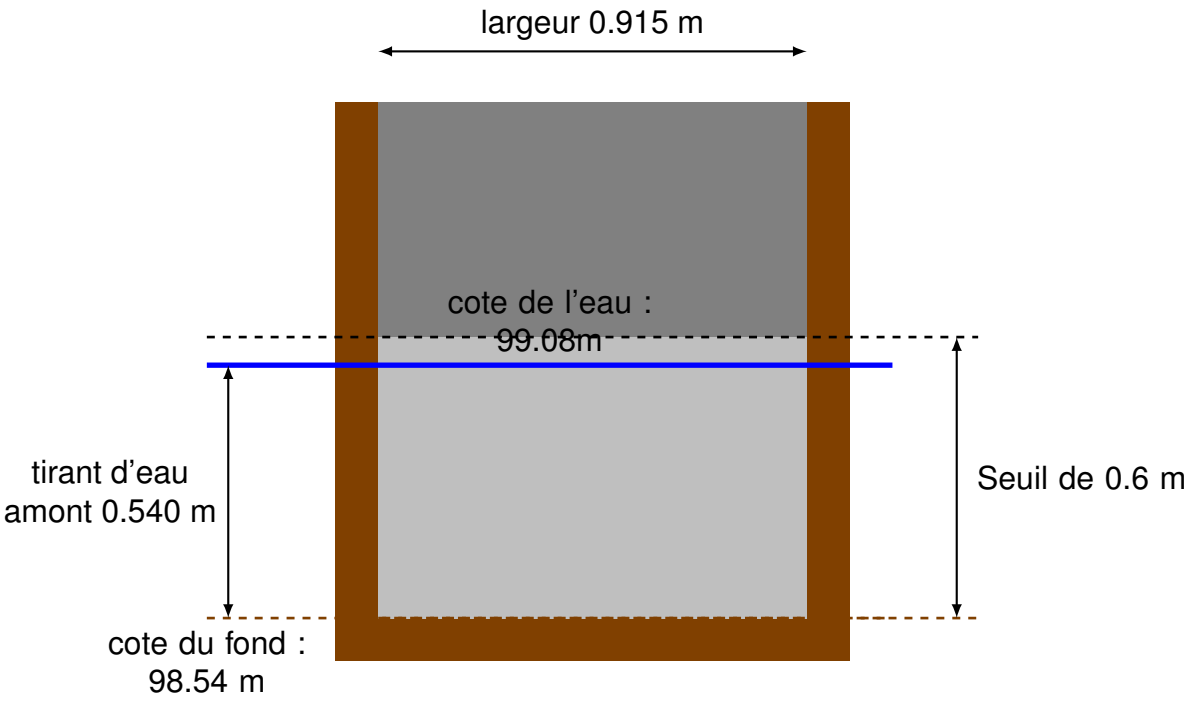


FIGURE 11.81 – Coupe transversale de la vanne de décharge du canal du roi

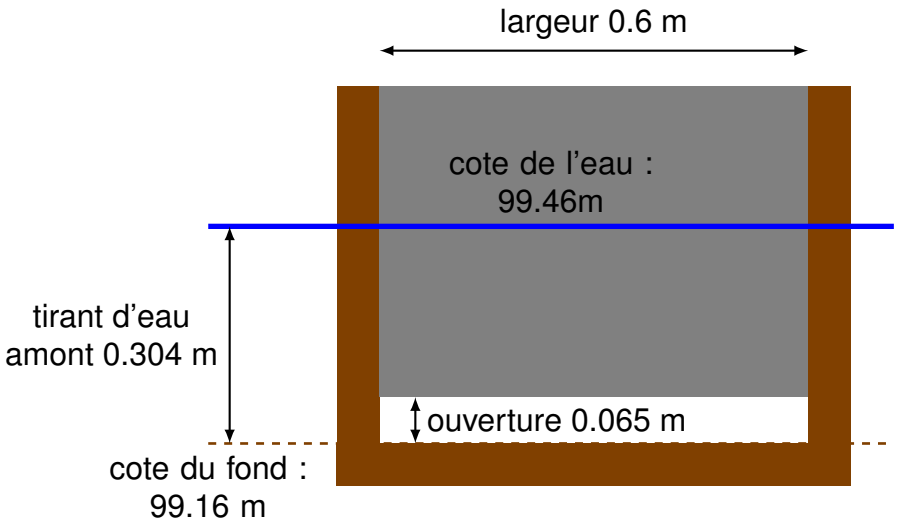


FIGURE 11.82 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal rive droite

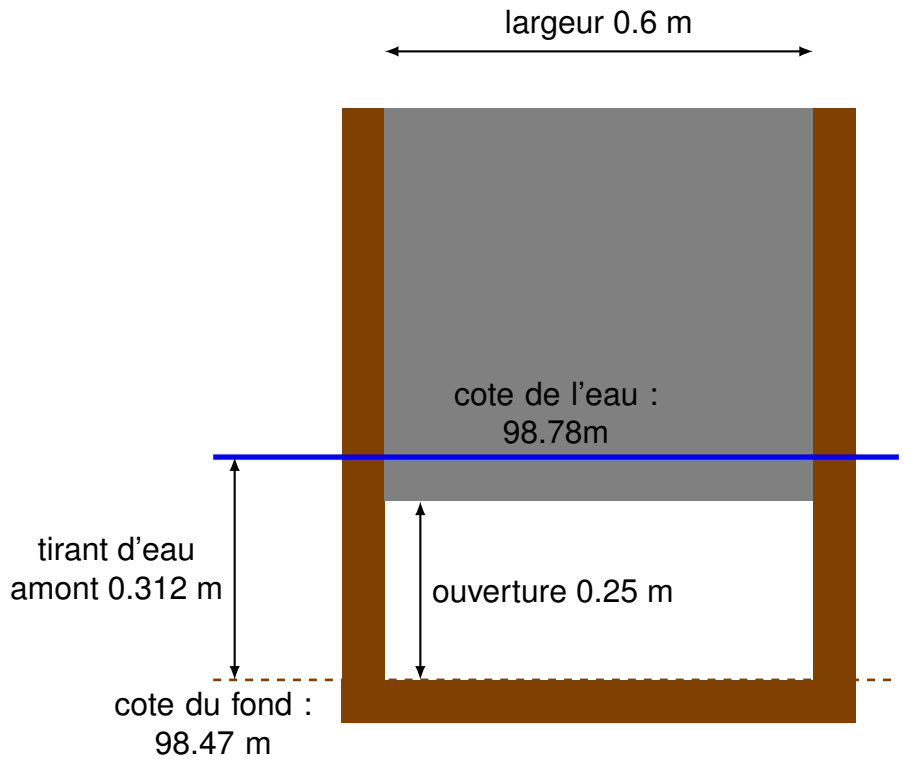


FIGURE 11.83 – Coupe transversale de la vanne de la prise d'eau du canal rive gauche

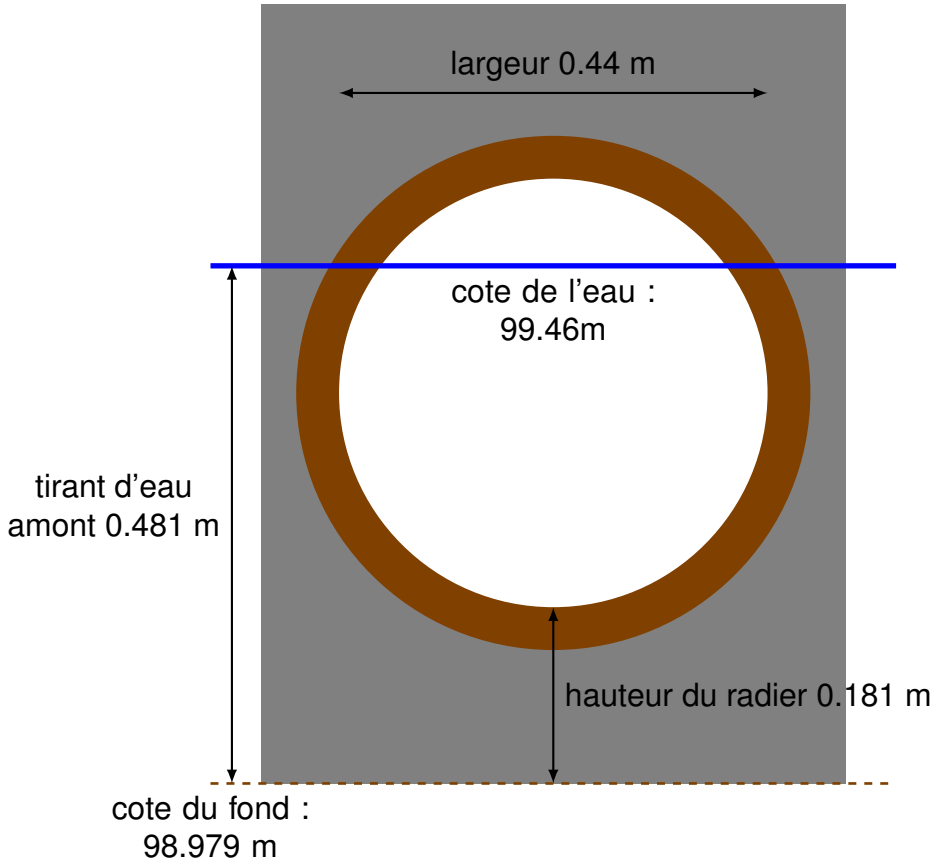
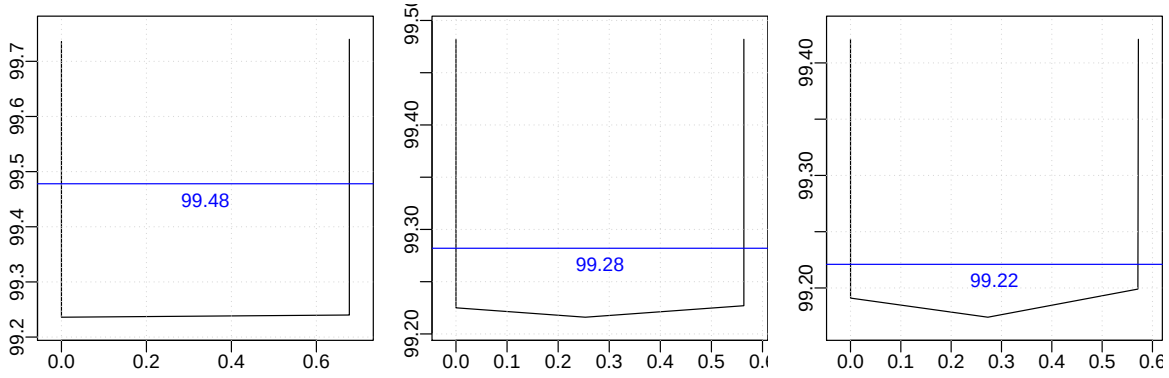


FIGURE 11.84 – Coupe transversale de la buse située à l'aval de la prise d'eau du canal rive gauche

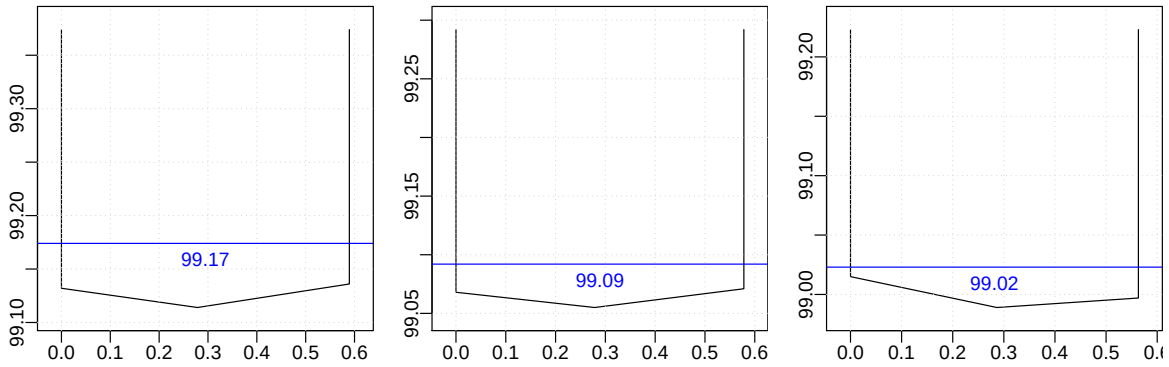
11.1.11.8 Géométrie du canal



(a) ProfilCanal du roi 1000 (x=0.00 m)

(b) ProfilCanal du roi 1001 (x=1.23 m)

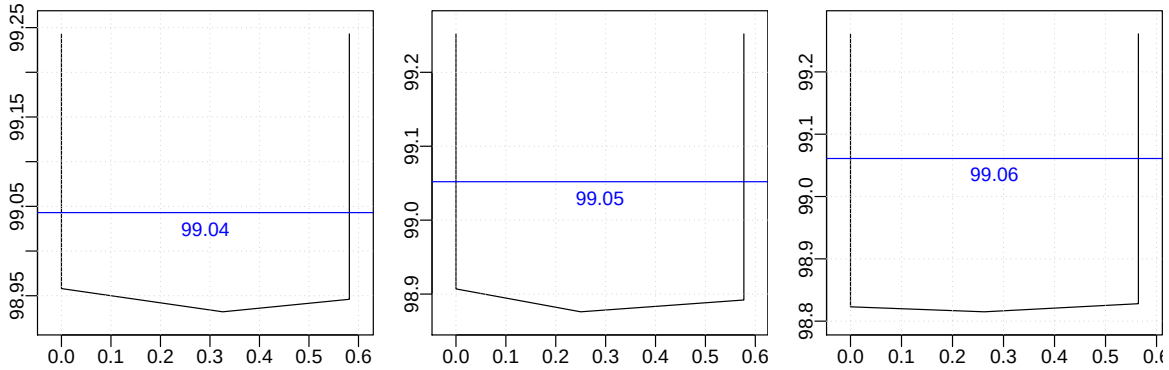
(c) ProfilCanal du roi 1002 (x=2.55 m)



(d) ProfilCanal du roi 1003 (x=3.97 m)

(e) ProfilCanal du roi 1004 (x=5.68 m)

(f) ProfilCanal du roi 1005 (x=7.37 m)

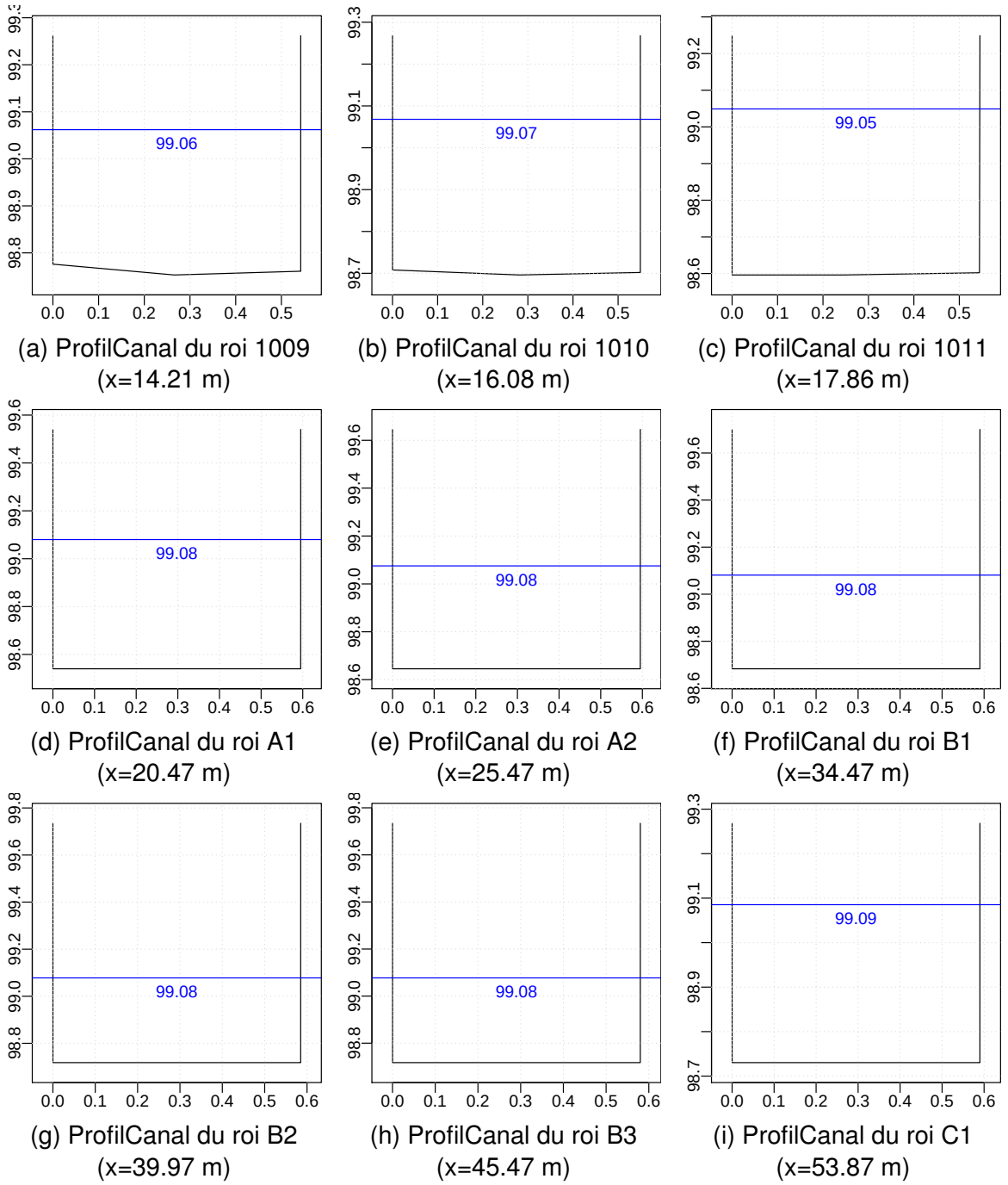


(g) ProfilCanal du roi 1006 (x=8.90 m)

(h) ProfilCanal du roi 1007 (x=10.57 m)

(i) ProfilCanal du roi 1008 (x=12.46 m)

FIGURE 11.85 – Profils en travers (Canal du roi)



(a) ProfilCanal du roi 1009 (x=14.21 m)

(b) ProfilCanal du roi 1010 (x=16.08 m)

(c) ProfilCanal du roi 1011 (x=17.86 m)

(d) ProfilCanal du roi A1 (x=20.47 m)

(e) ProfilCanal du roi A2 (x=25.47 m)

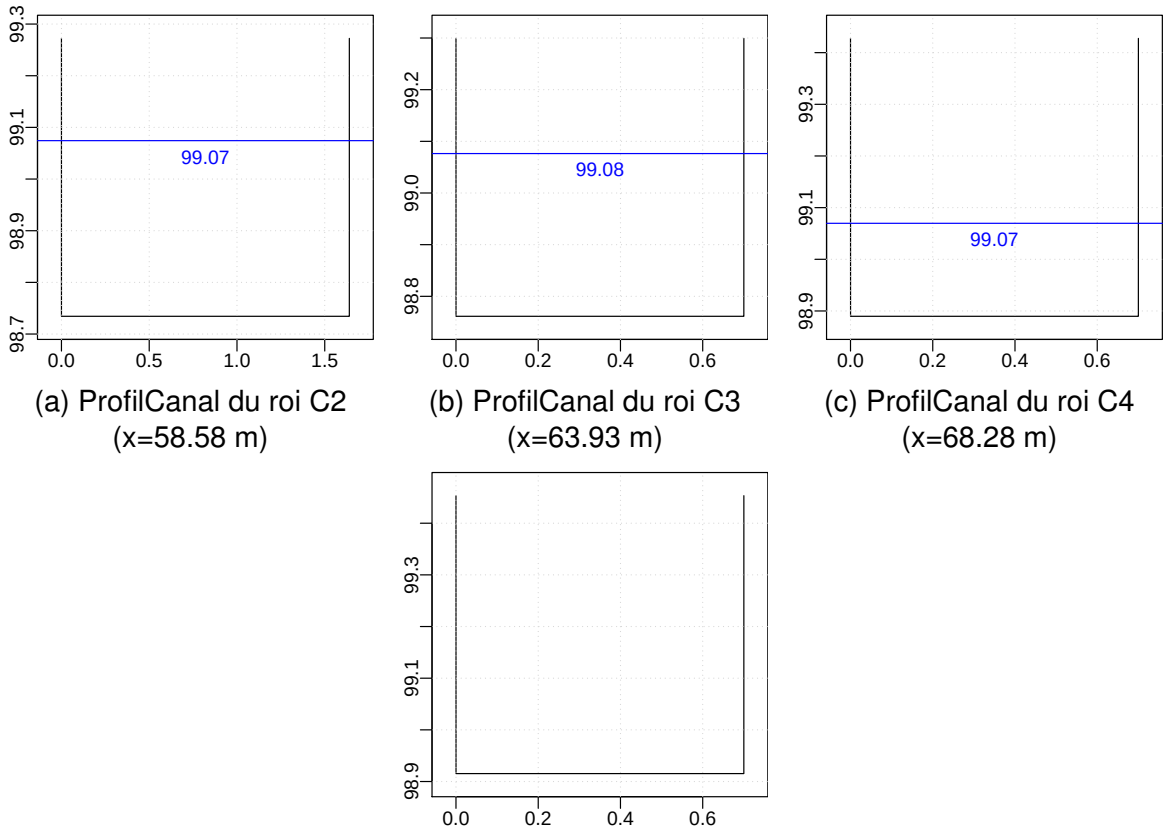
(f) ProfilCanal du roi B1 (x=34.47 m)

(g) ProfilCanal du roi B2 (x=39.97 m)

(h) ProfilCanal du roi B3 (x=45.47 m)

(i) ProfilCanal du roi C1 (x=53.87 m)

FIGURE 11.86 – Profils en travers (Canal du roi)



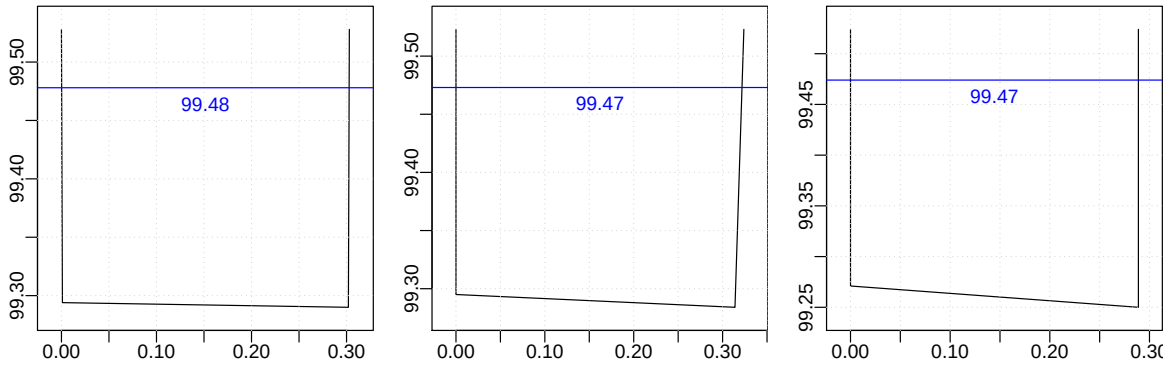
(a) ProfilCanal du roi C2 (x=58.58 m)

(b) ProfilCanal du roi C3 (x=63.93 m)

(c) ProfilCanal du roi C4 (x=68.28 m)

(d) ProfilCanal du roi C5 (x=73.78 m)

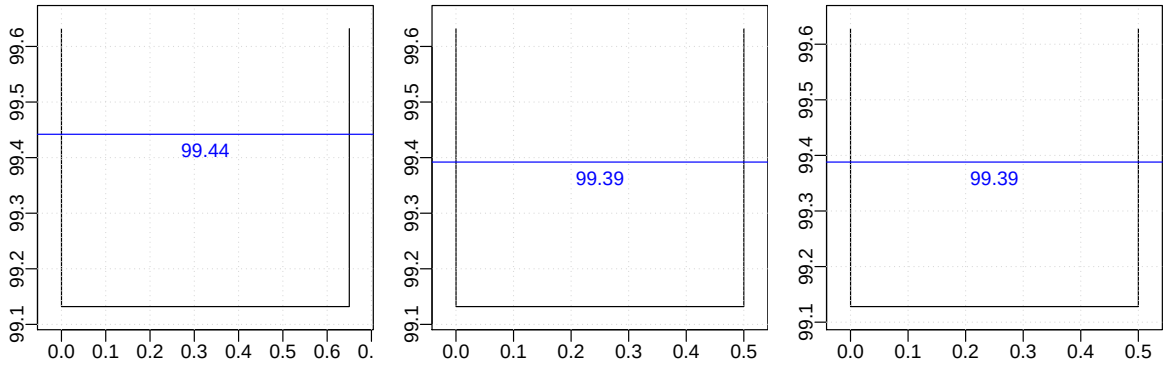
FIGURE 11.87 – Profils en travers (Canal du roi)



(a) ProfilCanal rive droite 3000 (x=0.065 m)

(b) ProfilCanal rive droite 3001 (x=0.58 m)

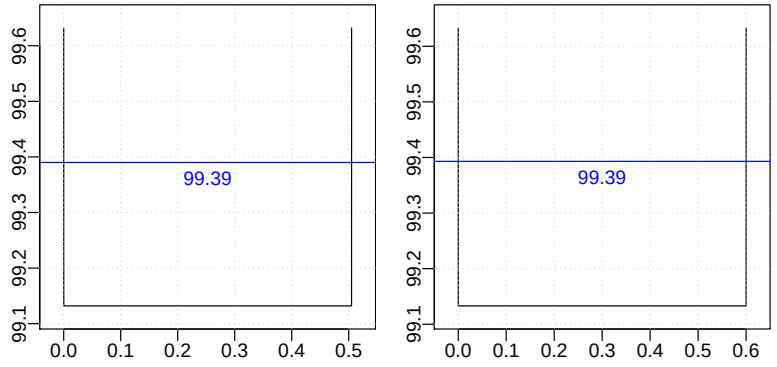
(c) ProfilCanal rive droite 3002 (x=2.89 m)



(d) ProfilCanal rive droite A1 (x=5.89 m)

(e) ProfilCanal rive droite A2 (x=13.89 m)

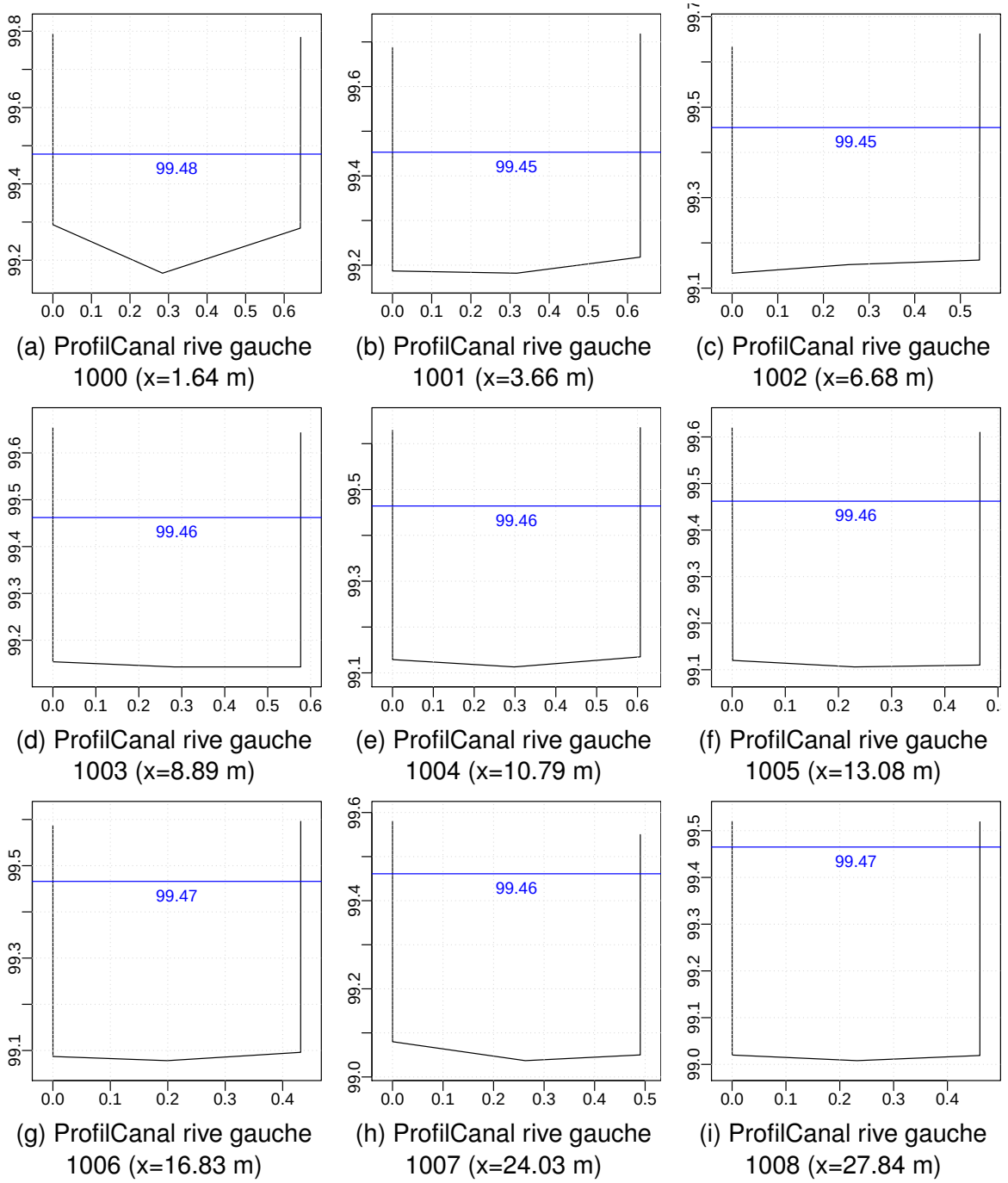
(f) ProfilCanal rive droite A3 (x=16.89 m)



(g) ProfilCanal rive droite A4 (x=26.39 m)

(h) ProfilCanal rive droite A5 (x=31.39 m)

FIGURE 11.88 – Profils en travers (Canal rive droite)



(a) ProfilCanal rive gauche 1000 (x=1.64 m)

(b) ProfilCanal rive gauche 1001 (x=3.66 m)

(c) ProfilCanal rive gauche 1002 (x=6.68 m)

(d) ProfilCanal rive gauche 1003 (x=8.89 m)

(e) ProfilCanal rive gauche 1004 (x=10.79 m)

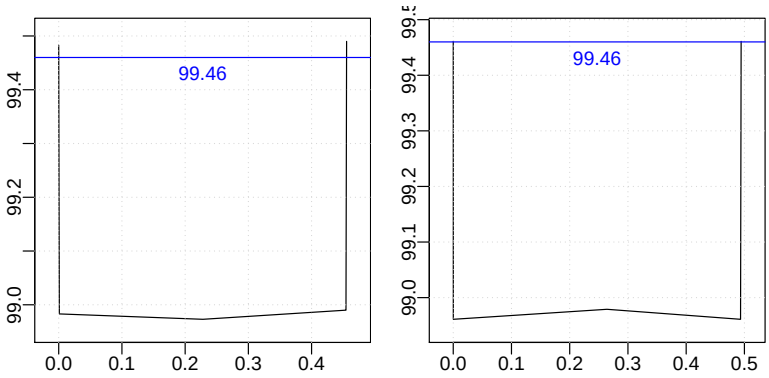
(f) ProfilCanal rive gauche 1005 (x=13.08 m)

(g) ProfilCanal rive gauche 1006 (x=16.83 m)

(h) ProfilCanal rive gauche 1007 (x=24.03 m)

(i) ProfilCanal rive gauche 1008 (x=27.84 m)

FIGURE 11.89 – Profils en travers (Canal rive gauche)



(a) ProfilCanal rive gauche 1009 (x=32.19 m)

(b) ProfilCanal rive gauche 1010 (x=34.97 m)

FIGURE 11.90 – Profils en travers (Canal rive gauche)

11.1.12 Canal de la plaine sur l'Agly à Latour de France (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.8 page 41.

11.1.12.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Agly
Canal	Canal de la plaine
Géolocalisation	Lambert 2 étendu : x=623662 y=750932
Parcelle cadastrale	Latour-de-France
Contact	BAROU Jean Paul
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	28 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	355
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	355
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	390 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	vanne de fond vanne de décharge
Régulation du débit prélevé	aucune
Modélisation du seuil de dérivation	oui
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.12 – Résumé Canal de la plaine

11.1.12.2 Plan de la prise d'eau

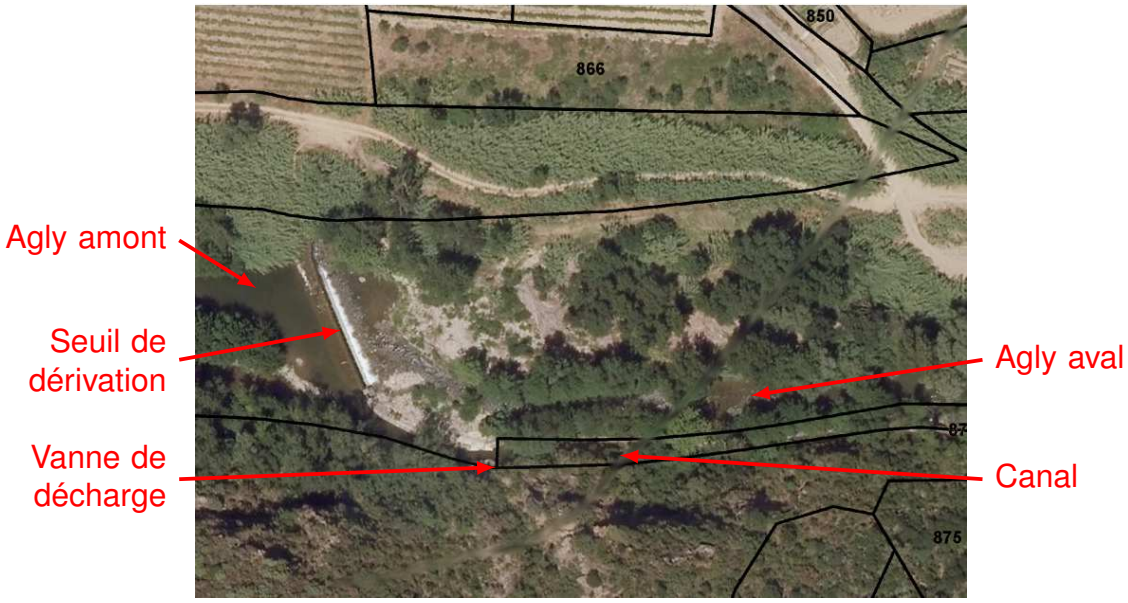


FIGURE 11.91 – Plan de la prise d'eau Canal de la plaine ©IGN

11.1.12.3 Photographies

FIGURE 11.92 – Photo du seuil de dérivation du canal de la plaine (vue depuis le canal)

FIGURE 11.93 – Photo de la vanne de restitution du débit réservé du canal de la plaine

FIGURE 11.94 – Photo du canal de la plaine (vue de la prise d'eau)

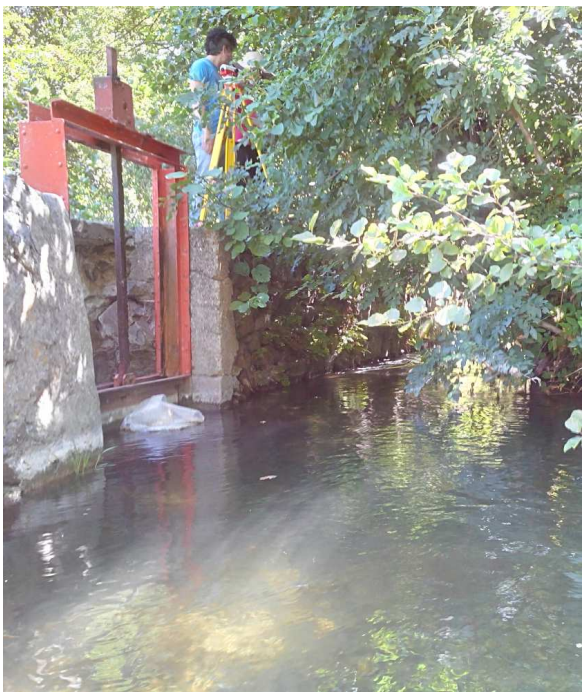


FIGURE 11.95 – Photo de la première vanne de vidange du canal de la plaine (vue depuis l'amont)

FIGURE 11.96 – Photo de l'échelle limnimétrique du canal de la plaine

FIGURE 11.97 – Photo du canal de la plaine à l'aval de l'échelle limnimétrique

11.1.12.4 Synoptique des débits

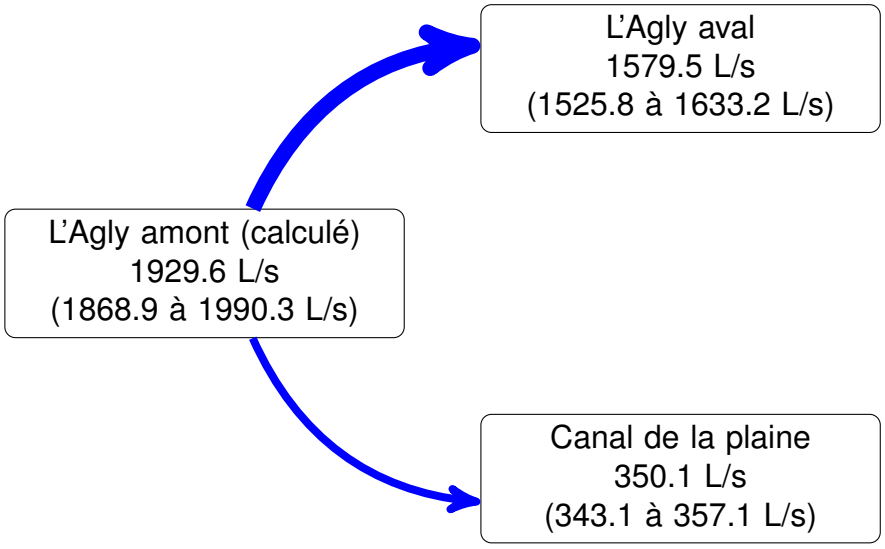


FIGURE 11.98 – Synoptique des débits Canal de la plaine

11.1.12.5 Géométrie du seuil de dérivation

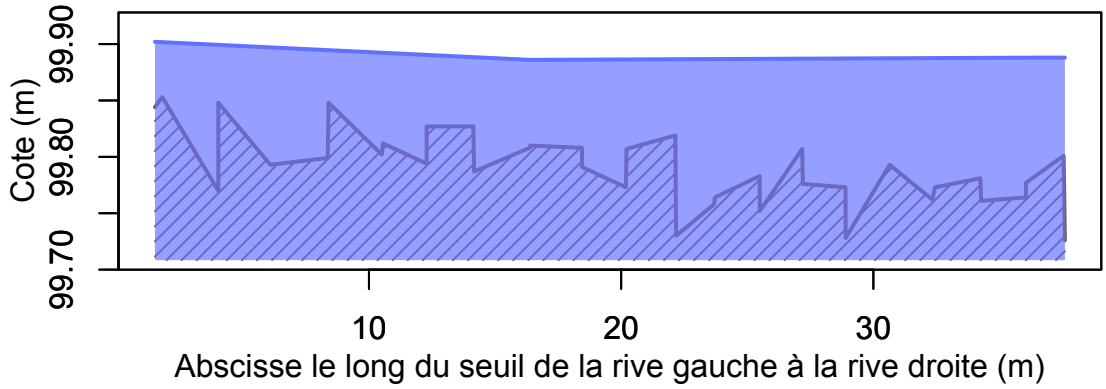


FIGURE 11.99 – Profil transversal du seuil de dérivation Canal de la plaine

11.1.12.6 Courbe de tarage du seuil du seuil de dérivation

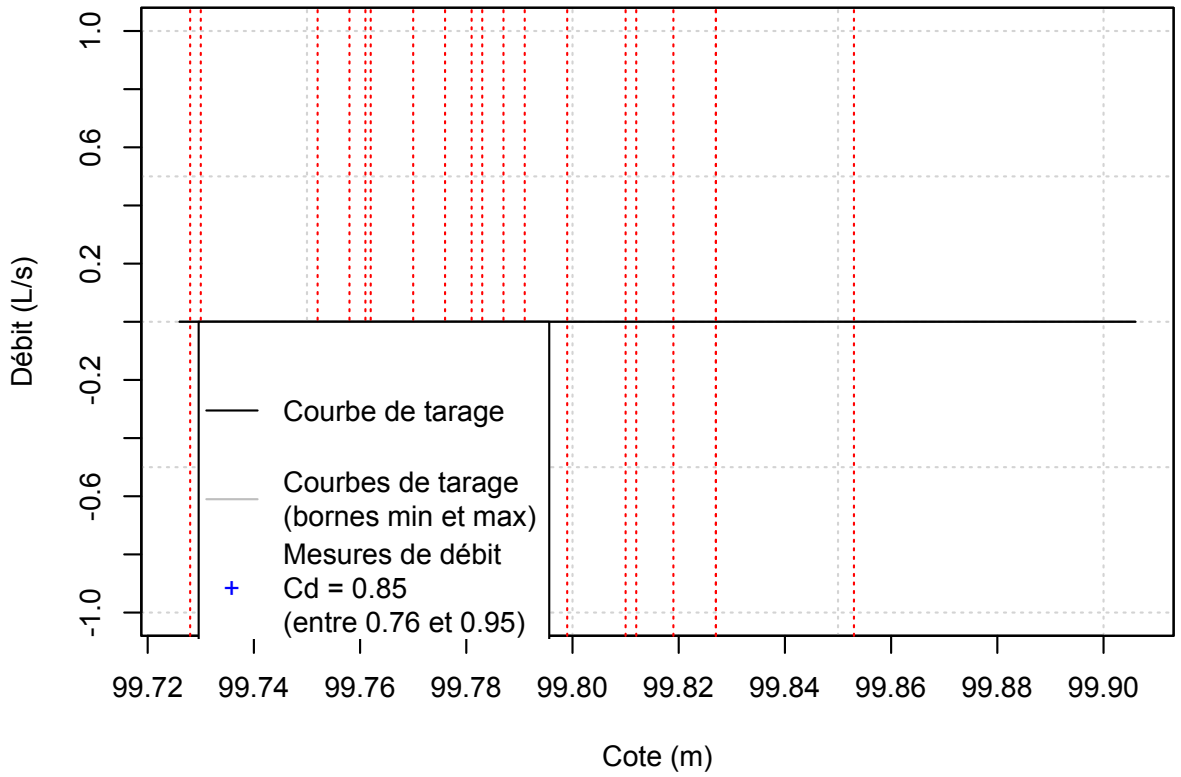
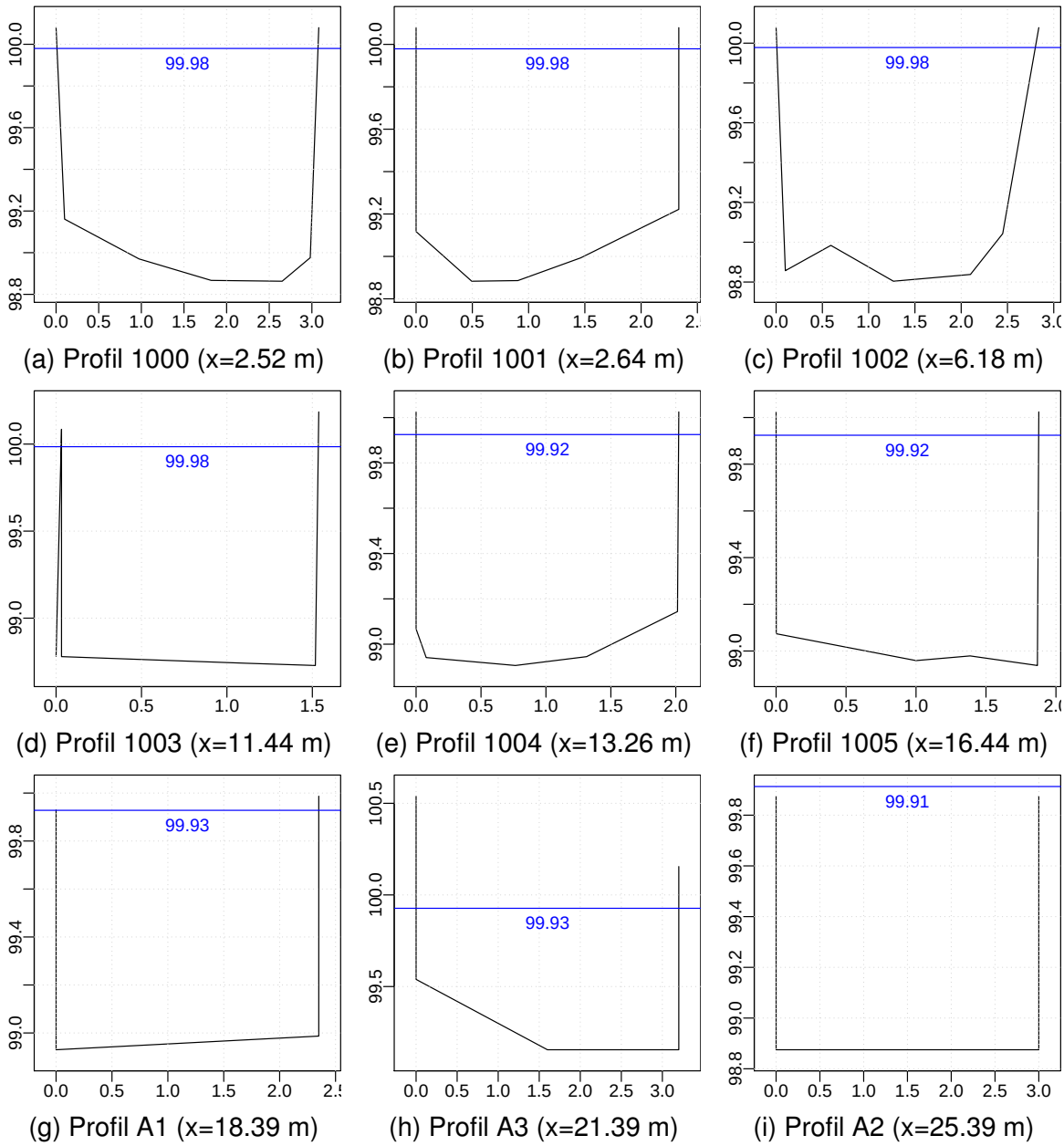


FIGURE 11.100 – Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de la plaine

11.1.12.7 Géométrie de la prise d'eau

La prise d'eau de ce canal n'est pas pourvue d'ouvrage de régulation.

11.1.12.8 Géométrie du canal

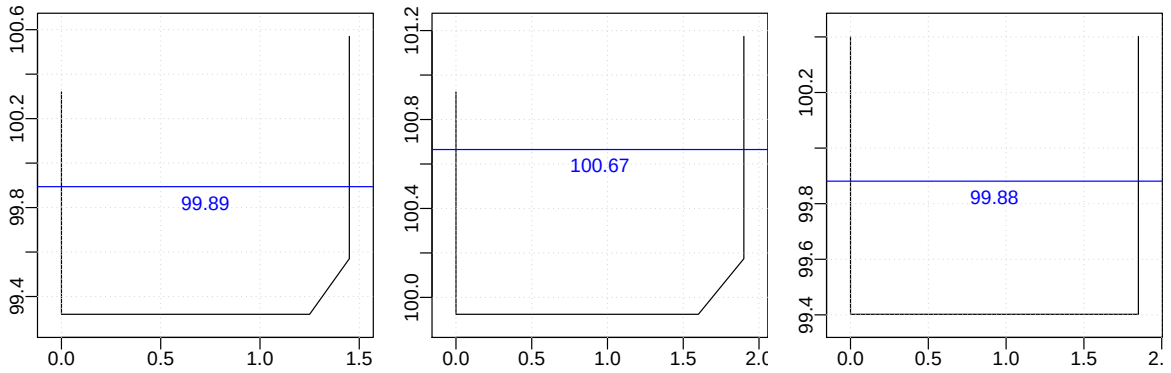


(a) Profil 1000 (x=2.52 m) (b) Profil 1001 (x=2.64 m) (c) Profil 1002 (x=6.18 m)

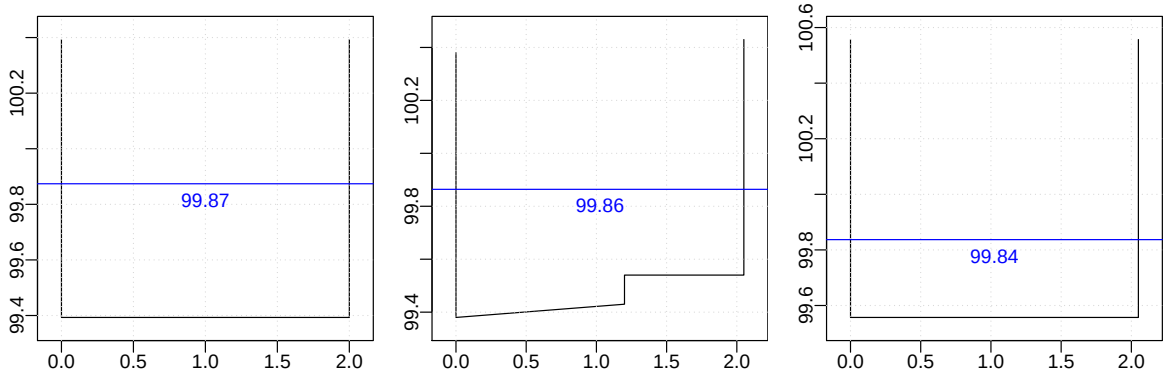
(d) Profil 1003 (x=11.44 m) (e) Profil 1004 (x=13.26 m) (f) Profil 1005 (x=16.44 m)

(g) Profil A1 (x=18.39 m) (h) Profil A3 (x=21.39 m) (i) Profil A2 (x=25.39 m)

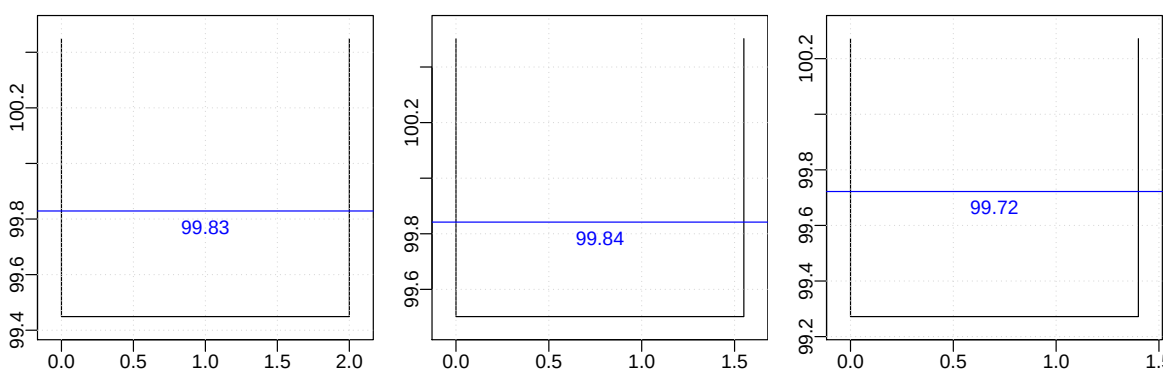
FIGURE 11.101 – Profils en travers



(a) Profil B1 (x=29.29 m) (b) Profil B2 (x=33.29 m) (c) Profil B3 (x=39.49 m)



(d) Profil B4 (x=41.49 m) (e) Profil C1 (x=43.69 m) (f) Profil C2 (x=45.59 m)



(g) Profil C3 (x=48.09 m) (h) Profil C4 (x=51.59 m) (i) Profil C5 (x=56.29 m)

FIGURE 11.102 – Profils en travers

11.1.13 Canal de la branche Ancienne sur la Têt à Prades (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.6 page 40.

11.1.13.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Têt
Canal	Canal de la branche ancienne de Prades
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	Villefranche-de-Conflents / 250
Contact	BIAL JEAN LOUIS
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	29 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	1000
Surface irriguée (ha)	509
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	vanne de décharge
Régulation du débit prélevé	vanne en tête de canal vanne aval avec déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche avec exutoire

TABLE 11.13 – Résumé Canal de la branche ancienne de Prades

11.1.13.2 Plan de la prise d'eau

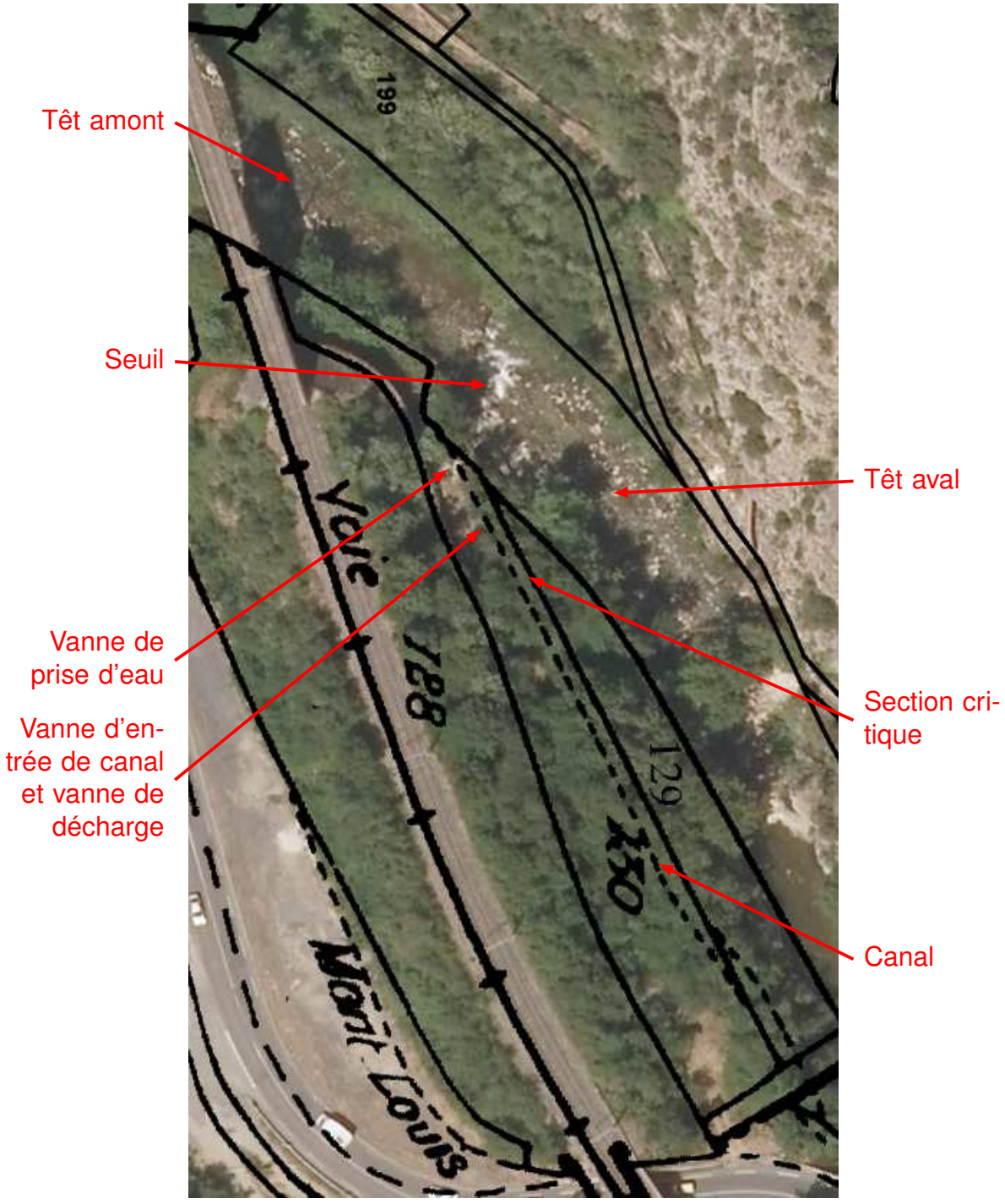


FIGURE 11.103 – Plan de la prise d'eau Canal de la branche ancienne de Prades ©IGN

11.1.13.3 Photographies

FIGURE 11.104 – Photo du seuil de dérivation du canal de branche ancienne (vue depuis la rive droite)

FIGURE 11.105 – Photo du canal de branche ancienne (vue amont)

FIGURE 11.106 – Photo de la prise d'eau du canal de branche ancienne (vue aval)

11.1.13.4 Synoptique des débits

Le canal de branche ancienne est en aval d'un barrage hydro-électrique. Lors de notre campagne de mesures, le barrage turbinait, rendant impossible un mesure précise des débits dans le canal ou dans la rivère à ce moment là.

FIGURE 11.107 – Synoptique des débits Canal de la branche ancienne de Prades

11.1.13.5 Géométrie de la prise d'eau

Les mesures faites sur le terrains concernant les 3 vannes visibles sur les photos ci-dessus ne sont pas exploitables.

11.1.13.6 Géométrie du canal

11.1.14 Canal du Bac de Joncet sur la Têt à Olette (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.4 page 38.

11.1.14.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Têt
Canal	Canal du Bac de Joncet
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	
Contact	BOLLO HENRI
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	29 juillet 2016
Droit d'eau (L/s)	70
Surface irriguée (ha)	30
Prélèvement connu (l/s)	100
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	aucun
Type de seuil de dérivation	sans seuil
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	vanne aval avec déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	sans seuil

TABLE 11.14 – Résumé Canal du Bac de Joncet

11.1.14.2 Plan de la prise d'eau

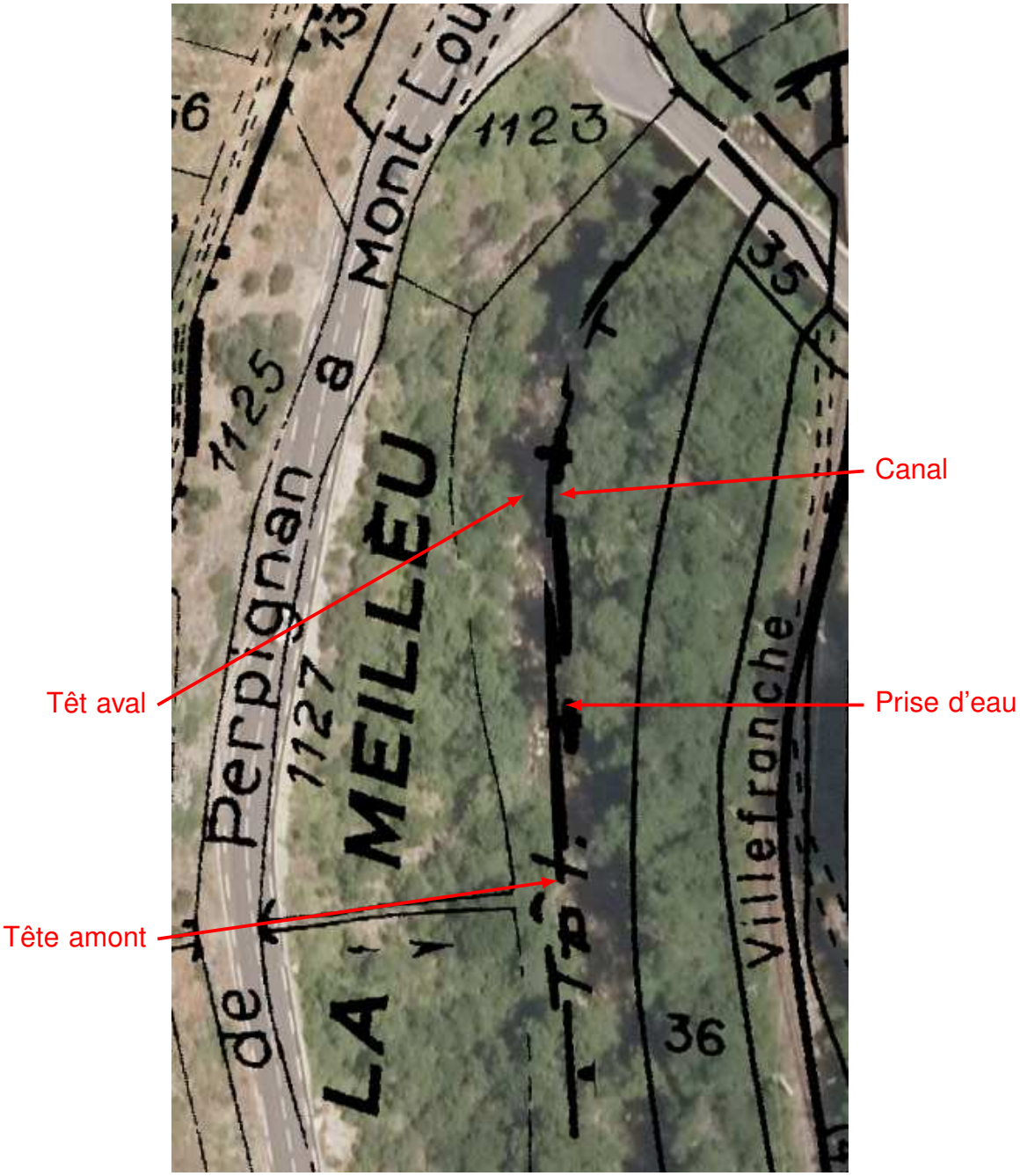


FIGURE 11.108 – Plan de la prise d'eau Canal du Bac de Joncet ©IGN

11.1.14.3 Photographies

FIGURE 11.109 – Photo du canal du bac de joncet (vue aval)

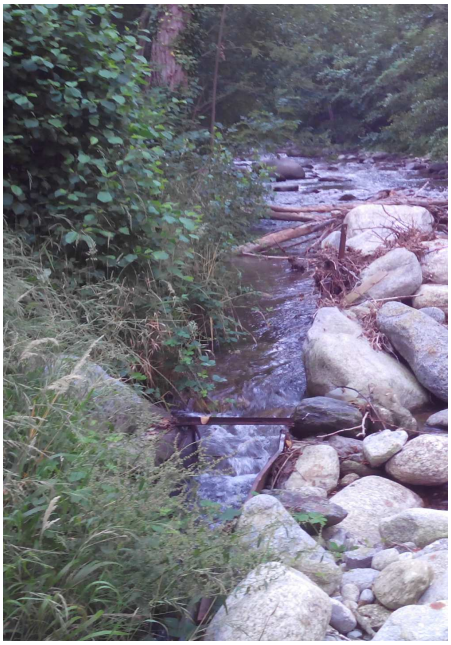


FIGURE 11.110 – Photo du canal d'amené du canal du bac de joncet (vue aval)

FIGURE 11.111 – Photo de la vanne de décharge du canal du bac de joncet située quelques dizaines de mètres en aval de la prise d'eau

FIGURE 11.112 – Photo du seuil de décharge et de la vanne de régulation du débit prélevé par le canal situés plus de 250 m en aval de la prise d'eau (vue amont)

11.1.14.4 Synoptique des débits

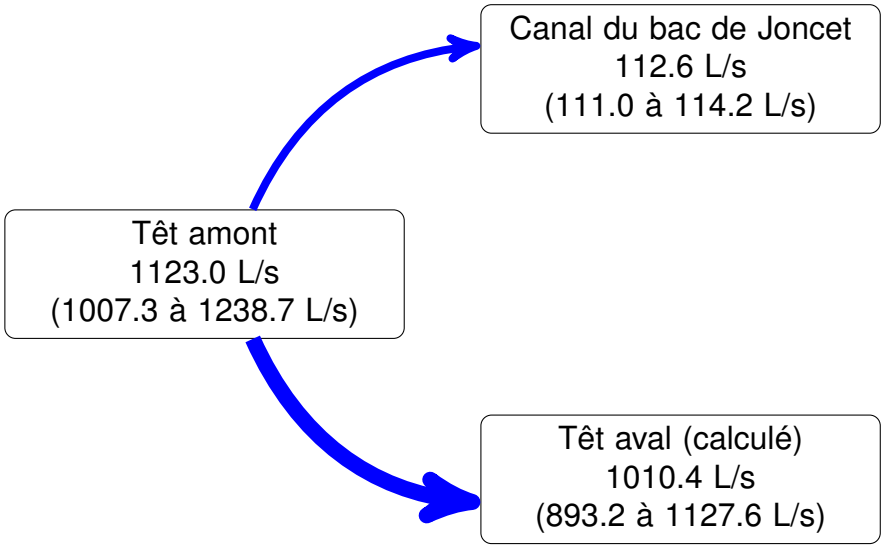
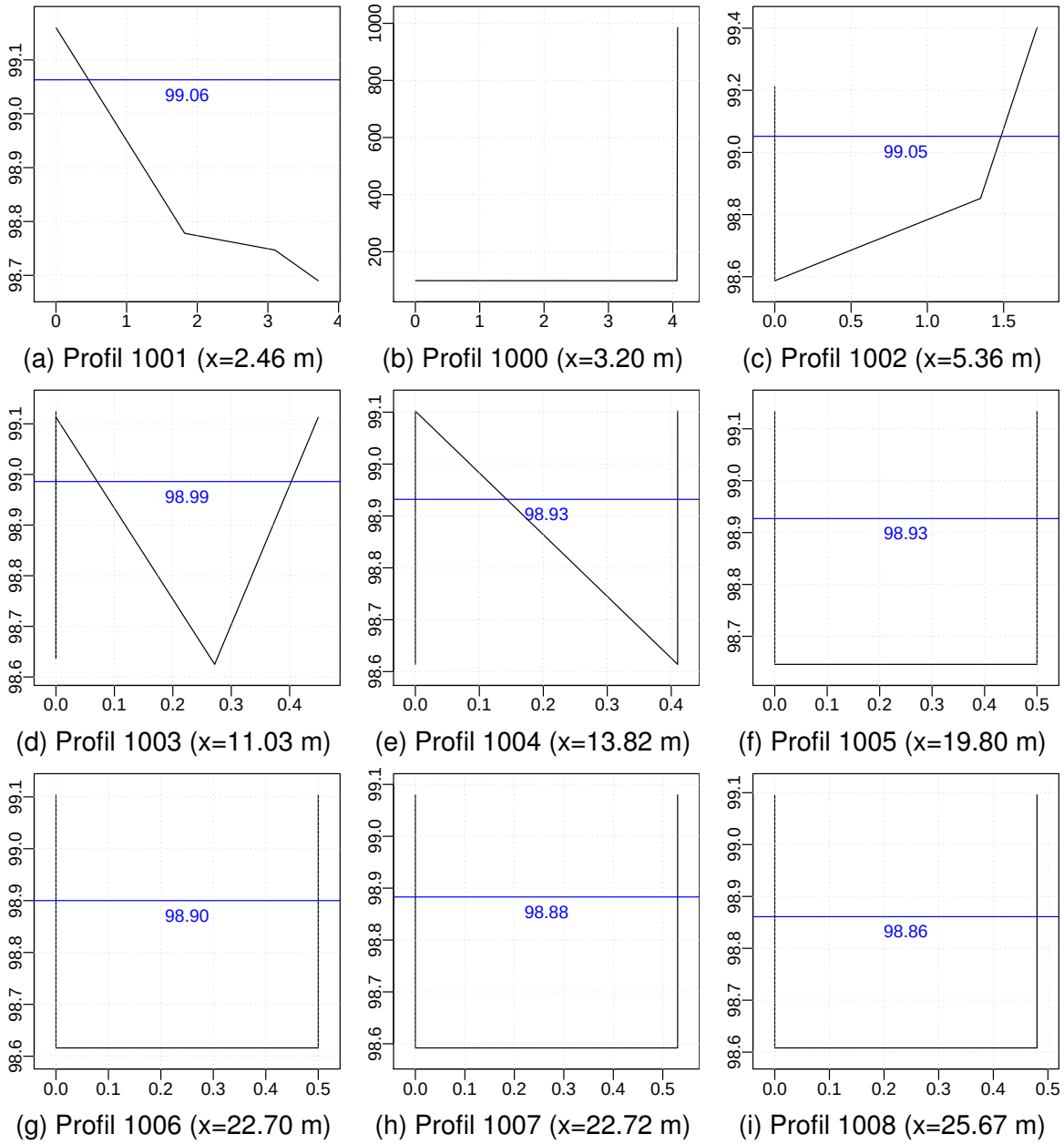


FIGURE 11.113 – Synoptique des débits Canal du Bac de Joncet

11.1.14.5 Géométrie de la prise d'eau

Les dimensions de la vanne de décharge présent quelques dizaines de mètres à l'aval de la prise (Voir Figure 11.111), du seuil de décharge et de la vanne de régulation du débit prélevé situés 250 mètres en aval de la prise d'eau (Voir Figure 11.112) n'ont pas été relevées.

11.1.14.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1001 (x=2.46 m) (b) Profil 1000 (x=3.20 m) (c) Profil 1002 (x=5.36 m)

(d) Profil 1003 (x=11.03 m) (e) Profil 1004 (x=13.82 m) (f) Profil 1005 (x=19.80 m)

(g) Profil 1006 (x=22.70 m) (h) Profil 1007 (x=22.72 m) (i) Profil 1008 (x=25.67 m)

FIGURE 11.114 – Profils en travers

11.1.15 Canal de la Lliterà sur la Lliterà à Prades (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.7 page 40.

11.1.15.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Llitéra
Canal	Canal de la Lliterà
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	Prades
Contact	
Statut du contact	
Date de visite	9 août 2016
Droit d'eau (L/s)	25
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	13 l/s
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	amas de pierres bâché
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	aucune
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.15 – Résumé Canal de la Lliterà

11.1.15.2 Plan de la prise d'eau

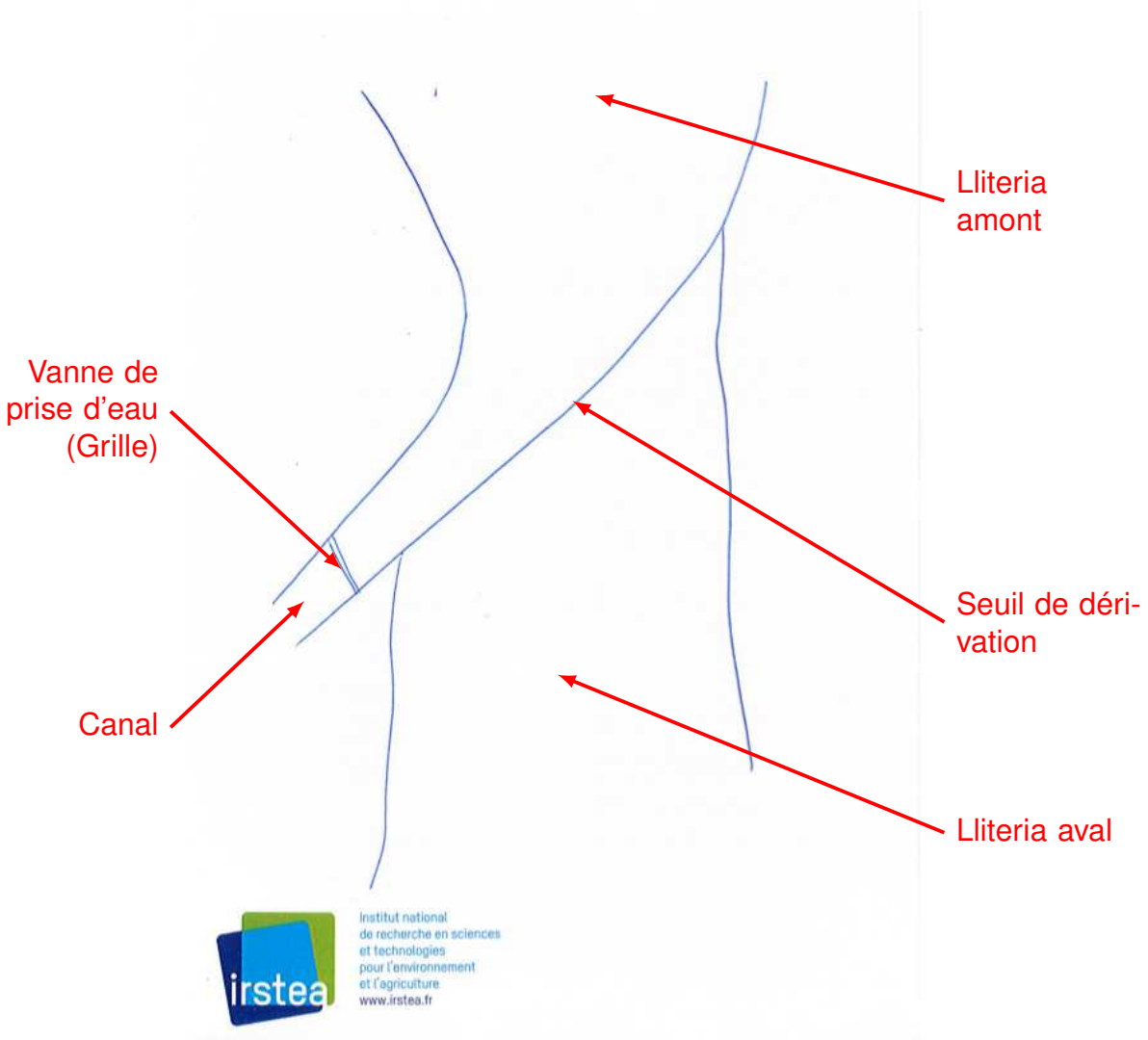


FIGURE 11.115 – Plan de la prise d'eau Canal de la lliterà ©IGN

FIGURE 11.116 – Photo du seuil de dérivation du canal de la lliteria (vue amont)

FIGURE 11.117 – Photo du canal de l'Évol et de la prise d'eau du canal (vue amont)

11.1.15.4 Synoptique des débits

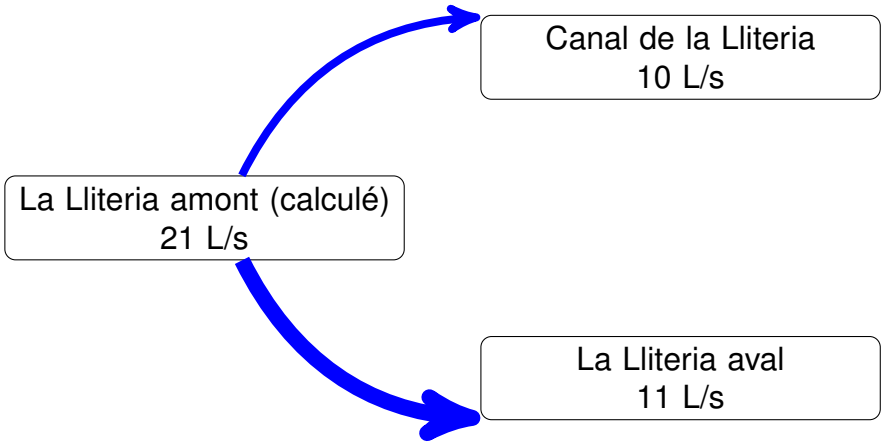
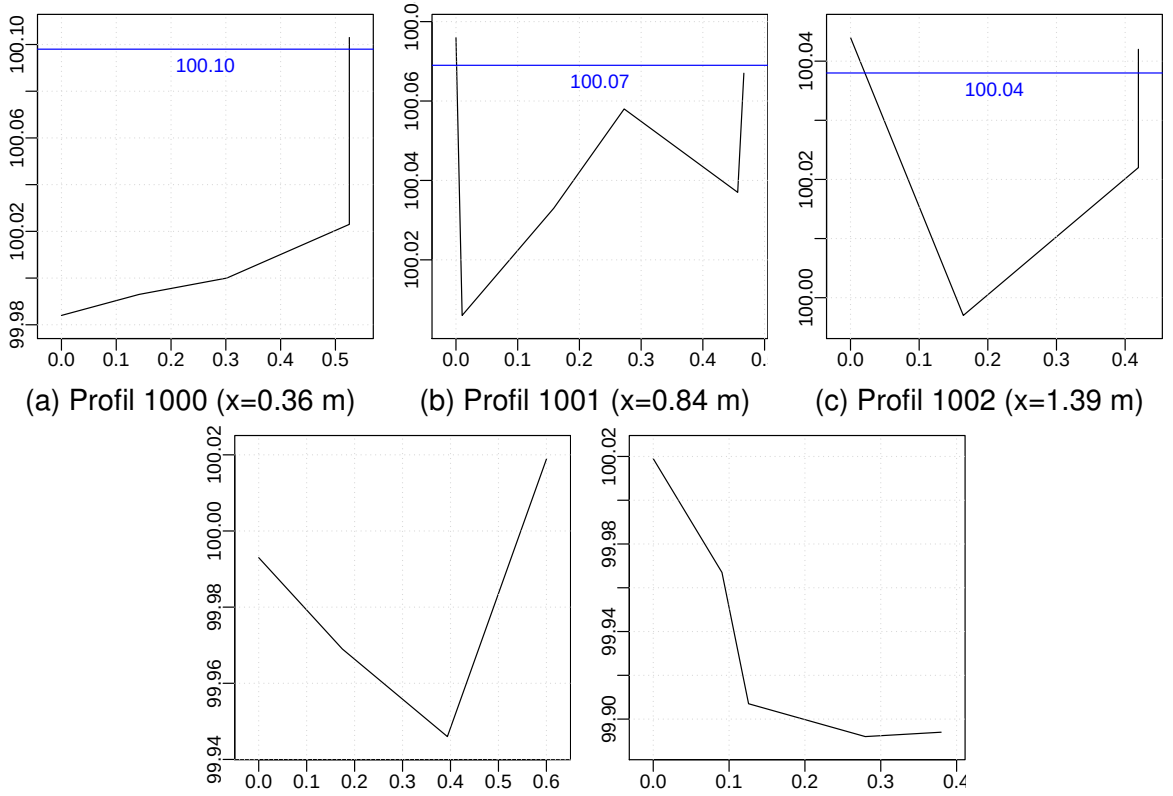


FIGURE 11.118 – Synoptique des débits Canal de la Lliterà

11.1.15.5 Géométrie de la prise d'eau

La prise d'eau de ce canal n'est pas pourvue d'ouvrage de régulation.

11.1.15.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1000 (x=0.36 m) (b) Profil 1001 (x=0.84 m) (c) Profil 1002 (x=1.39 m)

(d) Profil 1003 (x=2.18 m) (e) Profil 1004 (x=2.65 m)

FIGURE 11.119 – Profils en travers

11.1.16 Canal du Mas Blanc sur la Rahur à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.3 page 37.

11.1.16.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Rahur
Canal	Canal du Mas Blanc
Géolocalisation	Lambert 2 étendu : x=567524.6 y=1716471.7
Parcelle cadastrale	Bourg-Madame
Contact	Jean De Maury
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	10 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	enrochement
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	buse
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.16 – Résumé Canal du Mas Blanc

11.1.16.2 Plan de la prise d'eau

FIGURE 11.120 – Plan de la prise d'eau Canal du Mas Blanc ©IGN

11.1.16.3 Photographies

FIGURE 11.121 – Photo du seuil de dérivation du canal du Mas Blanc (vue de la prise d'eau)

(a) Canal

(b) Passage en souterrain du canal

FIGURE 11.122 – Photo du canal du Mas blanc et du passage en souterrain de celui ci

11.1.16.4 Synoptique des débits

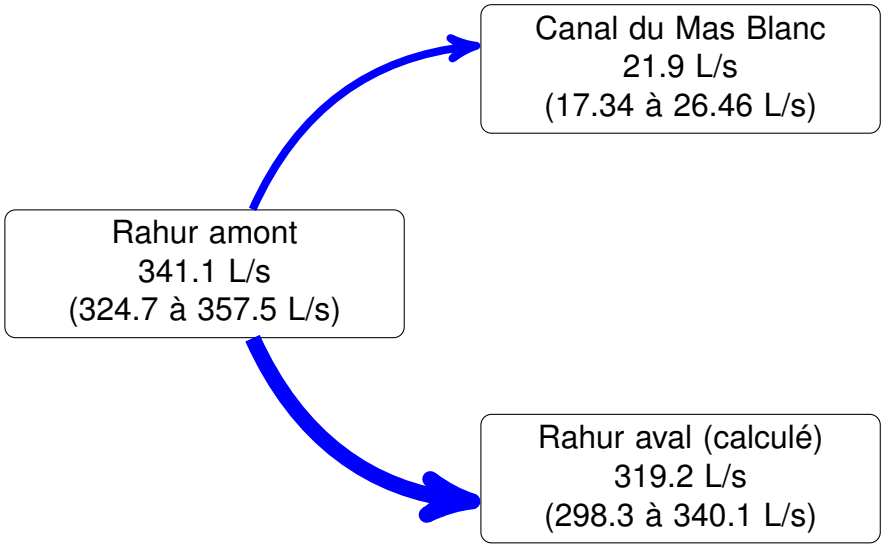


FIGURE 11.123 – Synoptique des débits Canal du Mas Blanc

11.1.16.5 Géométrie de la prise d'eau

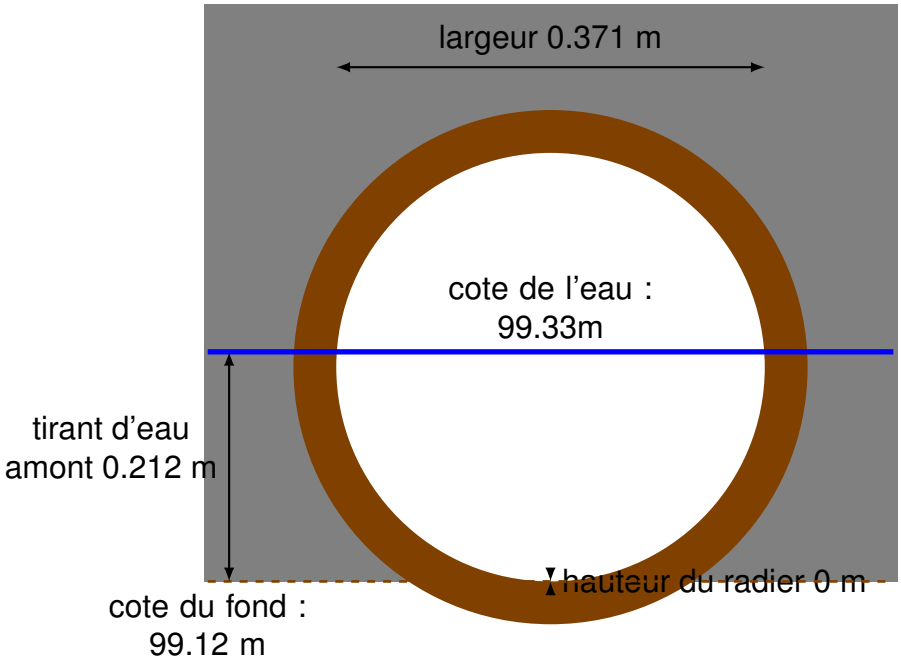
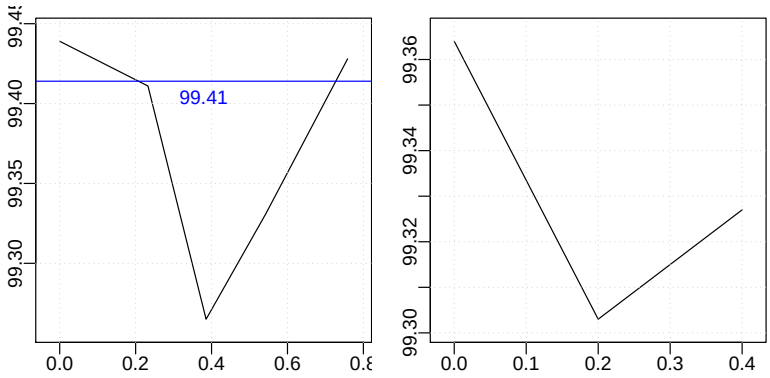


FIGURE 11.124 – Coupe transversale de la buse présente dans le canal du Mas Blanc

11.1.16.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1000 (x=0.096 m) (b) Profil 1001 (x=0.31 m)

FIGURE 11.125 – Profils en travers

11.1.17 Canal de la Prades sur le Sègre à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.2 page 37.

11.1.17.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Sègre
Canal	Canal de la Prades
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	Bourg-Madame
Contact	Marty Joseph
Statut du contact	Président de l'ASA
Date de visite	10 août 2016
Droit d'eau (L/s)	inconnu
Surface irriguée (ha)	57
Prélèvement connu (l/s)	40
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	maçonné
Type de seuil de dérivation	étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	buse
Modélisation du seuil de dérivation	oui
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil étanche sans exutoire

TABLE 11.17 – Résumé Canal de la Prades

11.1.17.2 Plan de la prise d'eau

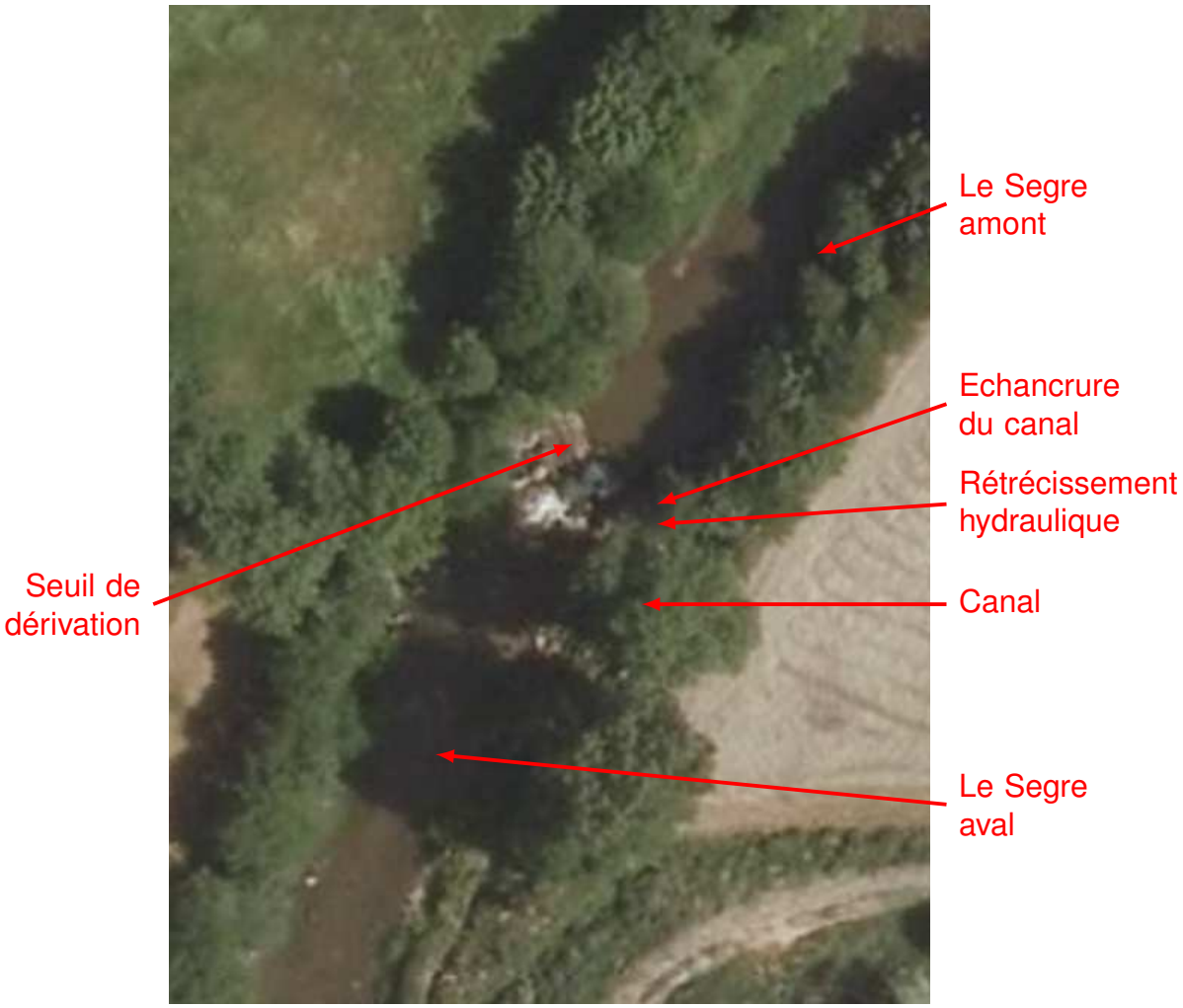


FIGURE 11.126 – Plan de la prise d'eau Canal de la Prades ©IGN

11.1.17.3 Photographies

FIGURE 11.127 – Photo du seuil du canal de la prades (vue aval)

FIGURE 11.128 – Photo du canal de la prades (vue aval)

FIGURE 11.129 – Photo de l'échancrure en rive gauche du cours d'eau

FIGURE 11.130 – Photo de l'amont de la buse après l'échancrure

11.1.17.4 Synoptique des débits

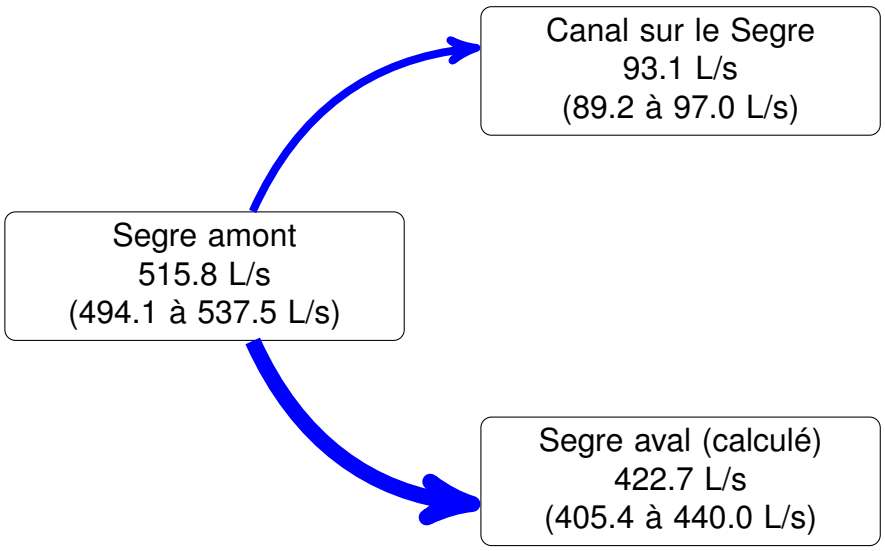


FIGURE 11.131 – Synoptique des débits Canal de la Prades

11.1.17.5 Géométrie du seuil de dérivation

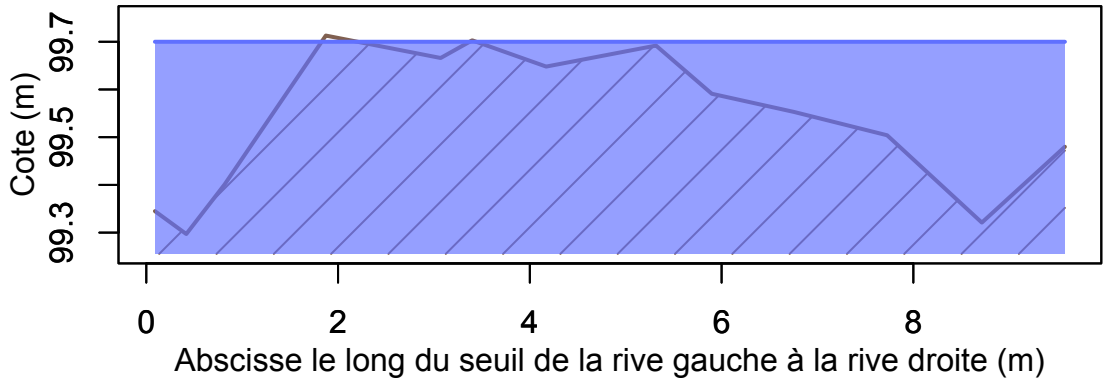


FIGURE 11.132 – Profil transversal du seuil de dérivation Canal de la Prades

11.1.17.6 Courbe de tarage du seuil du seuil de dérivation

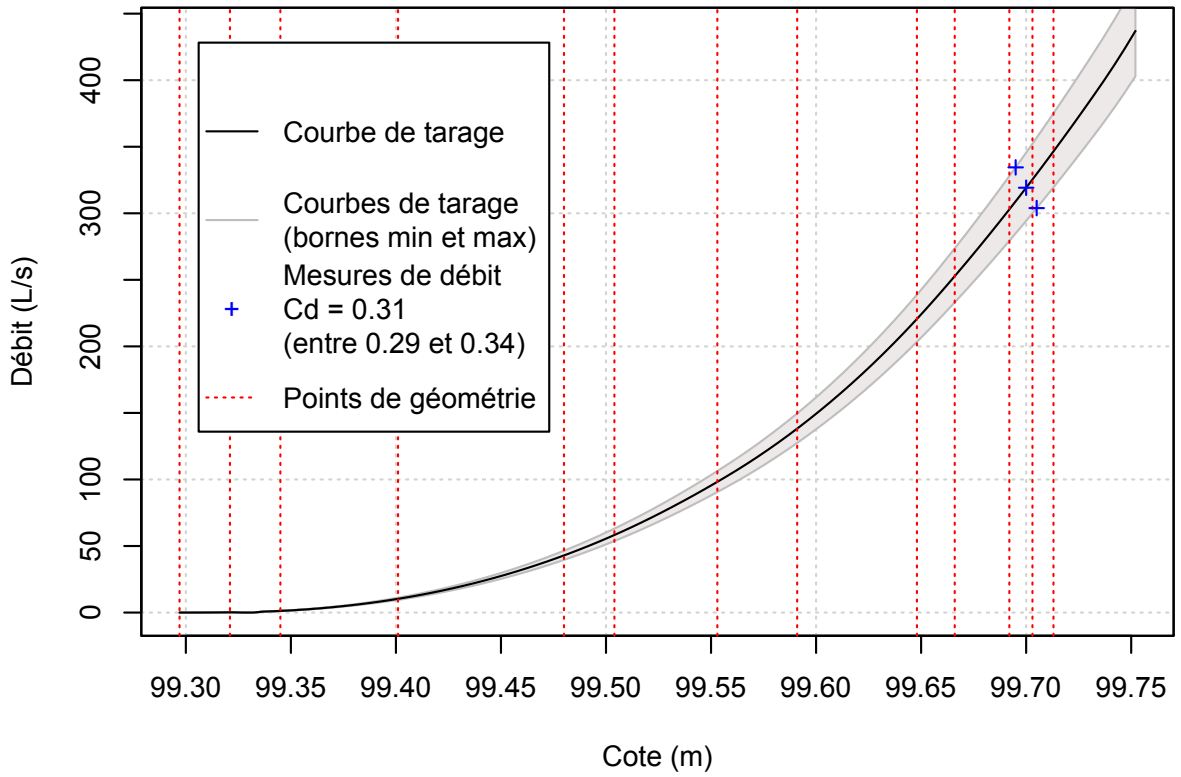


FIGURE 11.133 – Courbe de tarage du seuil de dérivation Canal de la Prades

11.1.17.7 Géométrie de la prise d'eau

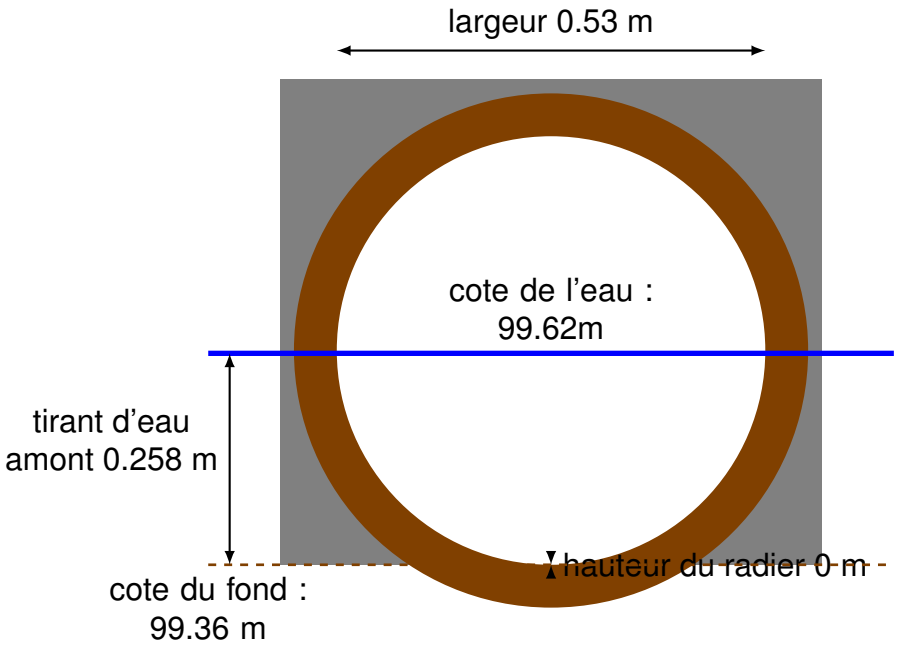
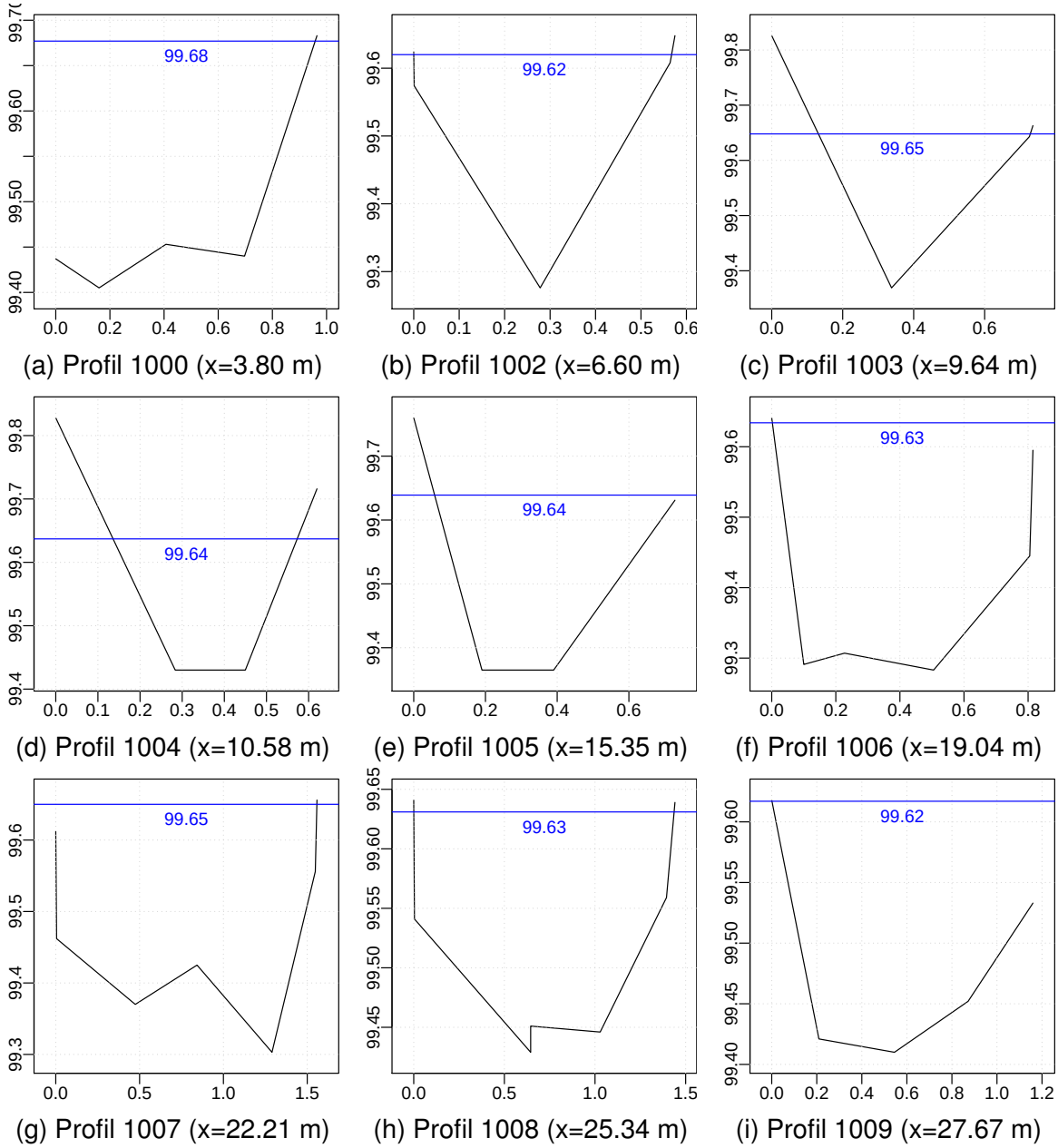


FIGURE 11.134 – Coupe transversale de la buse en entrée du canal de la Prades

11.1.17.8 Géométrie du canal

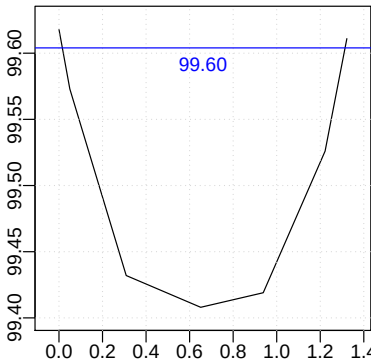


(a) Profil 1000 (x=3.80 m) (b) Profil 1002 (x=6.60 m) (c) Profil 1003 (x=9.64 m)

(d) Profil 1004 (x=10.58 m) (e) Profil 1005 (x=15.35 m) (f) Profil 1006 (x=19.04 m)

(g) Profil 1007 (x=22.21 m) (h) Profil 1008 (x=25.34 m) (i) Profil 1009 (x=27.67 m)

FIGURE 11.135 – Profils en travers



(a) Profil 1010 (x=30.87 m)

FIGURE 11.136 – Profils en travers

11.1.18 Canal d'Évol sur l'Évol à Olette (Pyrénées-Orientales)

La présentation et l'analyse de ce canal se trouvent au Paragraphe 4.4.5 page 39.

11.1.18.1 Résumé

Département	Pyrénées-Orientales
Cours d'eau	Évol
Canal	Canal d'Évol
Géolocalisation	
Parcelle cadastrale	Olette
Contact	inconnu
Statut du contact	inconnu
Date de visite	9 août 2016
Droit d'eau (L/s)	40
Surface irriguée (ha)	inconnu
Prélèvement connu (l/s)	inconnu
Module (L/s)	inconnu
Qr (L/s)	inconnu
Qmin arrêté sècheresse (l/s)	inconnu
Nombre de prises	1
Nature du seuil de dérivation	enrochement
Type de seuil de dérivation	non étanche
Exutoire débit réservé	aucun
Régulation du débit prélevé	buse vanne aval avec déversoir de décharge
Modélisation du seuil de dérivation	non
Plusieurs prises sur le seuil	non
Typologie d'adaptabilité	seuil non étanche sans exutoire

TABLE 11.18 – Résumé Canal d'Évol

11.1.18.2 Plan de la prise d'eau

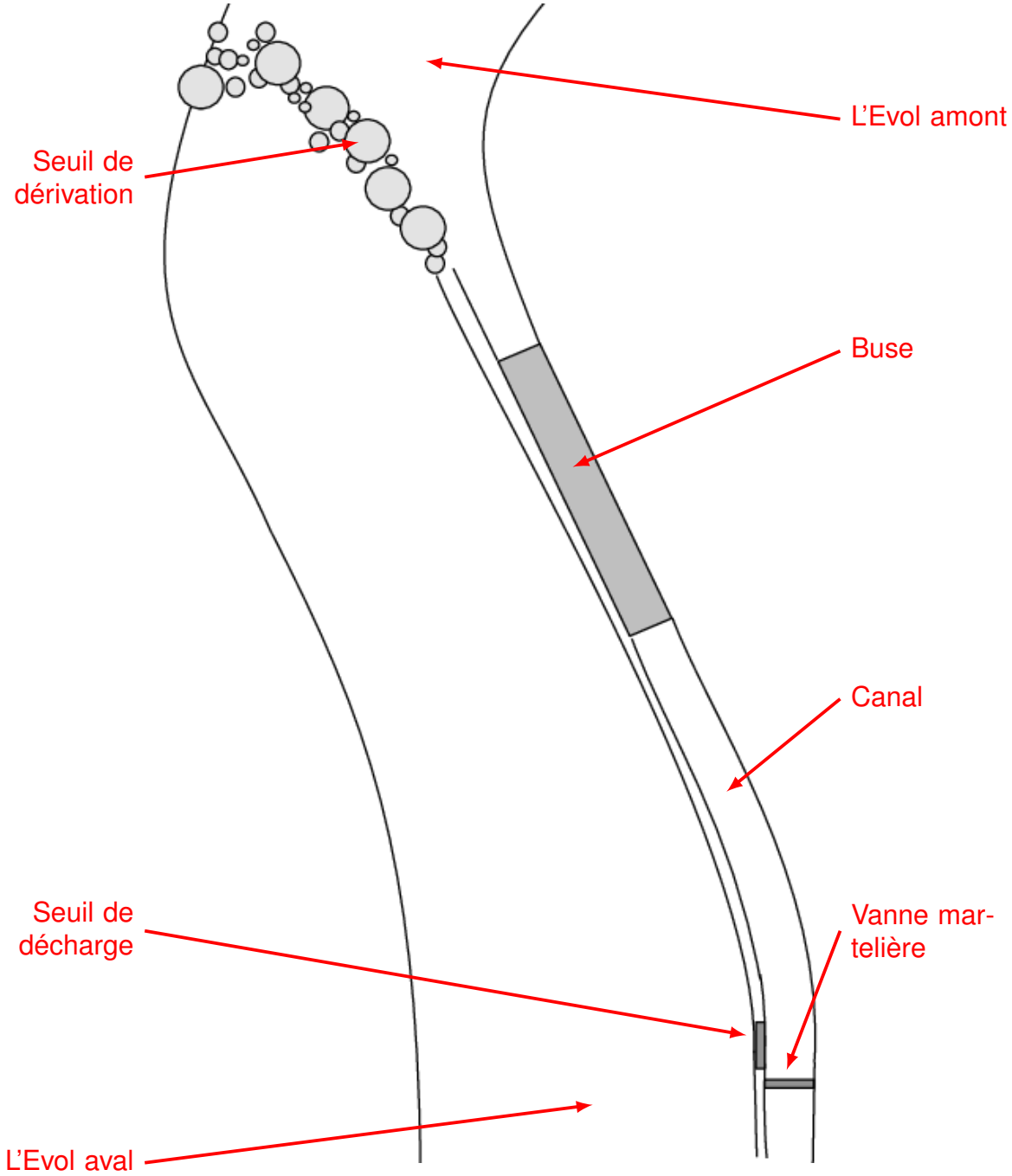


FIGURE 11.137 – Plan de la prise d'eau Canal d'Évol ©IGN

11.1.18.3 Photographies

FIGURE 11.138 – Photo du seuil de dérivation du canal de l'Évol (vue de la prise d'eau)

FIGURE 11.139 – Photo du canal d'Évol (vue depuis le dispositif de régulation du débit prélevé)

(a) Prise d'eau à l'entrée du canal

(b) Vanne de régulation du débit prélevé et seuil évacuant le surplus prélevé en tête

FIGURE 11.140 – Photo de la buse de la prise d'eau du canal de l'Évol et du dispositif de régulation du débit prélevé (vue de l'amont)

11.1.18.4 Synoptique des débits

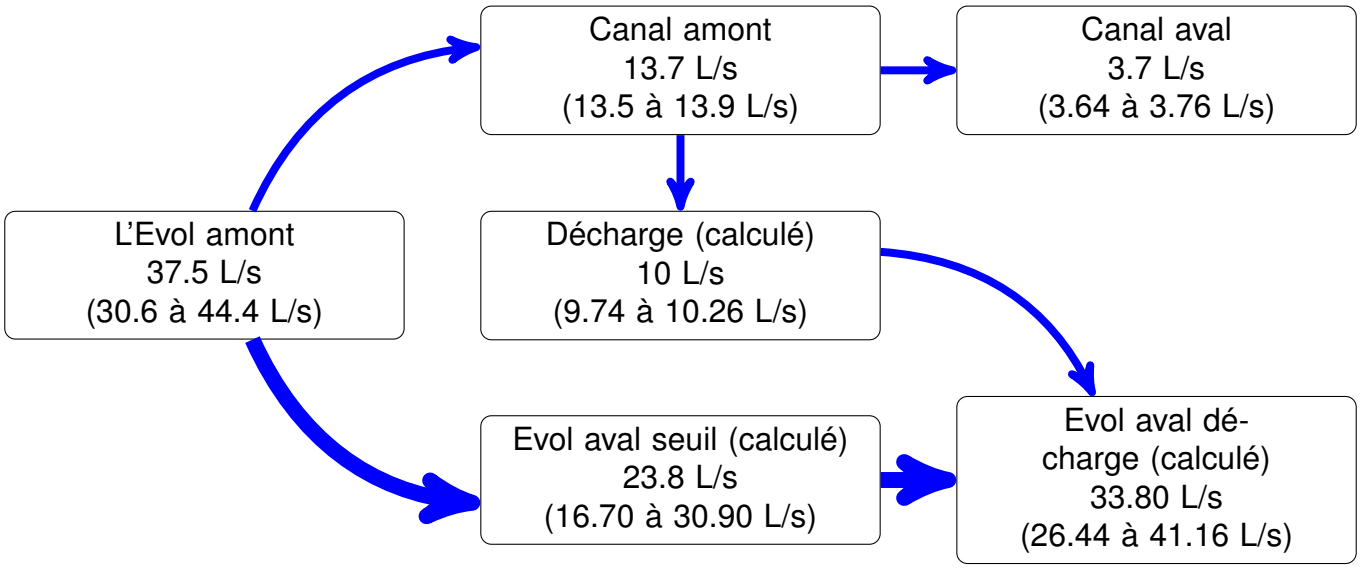


FIGURE 11.141 – Synoptique des débits Canal d'Évol

11.1.18.5 Géométrie de la prise d'eau

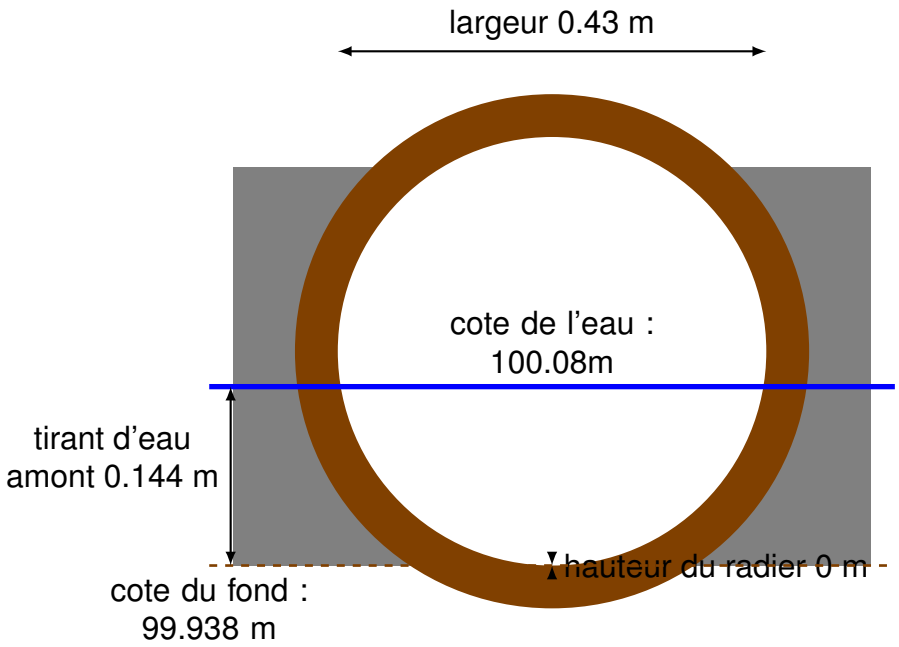


FIGURE 11.142 – Coupe transversale de la buse en entrée du canal d'Évol

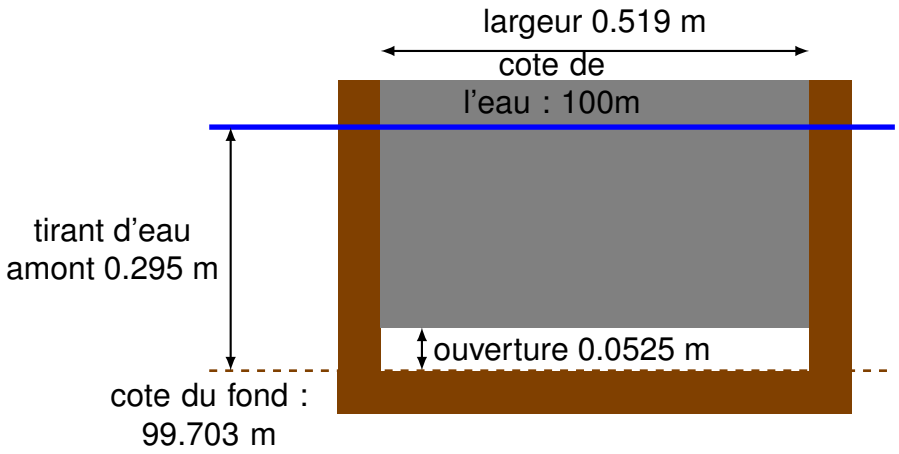


FIGURE 11.143 – Coupe transversale de la vanne de régulation du débit prélevé du canal d'Évol

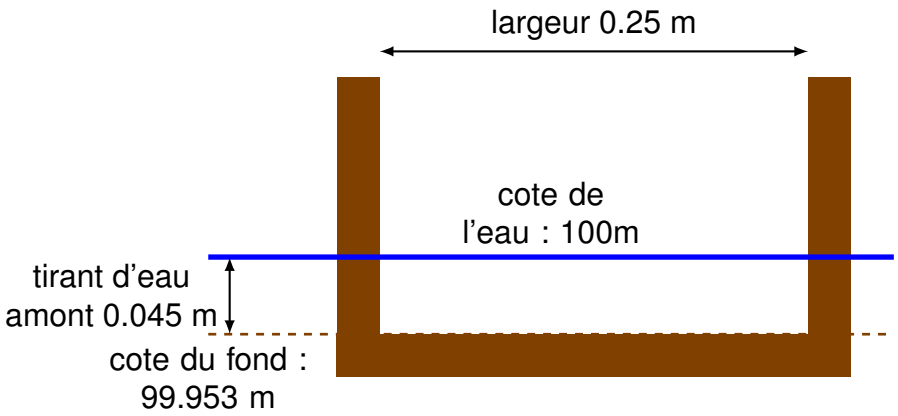
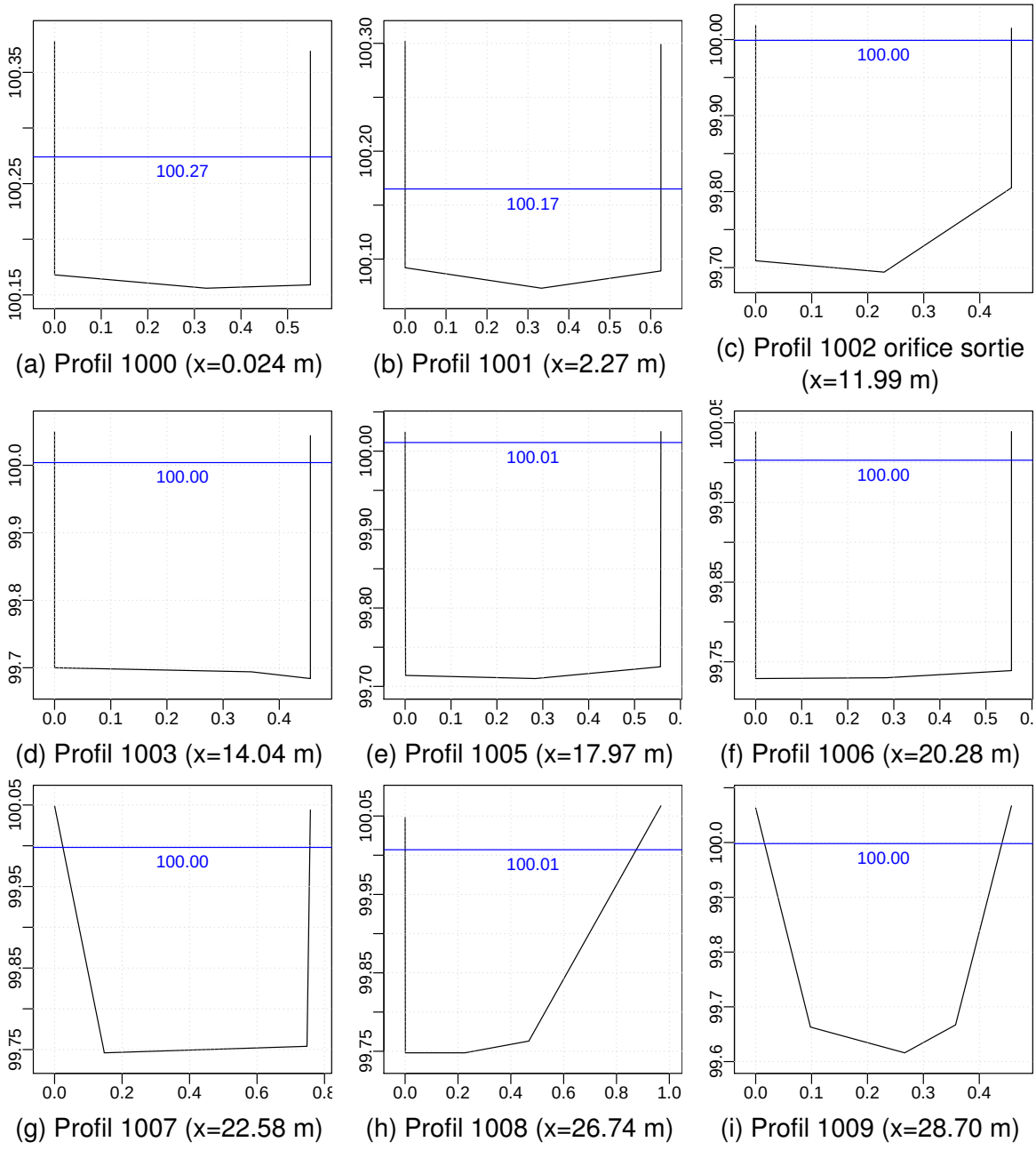


FIGURE 11.144 – Coupe transversale du déversoir de décharge du canal d'Évol

11.1.18.6 Géométrie du canal



(a) Profil 1000 (x=0.024 m) (b) Profil 1001 (x=2.27 m) (c) Profil 1002 orifice sortie (x=11.99 m)

(d) Profil 1003 (x=14.04 m) (e) Profil 1005 (x=17.97 m) (f) Profil 1006 (x=20.28 m)

(g) Profil 1007 (x=22.58 m) (h) Profil 1008 (x=26.74 m) (i) Profil 1009 (x=28.70 m)

FIGURE 11.145 – Profils en travers

11.2 Calcul du débit transitant par un seuil dénoyé de profil en travers quelconque

Cette section explique comment est calculé le débit à travers le seuil de dérivation d'un canal. Le profil du seuil de dérivation peut avoir une forme quelconque sur lequel ne pourra pas s'appliquer les formules classiques utilisées pour les seuils de forme rectangulaire ou triangulaire. Il est donc nécessaire de redéfinir une équation qui pourra s'appliquer à tout type de profil de seuil.

Dans nos cas d'étude, tous les seuils rencontrés avaient un écoulement dénoyé sur les faibles débits, on ne développera donc l'équation que pour le cas dénoyé où on peut établir une relation entre la hauteur d'eau à l'amont du seuil et le débit transitant par celui-ci.

11.2.1 Formule générale pour un seuil dénoyé

Sur le seuil, l'écoulement passe par un état d'énergie minimum au niveau d'une section dite « critique » qui se traduit par JAMESON, 1925 :

$$\alpha_c \frac{Q^2}{2gA_c^2} = \frac{A_c}{2B_c} \tag{11.1}$$

Avec Q le débit, g l'accélération de la pesanteur, A_c la surface mouillée, et B_c la largeur au miroir.

On en déduit une relation directe entre Q et la géométrie de la section critique :

$$Q = \sqrt{\frac{gA_c^3}{B_c}} \tag{11.2}$$

La section mesurée pour calculer le débit correspond à la section 1 à l'amont du seuil. Si on néglige les pertes de charges entre la section amont du seuil et la section critique, on peut écrire l'égalité des charges entre les deux sections :

$$H_1 = h_1 + \alpha_1 \frac{Q^2}{2gA_1^2} = H_c = h_c + \alpha_c \frac{Q^2}{2gA_c^2} \tag{11.3}$$

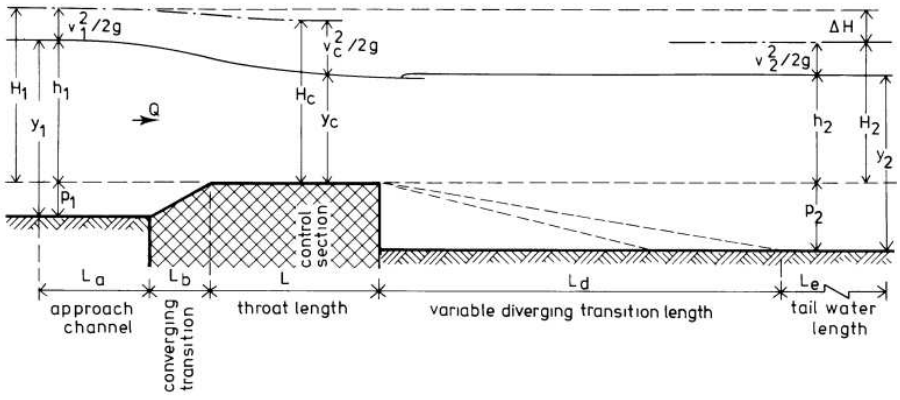


FIGURE 11.146 – Illustration de la terminologie employée pour le calcul du débit à travers un seuil non noyé de profil quelconque (extrait de BOS, 1985)

Avec H la charge, h le tirant d'eau au dessus du seuil et α le coefficient de Coriolis. Sur les seuils étudiés, la vitesse de l'écoulement à l'amont est très faible ($V_1 = Q/A_1 \approx 0$). L'équation 11.3 devient alors :

$$H_1 \approx h_1 = h_c + \alpha_c \frac{Q^2}{2gA_c^2} \tag{11.4}$$

En combinant les équations 11.2 et 11.4, on obtient :

$$h_1 = h_c + \alpha_c \frac{A_c}{2B_c} \tag{11.5}$$

On peut donc, en résolvant 11.5, trouver y_c en fonction de y_1, et ensuite utiliser 11.2 pour calculer Q en fonction de y_c. Si on fait l'hypothèse d'une distribution uniforme des vitesses à la section critique, on a $\alpha_c = 1$.

11.2.2 Application à un seuil de profil en travers de type largeur-cote

Un profil en travers de type largeur-cote se décrit par n couples largeur (b_i) / cote (h_i) qui correspond à un assemblage vertical de différents trapèzes. La largeur au miroir $B(h)$ s'exprime de cette façon :

$$B(h) = b_k + (b_{k+1} - b_k)\frac{h - h_k}{h_{k+1} - h_k} \tag{11.6}$$

Pour k choisi tel que $h_k \leqslant h < h_{k+1}$. Si $h \geqslant h_n$, on choisira arbitrairement $B(h) = b_n$.

La section mouillé $A(h)$ peut s'écrire :

$$A(h) = \frac{1}{2}\left[(B(h) + b_k)(h - h_k) + \sum_{i=1}^{k}(b_i + b_{i+1})(h_{i+1} - h_i)\right] \tag{11.7}$$

A partir de l'équation 11.5, h_c peut être trouvé en résolvant :

$$h_c + \alpha_c \frac{A_c}{2B_c} - h_1 = 0 \tag{11.8}$$

En posant $A_k = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}(b_i + b_{i+1})(h_{i+1} - h_i)$, on obtient un polynôme de la forme $P_a h_c^2 + P_b h_c + P_c = 0$ avec :

$$\begin{aligned} P_a &= (\alpha_c + 4)\,(b_k - b_{k+1}) \\ P_b &= -2\left[(\alpha_c + 2)\,(b_k h_{k+1} - b_{k+1}h_k) + 2h_1\,(b_k - b_{k+1})\right] \\ P_c &= \alpha_c\left[2A_k\,(h_k - h_{k+1}) - h_k^2\,(b_k + b_{k+1}) + 2b_k h_k h_{k+1}\right] + 4h_1\,(b_k h_{k+1} - b_{k+1}h_k) \end{aligned} \tag{11.9}$$

Pour résoudre cette équation, il faut connaître dans quelle portion de la série largeur cote se situe h_c, c'est à dire connaitre la valeur de k. Cela peut être fait par une méthode s'apparentant à un point fixe, en résolvant l'équation pour une valeur de k et de tester si l'inégalité $h_k \leqslant h_c \leqslant h_{k+1}$ est vraie. Si oui, alors la bonne solution a été trouvé, sinon, il faut résoudre de nouveau l'équation avec k choisit de façon à satisfaire l'inégalité.

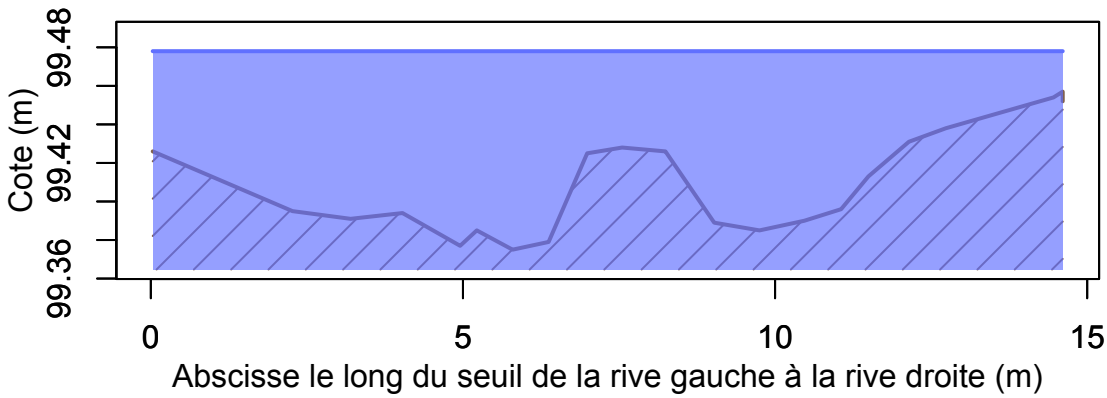


FIGURE 11.147 – Exemple de profil transversal de seuil en abscisse-cote (Canal de l'Agal)

Dans le cas particulier où la portion de la série largeur-cote est rectangulaire ($b_k = b_{k+1}$), on trouve une solution directe :

$$h_c = \frac{\alpha_c \left(b_k h_k - A_k\right) + 2 b_k h_1}{b_k \left(\alpha_c + 2\right)} \tag{11.10}$$

Dans le cas plus général où la portion de la série largeur-cote est trapézoïdale ($b_k \neq b_{k+1}$), la résolution du polynôme du second degré donne deux solutions :

$$\frac{-P_b + \sqrt{Pb^2 - 4P_a P_c}}{2Pa} \quad \frac{-P_b - \sqrt{Pb^2 - 4P_a P_c}}{2Pa} \tag{11.11}$$

11.2.3 Application à un seuil de profil en travers de type abscisse-cote

Le profil en travers des seuils étudiés se présente sous la forme d'une série d'abscisses et de cote comme l'illustre la figure 11.147. Pour pouvoir appliquer la formule développer au paragraphe 11.2.2, il faut d'abord transformer ces coordonnées dans une représentation en largeur-cote.

La méthode employée est celle décrite dans la documentation théorique du logiciel SIC^2 (IRSTEA, 2017) et illustré à la Figure 11.148 :

> Le programme recherche sur une section en travers tous les points hauts et tous les points bas. Il détermine donc les berges droites et gauches et élimine les points hors du lit. Ensuite à partir des points hauts et bas, il découpe la section en travers en chenal et pour chaque chenal il fait la transformation en largeur-cote. Puis il somme les largeurs de tous les chenaux pour chaque cote.

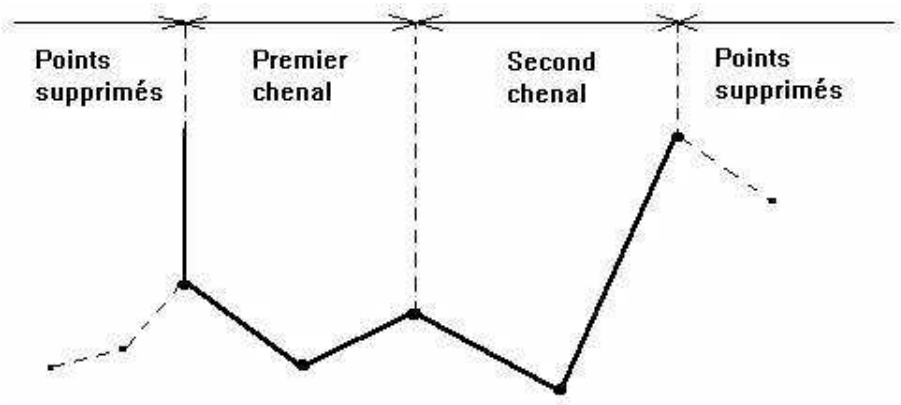


FIGURE 11.148 – Représentation de la transformation d'un profil de section en largeur-cote (Extrait de IRSTEA, 2017)

12 Remerciements

Nous remercions l'ensemble des personnels des chambres d'agriculture des régions et départements visités (Noël Piton pour la région PACA, Christophe Lafon pour la région Languedoc-Roussillon, Jean Bertrand et Jonathan Perrot pour le département des Pyrénées-Orientales, Muriel Leroux pour le département du Gard, Hervé Moynier pour le département des Hautes-Alpes, Anne-Claire Guénée et Marie-Anne Le Gall pour le département de la Lozère) qui nous ont aidé à choisir les sites d'étude, guidés sur le terrain et qui ont aussi parfois mis la main à la pâte !

Nous remercions également les présidents et techniciens des ASA qui sont trop nombreux pour être remerciés individuellement et qui nous ont très gentiment donné accès à leur canaux.

Irstea
1, rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony Cedex
01 40 96 61 21
www.irstea.fr

AFB
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.afbiodiversite.fr