

# Commune de Barjols



## PLAN LOCAL D'URBANISME

### Annexes Générales

#### *Document n°5*

Révision du PLU prescrite par délibération du Conseil municipal du : 20 octobre 2016

Projet de PLU **arrêté** par délibération du Conseil municipal du : 24 janvier 2019

PLU **approuvé** par délibération du Conseil municipal du : 2 octobre 2019



Table des matières
--------------------

1	Servitudes d'utilité publique.....	3
1.1	Liste.....	3
1.2	Fiches GRTgaz .....	9
1.3	Fiche T7 .....	15
2	Annexes sanitaires .....	16
2.1	Déchets.....	16
2.2	Alimentation en eau potable.....	16
2.2.1	Le captage.....	16
2.2.2	Protection du captage.....	17
2.2.3	La distribution de l'eau potable .....	17
2.2.4	Synthèse des indicateurs de performance du service public d'eau potable .....	19
2.3	Assainissement collectif .....	20
2.3.1	Le réseau.....	20
2.3.2	Station d'épuration .....	21
2.3.3	Synthèse des indicateurs de performance du service public de l'assainissement collectif .....	21
2.4	Assainissement non collectif .....	22
2.5	Découpage du territoire par type d'assainissement (collectif, non collectif).....	23
3	Études zones inondables .....	24
3.1	Centre.....	24
3.2	Nord.....	64
3.3	Sud.....	96

# 1 Servitudes d'utilité publique

## 1.1 Liste



## Liste des servitudes d'utilité publique

24/07/2019

# BARJOLS

### A5 Servitude attachée aux canalisations publiques d'eau et d'assainissement

*Articles L. 152-1 & L. 152-2 du code rural et de la pêche maritime (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - C - b - 1°)*

#### Canalisations publiques du réseau de distribution d'eau potable et d'assainissement

Services communaux

Agence Régionale de Santé - Délégation Territoriale du Var - Cité Sanitaire - avenue Lazare Carnot - 83076 Toulon cedex

Acte : Non renseigné

### AC1 Servitude de protection des monuments historiques classés ou inscrits

*Articles L. 621-1 et suivants, L. 642-9 et L. 621-30 à L. 621-3 du code du patrimoine (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme I - B - a)*

#### Monument historique classé : Eglise collégiale Saint Marcel (en totalité)

Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Var - 449 Avenue de la Mitre - 83000 Toulon

Acte : Décret 25/06/1979

#### Monument historique classé : Maison du marquis de Pontèves (porte)

Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Var - 449 Avenue de la Mitre - 83000 Toulon

Acte : Décret 12/12/1921

**AS1** Servitude résultant de l'instauration de périmètres de protection des eaux potables et minérales

*Articles L. 1321-2, L. 1321-2-1 et R. 1321-6 et suivants du code de la santé publique (eaux potables) - articles L. 1322-3 à 1322-13 et R. 1322-17 et suivants du code de la santé publique (eaux minérales) - (annexe aux articles R. 151-51 et R. 161-8 du code)*

Périmètres de protection des sources des Paluds

Agence Régionale de Santé - Délégation Territoriale du Var - Cité Sanitaire - avenue Lazare Carnot - 83076 Toulon cedex

Acte : Arrêté préfectoral 25/10/1990

---

**EL7** Servitudes attachées à l'alignement des voies nationales, départementales et communales

*Articles L. 112-1 à L. 112-7 du code de la voirie routière (annexe aux articles R. 151-51 et R. 161-8 du code de l'urbanisme IV - D - d - 3°)*

Plan d'alignement : R.D.554 dans la traversée de l'agglomération

Conseil Départemental du Var - 390 avenue des Lices - BP 1303 - 83076 Toulon  
Services communaux Mairie de Barjols

Acte : Arrêté préfectoral 29/11/1848

---

## 10 Servitudes d'utilité publique autour des canalisations de transport de matières dangereuses

*Articles L. 555-16, R. 555-30 et R. 555-31 du code de l'environnement, L. 101-2, L. 132-1, L. 132-2, L. 151-1, du code de l'urbanisme, R. 122-22 et R. 123-46 du code de la construction et de l'habitation.*

### Maîtrise des risques autour des canalisations de transport de gaz, hydrocarbures, produits chimiques

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
Provence-Alpes-Côte d'Azur - SPR & SECAB - 16, rue Zattara - CS 70248 - 13331 Marseille  
cedex 3

GRTgaz - DO - PERM - Equipe travaux tiers & urbanisme - 10 Rue Pierre Sépard - CS 50329  
- 69363 LYON CEDEX 07 (Tél. : 04.78.65.59.59)

Acte : Arrêté préfectoral 28/12/2017

---

## 13 Ouvrages de distribution de gaz naturel

*Articles L. 555-16 et L. 555-27 à L. 555-29 du code de l'environnement et articles L. 433-5 à L. 433-11 du code de l'énergie (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - C - a)*

### Canalisation de transport de gaz Alimentation Barjols DN 80 (Anciennement Antenne de Barjols DN 80)

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
Provence-Alpes-Côte d'Azur - SPR & SECAB - 16, rue Zattara - CS 70248 - 13331 Marseille  
cedex 3

GRTgaz - DO - PERM - Equipe travaux tiers & urbanisme - 10 Rue Pierre Sépard - CS 50329  
- 69363 LYON CEDEX 07 (Tél. : 04.78.65.59.59)

Acte : Non renseigné

**I4** Périmètre de servitude autour d'une ligne électrique aérienne ou souterraine  
*Articles L. 323-3 à L. 323-10 du code de l'énergie (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - A - a)*

Réseaux de distribution publique M.T. et B.T.

ERDF ARE PACA Est - Avenue Edith Cavell - 83418 HYERES

ERDF ARE PACA Ouest - Chemin Saint Pierre - 13722 MARGNANE

Acte : Non renseigné

Ligne aérienne 63 kV : BARJOLS - VINS

RTE (Réseau Transport d'Electricité) - Groupe maintenance réseau Côte d'Azur -  
 Lingostière - BP 3247 - 06205 NICE cedex 03

Acte : Non renseigné

**Int1** Servitude instituée au voisinage des cimetières

*Article L. 2223-5 du code général des collectivités territoriales (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme IV - A - a)*

Cimetière communal de Barjols

Services communaux Mairie de Barjols

Acte : Non renseigné

**PT1** Servitude de protection des centres de réception radioélectrique contre les perturbations électromagnétiques

*Articles L. 57 à L. 62-1 et R. 27 à R. 39 du code des postes et des communications électroniques (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - E - 2°)*

Centre radioélectrique de la Croix du Castellas

Etablissement du service d'infrastructure de la défense de Toulon - Division gestion et maintenance du patrimoine - Section domanialité - BCRM de Toulon - ESID Toulon - BP 71 - 83800 Toulon Cedex 9

Acte : Décret 02/02/1983

**PT2** Servitude de protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles

*Articles L. 54 à L. 56-1 et R. 21 à R. 26 du code des postes et des communications électroniques (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - E - 1°)*

Centre radioélectrique de la Croix du Castellas

Etablissement du service d'infrastructure de la défense de Toulon - Division gestion et maintenance du patrimoine - Section domanialité - BCM de Toulon - ESID Toulon - BP 71 - 83800 Toulon Cedex 9

Acte : Décret 24/08/1982

**PT3** Servitude attachée aux réseaux de télécommunication

*Articles L. 45-9 et L. 48 du code des postes et des communications électroniques (annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - E - 3°)*

Câble souterrain de télécommunication n° 380 BARJOLS - BRIGNOLES

France Télécom UPR - SE - Bureau Parc Bâtiment H - 18-24 Rue J. Réattu - 13009 Marseille

Acte : Arrêté préfectoral 11/10/1974

**T7** Servitude établies à l'extérieur des zones de dégagement

*Article L. 6352-1 du code des transports (Annexe aux articles R 151-51 et R 161-8 du code de l'urbanisme II - D - e - 4°)*

L'ensemble du territoire national est couvert par la servitude T7 à l'exception des zones couvertes par la servitude T5

SNIA - Pôle Nice-Corse - Aéroport de Nice - Bloc technique T 1 - CS 63092 - 06202 NICE cedex 3 (courriel : snia-urba-nice-bf@aviation-civile.gouv.fr)

Acte : Arrêté interministériel 25/07/1990

## 1.2 Fiches GRTgaz



### FICHE DE PRESENTATION DES OUVRAGES IMPACTANT LE TERRITOIRE ET COORDONNEES de GRTgaz

Le territoire de la commune de Barjols est impacté par plusieurs ouvrages de transport de gaz naturel sous pression, exploités par la société GRTgaz, dont les caractéristiques sont explicitées dans le tableau ci-dessous.

Il s'agit d'une canalisation et d'une installation annexe.

#### I. COORDONNEES de GRTgaz

Pour toute information ou demande relative à ces ouvrages ou pour l'application des différentes servitudes d'utilité publique associées, il sera nécessaire de se rapprocher du service :

GRTgaz - DO – PERM  
Equipe travaux tiers & urbanisme  
10 rue Pierre Semard  
CS 50329  
69363 LYON CEDEX 07  
Tél : 04 78 65 59 59

En cas d'urgence ou d'incident sur nos ouvrages, un Numéro VERT est disponible 24h/24 : **0800 246 102**

#### II. CANALISATION

##### Canalisation traversant le territoire

Cet ouvrage impacte le territoire à la fois pour les servitudes d'utilité publique d'implantation et de passage (voir fiche d'information sur les servitudes d'utilité publique d'implantation et de passage) et pour les servitudes d'utilité publique d'effets (voir fiche d'information sur les servitudes d'utilité publique d'effets pour la maîtrise de l'urbanisation).

Nom Canalisation	DN (-)	PMS (bar)
Alimentation BARJOLS DP	80	80

DN : Diamètre nominal (sans unité) ; PMS : Pression Maximale en Service

#### III. INSTALLATION ANNEXE

Afin de permettre un fonctionnement de ces ouvrages, dans les meilleures conditions technico-économiques et de sécurité, des installations annexes sont connectées à ces canalisations. Elles sont implantées sur des terrains propriétés de GRTgaz.

Cet ouvrage impacte le territoire uniquement pour les servitudes d'utilité publique d'effets (voir fiche d'information sur les servitudes d'utilité publique d'effets pour la maîtrise de l'urbanisation).

Nom Installation Annexe
BARJOLS DP



## FICHE D'INFORMATION SUR LES SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE D'IMPLANTATION et DE PASSAGE

L'ouvrage indiqué dans la fiche de présentation a été déclaré d'utilité publique.

Des conventions de servitudes amiables sont signées à la pose des ouvrages avec les propriétaires des parcelles traversées.

Dans le cas général, est associée à l'ouvrage Alimentation BARJOLS DP DN80, une bande de servitude, libre passage (non constructible et non plantable) de 4 mètres de largeur totale (2 mètres de part et d'autre de l'axe de la canalisation).

Dans cette bande de terrain (*zone non aedificandi et non sylvandi*) aussi appelée « bande étroite » ou « bande de servitudes fortes », GRTgaz est autorisé à enfouir dans le sol les canalisations avec les accessoires techniques nécessaires à leur exploitation ou leur protection, à construire en limite de parcelle cadastrale les bornes de délimitation et les ouvrages de moins d'un mètre carré de surface nécessaires à leur fonctionnement et à procéder aux enlèvements de toutes plantations, aux abattages, essartages et élagages des arbres et arbustes nécessités pour l'exécution des travaux de pose, de surveillance et de maintenance des canalisations et de leurs accessoires.

Dans cette bande, les constructions, la modification du profil du terrain, les plantations d'arbres ou arbustes potentiellement de plus de 2,7 mètres de hauteur et toutes pratiques culturales dépassant plus de 0,6 mètres de profondeur sont interdites. De même, la pose de branchements en parallèle à notre ouvrage dans la bande de servitude est interdite.

Dans une bande appelée également « bande large » ou « bande de servitudes faibles », dans laquelle est incluse la bande étroite, GRTgaz est autorisé à accéder en tout temps au dit terrain notamment pour l'exécution des travaux nécessaires à la construction, l'exploitation, la maintenance et l'amélioration continue de la sécurité des canalisations. Cette bande peut aller jusqu'à 40 mètres.

En application des articles L.151-43 et L.152-7 ainsi que l'article R.151-51 du Code de l'Urbanisme, ces servitudes d'utilité publique doivent être mentionnées sur la liste des servitudes des documents d'urbanisme et des éléments graphiques associés.

Nous rappelons également que :

- pour les secteurs du PLU relatifs aux Espaces Boisés Classés (existants ou à venir), il est impératif d'exclure de ceux-ci la bande de servitudes fortes.
- selon le Décret n°67-886 du 07/10/1967 et la jurisprudence : "...il est à noter que même lorsqu'elles résultent de conventions amiables, sur tout ou partie de leur tracé, les servitudes sont considérées comme étant d'utilité publique si la canalisation a été déclarée d'intérêt général ou d'utilité publique...Elles doivent donc systématiquement être annexées aux PLU, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux formalités légales d'institution des servitudes."



## FICHE D'INFORMATION SUR LES SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE D'EFFETS POUR LA MAITRISE DE L'URBANISATION

### Servitudes d'utilité publique d'effets

En application du Code de l'Environnement, chapitre V du Titre V et du Livre V, l'arrêté préfectoral du 28/12/2017 instaure des servitudes d'utilité publique (SUP) d'effets pour la maîtrise de l'urbanisation (I1) associées aux ouvrages de transport de gaz naturel haute pression.

Les servitudes portent sur les terrains situés à proximité de la canalisation et de l'installation annexe jusqu'aux distances figurant dans les tableaux suivants :

Nom Canalisation	DN (-)	PMS (bar)	Distance des SUP en mètres (de part et d'autre de la canalisation)		
			SUP 1	SUP 2	SUP 3
Alimentation de BARJOLS DP	80	80	25	5	5

DN : Diamètre nominal (sans unité) ; PMS : Pression Maximale en Service

Nom Installation annexe	Distances des SUP en mètres (à partir de l'emprise de l'installation)		
	SUP 1	SUP 2	SUP 3
BARJOLS DP	40	7	7

En application des dispositions de l'article R.555-30 du code de l'environnement, les règles de servitude sont les suivantes :

**SUP 1** : La délivrance d'un permis de construire relatif à un établissement recevant du public susceptible de recevoir plus de 100 personnes et/ou à un immeuble de grande hauteur, est subordonnée à la fourniture d'une analyse de compatibilité.

Ainsi, cette analyse de compatibilité, mentionnée à l'article R. 431-16 du code de l'urbanisme, doit faire état de la compatibilité du projet de construction ou d'extension de l'ERP ou de l'IGH concerné, avec l'étude de dangers fournie par le gestionnaire de la canalisation (CERFA N° 15016\*01 : Formulaire de demande des éléments utiles de l'étude de dangers d'une canalisation de transport en vue d'analyser la compatibilité d'un projet d'établissement recevant du public (ERP) ou d'un projet d'immeuble de grande hauteur (IGH) avec cette canalisation).

La procédure d'analyse de la compatibilité de la construction ou de l'extension de l'ERP ou de l'IGH avec la canalisation est conduite en amont du dépôt de la demande du permis de construire. Il appartient en effet au demandeur d'obtenir les avis requis au titre de cette procédure. L'analyse de compatibilité jointe à la demande de permis de construire doit ainsi être accompagnée de l'avis favorable du transporteur. Cet avis peut être favorable sous réserve de réalisation de mesures de protection de la canalisation à la charge du pétitionnaire.

En cas d'avis défavorable du transporteur, l'avis favorable du préfet rendu au vu de l'expertise mentionnée au III de l'article R555-31 du code de l'environnement sera requis.

L'analyse de compatibilité est établie conformément aux dispositions de l'arrêté ministériel du 5 mars 2014 modifié.

L'article R.555-31 du code de l'environnement précise que : « Lorsque l'analyse de compatibilité prévoit des mesures particulières de protection de la canalisation, le maire ne peut autoriser l'ouverture de l'établissement recevant du public ou l'occupation de l'immeuble de grande hauteur qu'après réception d'un certificat de vérification de leur mise en place effective fourni par le transporteur concerné ».



**SUP 2** : Est interdite l'ouverture d'un établissement recevant du public susceptible de recevoir plus de 300 personnes ou d'un immeuble de grande hauteur.

**SUP 3** : Est interdite l'ouverture d'un établissement recevant du public susceptible de recevoir plus de 100 personnes ou d'un immeuble de grande hauteur.

En application des dispositions de l'article R.555-30-1 du Code de l'environnement, **le maire doit informer GRTgaz de toute demande** de permis de construire, de certificat d'urbanisme opérationnel ou de permis d'aménager concernant un projet situé dans la zone SUP1.

GRTgaz conseille d'étendre cette pratique à tout projet de travaux relevant d'une simple déclaration préalable dès lors qu'il prévoit une extension de construction ou des terrassements en direction d'un ouvrage GRTgaz, afin de détecter une éventuelle incompatibilité avant l'envoi par le responsable de projet des DT-DICT imposées par le code de l'environnement (Livre V – Titre V – Chapitre IV).

Il en va de même pour les autorisations de travaux, au titre des articles R.122-22 et R.123-22 du code de la construction et de l'habitation.

#### Prise en compte dans les documents d'urbanisme et dans les orientations de développement

En application des articles L.151-43 et L.152-7 ainsi que l'article R.151-51 du Code de l'Urbanisme, ces servitudes d'utilité publique doivent être mentionnées sur la liste des servitudes des documents d'urbanisme et des éléments graphiques associés. La SUP 1 doit également apparaître dans les documents graphiques du règlement des zones U, AU, A et N en application de l'article R.151-34 du code de l'urbanisme.

GRTgaz s'efforce de faire le maximum pour garantir la sécurité de ses ouvrages en choisissant des tracés limitant l'impact potentiel de la canalisation sur son environnement.

GRTgaz ne souhaite donc pas, dans les servitudes d'utilité publique d'effets, donner un avis favorable à la réalisation de projets d'urbanisme, qu'il conviendra d'éloigner autant que possible des ouvrages ci-dessus visés.

En complément de l'effet direct de ces servitudes d'utilité publique d'effets sur les ERP et IGH, il conviendra de veiller à toute évolution en matière d'urbanisme afin de limiter l'exposition des riverains aux risques résiduels occasionnés par les canalisations.

En effet, l'article L.101-2 du code de l'urbanisme précise que « l'action des collectivités publiques en matière d'urbanisme vise à atteindre [...] l'équilibre entre [...] la prévention des risques naturels prévisibles, des risques miniers, des risques technologiques, des pollutions et des nuisances de toute nature ».

Aussi, l'attention doit être attirée sur les risques potentiels que présentent les ouvrages et inciter à la vigilance en matière de maîtrise de l'urbanisation dans ces zones. Les projets de rénovation, de développement urbain et autres orientations d'aménagements doivent être cohérents avec cette préoccupation et si possible privilégier des zones non impactées par nos ouvrages.

Ainsi, il convient d'éviter la création de zones urbanisées et zones à urbaniser dans les SUP des ouvrages GRTgaz et la densification des zones déjà ouvertes à l'urbanisation.

Cette préoccupation globale doit être intégrée dans la réflexion de l'évolution du territoire et retranscrite dans les documents d'urbanisme, notamment dans le rapport de présentation, le règlement et le PADD.

#### Implantation d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à proximité de nos ouvrages

Dans le cadre de l'instruction d'un permis de construire pour une ICPE, le Maître d'ouvrage de l'ICPE doit tenir compte, notamment dans l'Etude de Dangers, de l'existence des ouvrages de transport de gaz et prévoir toutes dispositions afin qu'un incident ou un accident au sein de l'ICPE n'ait pas d'impact sur les ouvrages GRTgaz.



## FICHE DE RAPPEL DE LA REGLEMENTATION ANTI-ENDOMMAGEMENT

Les collectivités territoriales sont un acteur clé de la prévention de l'endommagement des réseaux lors de travaux et peuvent être concernées à plusieurs titres, notamment :

- exploitant de réseaux en propre ;
- maître d'ouvrage lorsque vous avez des projets de travaux ;
- exécutant de travaux lorsque vos services techniques entreprennent eux-mêmes la réalisation de travaux.

Pour plus d'information sur cette réglementation, merci de consulter le site internet du guichet unique des réseaux : [www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr)

Il est également à noter que chaque mairie doit fournir un accès internet au guichet unique des réseaux, ou tenir à disposition de ses administrés qui n'auraient pas de connexion internet, une liste exhaustive et les coordonnées des exploitants d'ouvrages implantés sur son territoire (service offert par le guichet unique sur demande de la mairie).

Plus particulièrement, le Code de l'Environnement – Livre V – Titre V – Chapitre IV impose à tout responsable d'un projet de travaux, sur le domaine public comme dans les propriétés privées, de consulter le Guichet Unique des réseaux (téléservice [www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr](http://www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr)) afin de prendre connaissance des noms et adresses des exploitants de réseaux présents à proximité de son projet, puis de leur adresser une Déclaration de projet de Travaux (DT).

Les exécutants de travaux doivent également consulter le Guichet Unique des réseaux et adresser aux exploitants s'étant déclarés concernés par le projet une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Conformément à l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, **lorsque le nom de GRTgaz est indiqué** en réponse à la consultation du Guichet Unique des réseaux, **les travaux ne peuvent être entrepris tant que GRTgaz n'a pas répondu à la DICT et repéré ses ouvrages lors d'un rendez-vous sur site.**



## 1.3 Fiche T7

**T7 RELATIONS AERIENNES**

**Servitudes aéronautiques instituées pour la protection de la circulation aérienne. Servitudes à l'extérieur des zones de dégagement concernant des installations particulières.**

Textes de réglementation générale

- Code de l'Urbanisme, (notamment ses articles R. 423-63 et R. 425-9)
- Code de l'Aviation Civile, (notamment R. 244-1 et D. 244-2 à D. 244-4)
- Code des Transports (notamment article L. 6352-1)
- Arrêté du 25 juillet 1990.(ci-joint)

Etendue de la servitude

Totalité du territoire communal

Limitation au droit d'utiliser le sol

Soumettre à autorisation du ministre chargé de l'Aviation Civile et du ministre chargé des Armées, toute installation (constructions fixes ou mobiles, poteaux, pylônes et câbles à l'exception des lignes électriques) pouvant constituer des obstacles de grande hauteur, dépassant les altitudes suivantes :

- a. En dehors des agglomérations, installations > 50 m / niveau sol ou eau.
- b. Dans les agglomérations (\*), installations > 100 m / niveau sol ou eau.

Services à consulter

DGAC / SNIA - Nice-Corse  
Aéroport Nice-Côte-d'Azur  
Bloc technique T1  
CS 63092  
06202 NICE Cedex 3

et Région Aérienne Sud  
Zone Aérienne de Défense Sud  
Section Environnement Aéronautique  
Base Aérienne 701  
13661 SALON AIR

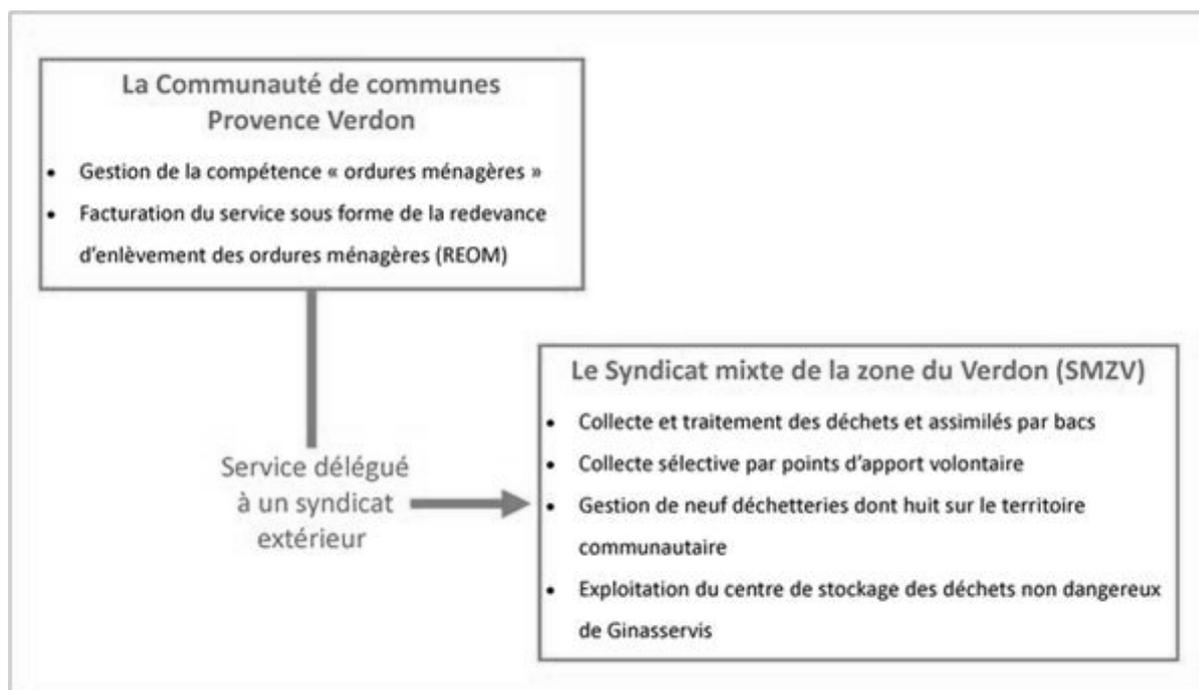
(\*) : agglomération au sens de la carte aéronautique au 1/500 000

\* \* \*

## 2 Annexes sanitaires

### 2.1 Déchets

La communauté de communes Provence Verdon gère pour le compte de ses communes la compétence « collecte et traitement des ordures ménagères ». L'ensemble du service de gestion des ordures ménagères est confié au Syndicat Mixte de la Zone du Verdon soit la collecte, le traitement, les points d'apport volontaire et les déchetteries.



### 2.2 Alimentation en eau potable

Le schéma directeur d'alimentation en eau potable date de juin 2008.

Le service de l'eau est une régie directe, avec autonomie financière mais sans la personnalité morale. Il reste donc sous l'autorité de Mr Le Maire.

#### 2.2.1 Le captage

La commune est desservie en eau potable par sa source communale située au lieu-dit « Les Paluds », côte 311. Cette résurgence, qui provient d'une nappe karstique, est située au Nord Est de l'agglomération entre Barjols et Tavernes.

L'eau, canalisée par une dizaine de regards de captage, est réceptionnée dans une chambre où elle est traitée par injection de chlore gazeux à l'aide d'une pompe doseuse asservie au débit.

Depuis l'approbation de l'arrêté préfectoral en date du 25 juillet 1990, les services de l'ARS effectuent régulièrement plusieurs types d'analyses d'eau de distribution et d'eau brute.

Le débit moyen de cette source est de 3500 m<sup>3</sup> jour, mais seulement 1524 m<sup>3</sup> sont nécessaires pour les besoins des usagers et de la commune.

### 2.2.2 Protection du captage

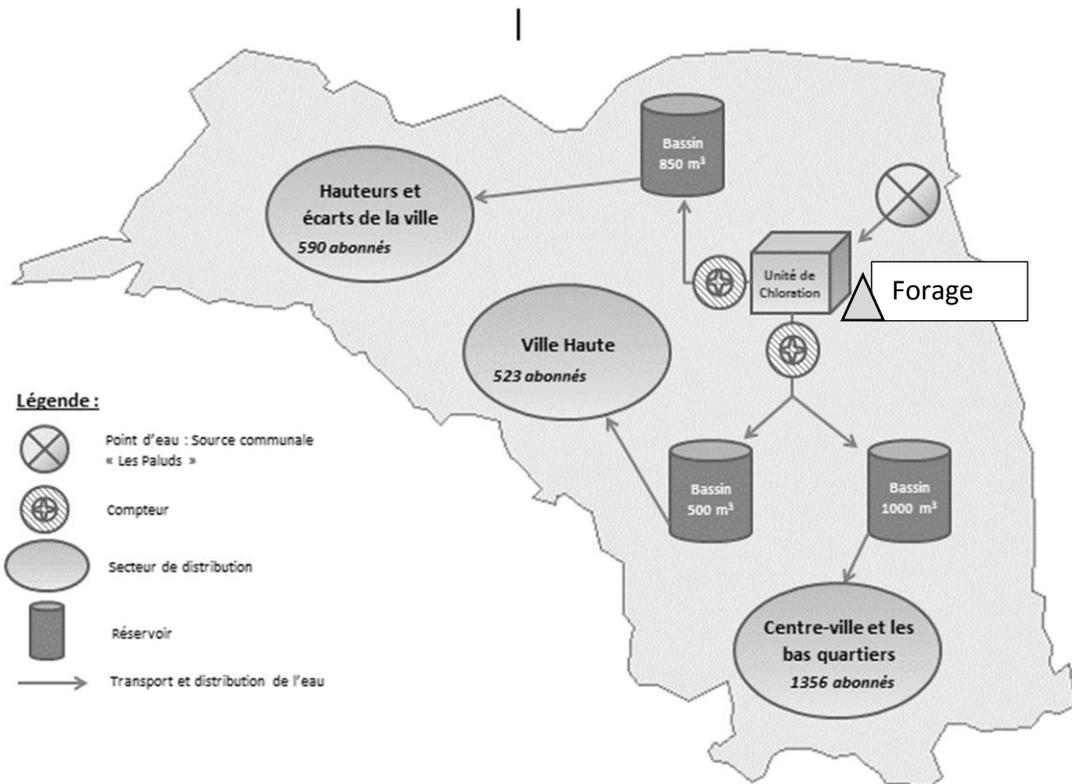
Durant l'année 1990, trois périmètres de sécurité ont été instaurés pour éviter une éventuelle pollution ou pénétration sur le site. Ces périmètres sont définis réglementairement autour des points de prélèvement après une étude hydrogéologique et prescrits par une déclaration d'utilité publique (arrêté DUP du 25/10/1990).

### 2.2.3 La distribution de l'eau potable

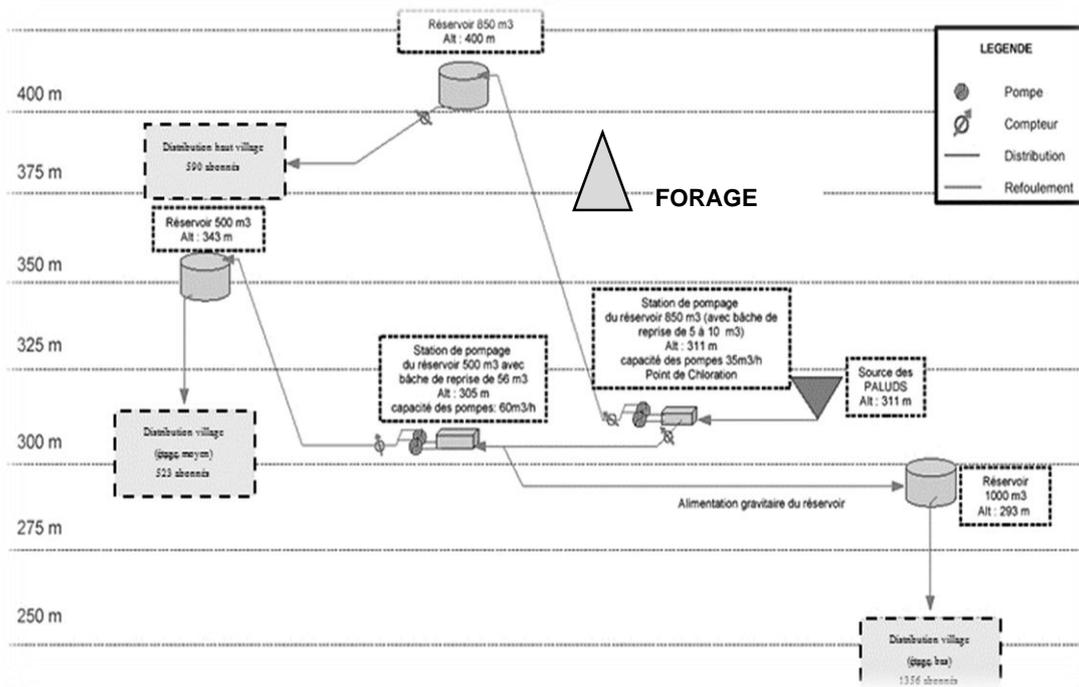
La distribution s'effectue de quatre façons différentes :

- 1) Par un château d'eau d'une contenance de **850 m<sup>3</sup>**, implanté à la côte 400 dans le massif « Piesservin », alimenté par une des deux pompes d'une puissance de 35 m<sup>3</sup>/heure, situées à la station de captage des « Paluds ». Ce réservoir dessert **590 abonnés** situés dans les hauteurs et les écarts de la ville. Un surpresseur installé dans un local attenant à celui de la source, servi par les deux pompes qui alimentent ce réservoir, a été mis en place afin d'assurer la distribution d'eau potable lors d'opération de maintenance et d'entretien du réservoir.
- 2) Par un château d'eau d'une contenance de **500 m<sup>3</sup>**, implanté à la côte 342 au lieu-dit « Les Gavottes de la Crouite », alimenté en heures creuses par une des deux pompes, d'une puissance de 60 m<sup>3</sup>/heure, situées à la station de pompage du « Près de Foire ». La bache de reprise est approvisionnée gravitairement par la source. Ce réservoir dessert **523 abonnés** de la ville haute.
- 3) Par un château d'eau d'une contenance de **1000 m<sup>3</sup>** situé « Saint Marc » à la côte 293, qui distribue l'eau à **1322 abonnés**. Ce réservoir est alimenté gravitairement, ce qui permet de desservir les nombreux lavoirs et fontaines du village.
- 4) Par les ouvrages du Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau du Nord-Ouest Varois (SIANOV) qui desservent en eau potable les **17 abonnés** situés à la limite du territoire communal de Barjols « Quartier Chargeaire ».
- 5) Le forage d'exploitation

**Présentation schématique de l'alimentation en eau potable de la commune de Barjols**



**FORAGE 1**



Le réseau de distribution d'eau potable de la commune de Barjols représente un linéaire de 48,22 km (hors branchements) et alimente **3.080 personnes**.

## 2.2.4 Synthèse des indicateurs de performance du service public d'eau potable

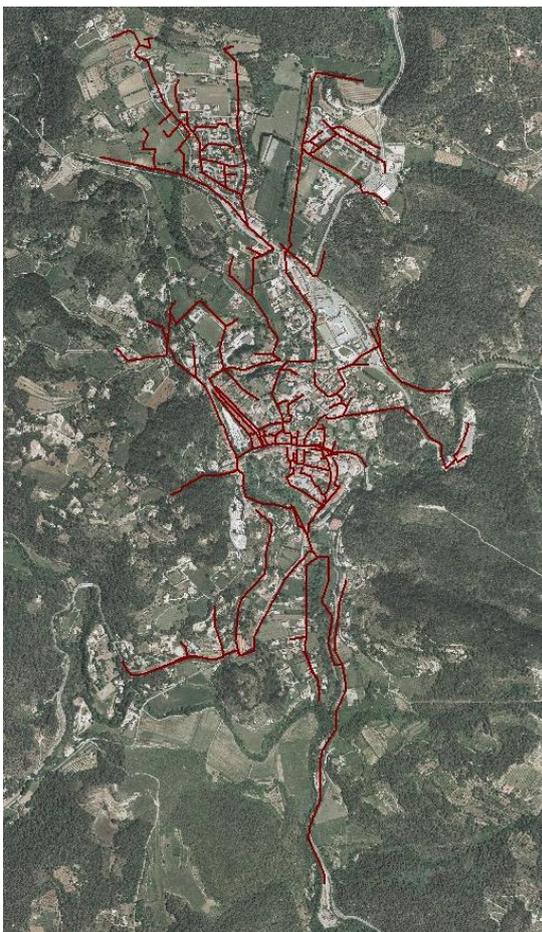
<b>Indicateur descriptifs des services</b>		
D101.0	Estimation du nombre d'habitants desservis	3080
D102.0	Prix TTC au m <sup>3</sup> pour 120 m <sup>3</sup>	1,95 €
D151.0	Délai maximal d'ouverture des branchements pour les nouveaux abonnés défini par le service	8 Jours
<b>Indicateur de performance</b>		
P101.1	Taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées réalisés au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne la microbiologie	100 %
P102.1	Taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées réalisés au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne les paramètres physico-chimiques	100 %
P103.2 B	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable	80
P104.3	Rendement du réseau de distribution	76.39
P105.3	Indice linéaire des volumes non comptés	9.41
P106.3	Indice linéaire de perte en réseau	5.85
P107.2	Taux moyen de renouvellement des réseaux d'eau potable	0.40 %
P108.3	Indice d'avancement de la protection de la ressource en eau	80 %
P109.0	Montant des abandons de créances ou des versements à un fond de solidarité	0.025 €/m <sup>3</sup>
P151.1	Taux d'occurrence des interruptions de service non programmées	1.19‰
P152.1	Taux de respect du délai maximal d'ouverture des branchements pour les nouveaux abonnés	100 %
P153.2	Durée d'extinction de la dette de la collectivité	6.02
P154.0	Taux d'impayés sur les factures d'eau de l'année précédente	2.06 %
P155.1	Taux de réclamations	0.008‰

## 2.3 Assainissement collectif

La commune dispose d'un schéma directeur d'assainissement datant de 2002.

Le service de l'assainissement est une régie directe, avec autonomie financière mais sans la personnalité morale. Il reste donc sous l'autorité de Mr Le Maire.

### 2.3.1 Le réseau



Le réseau d'égout s'étend sur 21294 mètres de canalisation fibrociment (33% du linéaire), de PVC et de fonte (60% du linéaire), de grés (7% du linéaire). 1682 abonnés y sont raccordés, ce qui représente environ 2 500 personnes.

La topographie et l'urbanisation diffuse autour du village sont des facteurs ayant limité le nombre d'abonnés à l'assainissement.

Le réseau est de type séparatif. Compte tenu de la topographie, les effluents collectés s'écoulent gravitairement jusqu'à la station d'épuration. Quatre postes de refoulement ont été installés pour raccorder des zones restreintes situées en contrebas.

Le réseau d'eaux usées communal de Tavernes est connecté à celui de Barjols.

La limite entre le réseau de Tavernes et celui de Barjols est fixée par un point de mesures de débit en poste fixe, situé à proximité du captage des Paluds.

### Taux de desserte par des réseaux de collecte des eaux usées (P201.1)

*Cet indicateur permet d'apprécier l'état d'équipement de la population et de suivre l'avancement des politiques de raccordement pour les abonnés relevant du service assainissement collectif.*

Nbr d'abonnés desservis	1703	<b>Taux de desserte :</b>	<b>99.88 %</b>
Nbr potentiel d'abonnés de la zone relevant de l'assainissement collectif	1705		

### 2.3.2 Station d'épuration

La station d'épuration traite les eaux usées des communes de Barjols et Tavernes; cette unité, d'une capacité de 6.000 EH, est de type « boues activées à aération prolongée ».

Elle traite environ 628 m<sup>3</sup>/jour d'eaux usées, ce qui représente, sur la base de 200 l/h/j une population raccordée de 3.139 personnes.

#### Débit (entrée station)

	Débit journalier moyen sur l'année	Débit journalier maximal sur l'année		Débit journalier minimal sur l'année	
Valeur en m <sup>3</sup> /j	469.58	594	12/12/2016	418	03/03/2016
% du nominal 6000 EH	39.13	49.5		34.8	

La charge hydraulique moyenne représente 2480EH sur la base 200l/h/j

Le débit maximum survenu le 12/12/2016 a pour origine une période pluvieuse importante (67 mm en 48h) durant cet évènement, aucun rejet d'eaux usées dans le milieu naturel n'a eu lieu.

### 2.3.3 Synthèse des indicateurs de performance du service public de l'assainissement collectif

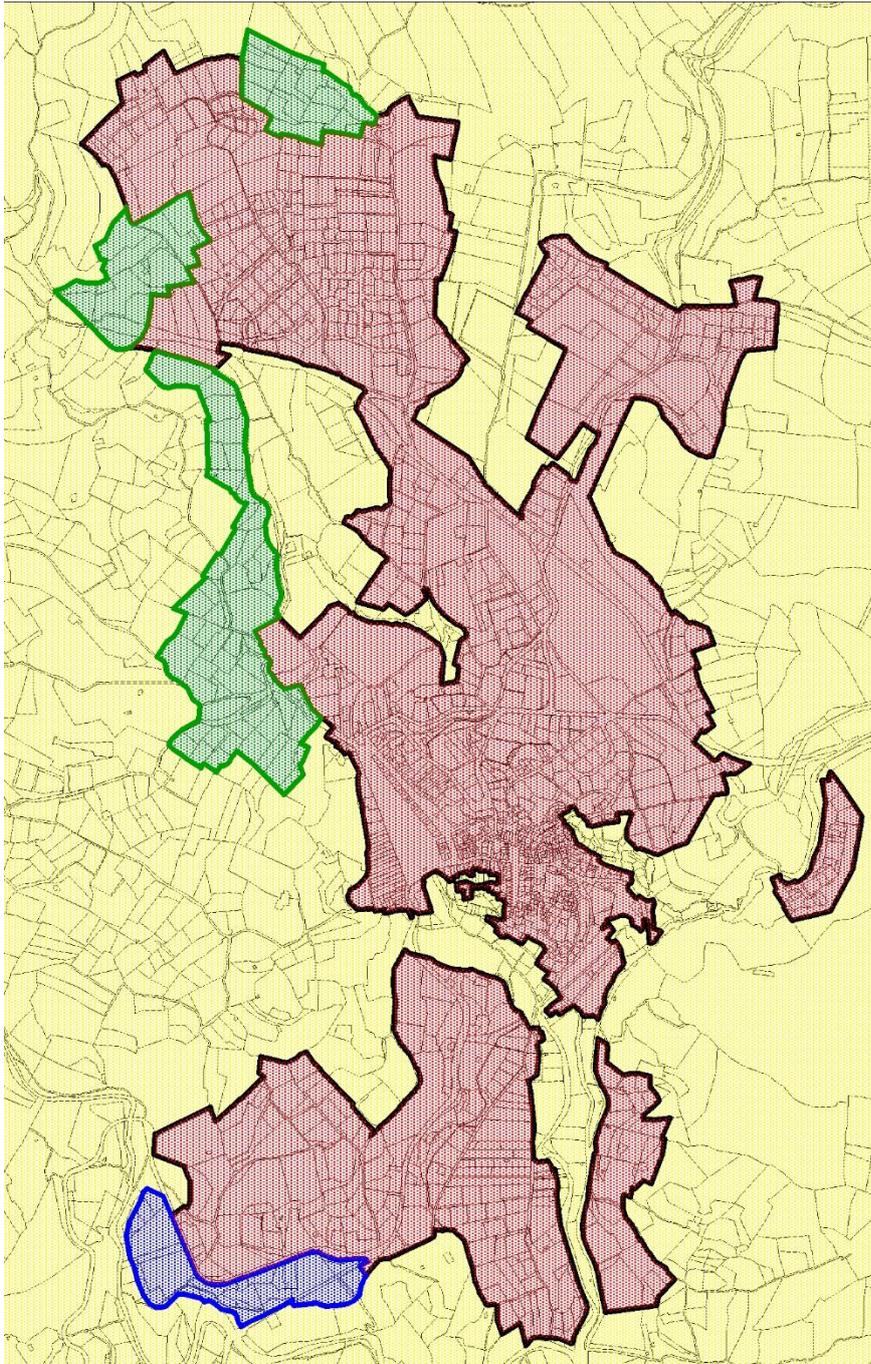
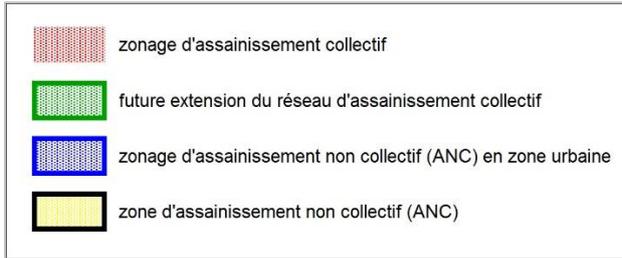
Indicateur descriptifs des services		
D 201.0	Nombre d'habitants desservis par le réseau de collecte	1703
D202.0	Nombre d'autorisations de déversement d'effluents d'établissements industriels au réseau de collecte des eaux usées	0
D203.0	Quantité de boues issues des ouvrages d'épuration (T de MS)	79.22
D204.0	Prix TTC du service au m <sup>3</sup> pour 120 m <sup>3</sup>	2.41 €
Indicateur de performance		
P201.1	Taux de desserte par des réseaux de collecte des eaux usées	99.88 %
P202.2 B	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées	37
P203.3	Conformité de la collecte des effluents aux prescriptions définies aux prescriptions nationales issues de la directive ERU	152.74

P206.3	Taux de boues issues des ouvrages d'épuration évacuées selon des filières conformes à la réglementation	100 %
P207.0	Montant des abandons de créances ou des versements à un fond de solidarité	0.007 €/m <sup>3</sup>
P251.1	Taux de débordement des effluents dans les locaux des usagers	0.59 ‰
P252.2	Nombre de point du réseau de collecte nécessitant des interventions fréquentes de curage par 100 km de réseau	7.43
P253.2	Taux moyen de renouvellement des réseaux de collecte des eaux usées	0.52 %
P254.3	Conformité des performances des équipements d'épuration au regard des prescriptions de l'acte individuel pris en application de la police de l'eau	50 %
P255.3	Indice de connaissance des rejets au milieu naturel par les réseaux de collecte des eaux usées	70
P256.2	Durée d'extinction de la dette de la collectivité	7.98 %
P257.0	Taux d'impayés sur les factures d'eau de l'année précédente	2.20%
P258.1	Taux de réclamations	0.00 ‰

#### 2.4 Assainissement non collectif

Le service public d'assainissement non collectif (SPANC) est une compétence de la communauté de communes qui réalise les contrôles des installations neuves et anciennes des secteurs non raccordés à l'assainissement collectif.

## 2.5 Découpage du territoire par type d'assainissement (collectif, non collectif)



## 3 Études zones inondables

### 3.1 Centre

Département du Var

<p>Centre d'affaires le Gua 3 rue de l'industrie 34 880 Lavérune Tél : 09.77.76.80.96 Fax : 04.67.64.87.92 E-mail : <a href="mailto:amenagement@enveo.fr">amenagement@enveo.fr</a> Site : <a href="http://ww.enveo.fr">http://ww.enveo.fr</a></p>	 <b>envéo</b> Aménagement Environnement, Eau et Infrastructures	<p>Terrassement Assainissement – épuration Travaux hydrauliques Adduction d'eau Réseaux d'électricité Réseaux d'éclairage Voirie - Espaces verts Aménagement de cours d'eau Etudes dans le domaine de l'eau, de l'environnement et des risques naturels</p>
---	---	---

## **COMMUNE DE BARJOLS**



**IDENTIFICATION DES ZONES INONDABLES DU CENTRE DU VILLAGE  
DEPUIS LE QUARTIER DES LAUS JUSQU'A LA PLACE DE LA  
ROUGUIERE  
ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES**

### MEMOIRE TECHNIQUE

Indice	Etabli par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	C.SORIN	D. ESCARZAGA	08/07/15	1 <sup>er</sup> établissement

EAL 14 21 – EH - A

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## SOMMAIRE

<b>1. AVANT-PROPOS</b>	<b>3</b>
<b>2. COLLECTE DE DONNEES</b>	<b>4</b>
2.1. Etudes et documents disponibles	4
2.2. Commentaires	5
<b>3. RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN</b>	<b>5</b>
3.1. Principe	5
3.2. Commentaires	6
<b>4. TOPOGRAPHIE</b>	<b>14</b>
<b>5. HYDROLOGIE</b>	<b>15</b>
5.1. Bassin versant	15
5.1.1. Hydrographie	15
5.1.2. Topographie	15
5.1.3. Géologie	16
5.1.4. Occupation des sols	16
5.2. Calcul des débits	17
<b>6. ETUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE</b>	<b>19</b>
6.1. Modélisation	19
6.1.1. Méthodologie	19
6.1.2. Logiciels utilisés	20
6.1.3. Structures des modèles	21
6.2. Calage	23
6.3. Résultats	23
6.4. Interprétation des résultats	24
6.4.1. Occurrence centennale	24
6.4.2. Occurrence exceptionnelle	31
<b>ANNEXE 1</b>	<b>32</b>
Quantiles de débits pseudo-spécifiques pour le bassin versant de l'Eau Salée	32
<b>ANNEXE 2</b>	<b>33</b>
Planches graphiques	33

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	2/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 1. AVANT-PROPOS

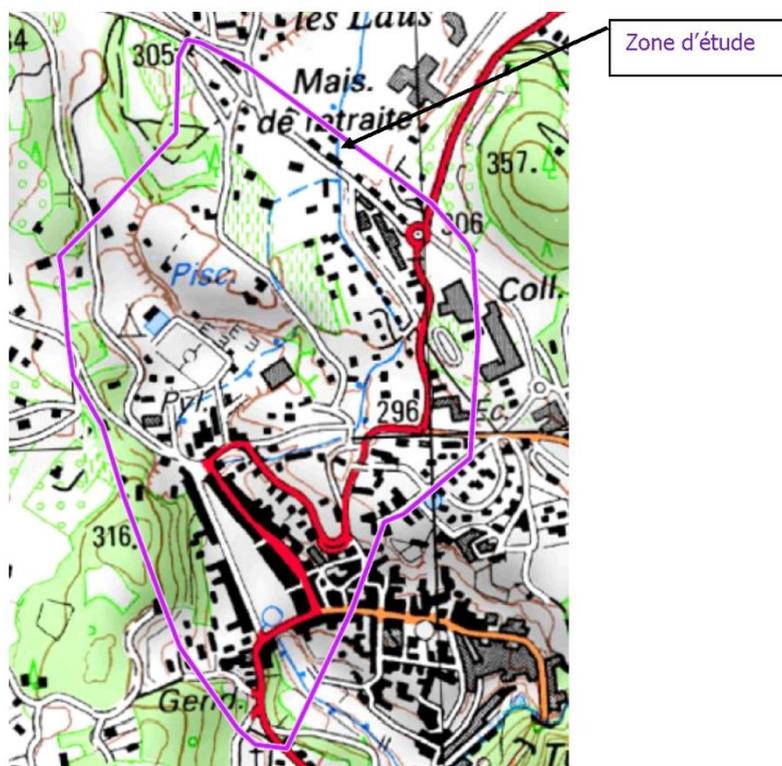
Le Nord et l'Est du village de Barjols sont traversés par différentes branches du ruisseau des Ecrevisses. Ce cours d'eau draine un important bassin versant situé principalement sur la commune de Tavernes.

En prévision de la révision de son PLU, la Commune de Barjols a besoin de définir les contraintes hydrauliques liées au ruisseau dans la traversée des quartiers des Paluds (écoles, services techniques, habitations), des Tourtoires et de la place de la Rouguière jusqu'à la sortie à l'aval de la place.

L'Atlas Départemental des zones inondables réalisé par approche hydrogéomorphologique a conclu sur une inondation forte et étendue de tous ces quartiers.

La Commune a confié à la société envéo aménagement la réalisation d'une étude hydraulique afin d'affiner la caractérisation de l'aléa d'inondation sur le secteur.

La zone d'étude est localisée ci-dessous.



Le présent document expose la méthodologie utilisée pour l'étude hydraulique, ses résultats et conclusions.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	3/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 2. COLLECTE DE DONNEES

### 2.1. ETUDES ET DOCUMENTS DISPONIBLES

Les études et documents à notre disposition pour la réalisation de cette étude sont listés dans le tableau ci-dessous :

Référence	Intitulé	Auteurs	Date
<b>Études antérieures</b>			
1	Etude hydraulique pour la construction d'un gymnase – quartier des Laus	Dominique GIRAUDEAU	Oct. 2005
2	Programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles	IPSEAU	
3	Identification des zones inondables du quartier des Laus	envéo	Août 2010
4	Etude hydraulique pour le confortement de la falaise du pont d'Or	G2C Environnement	Oct. 2000
5	Schéma Directeur des Eaux Pluviales	SOGREAH	Mars 2010
6	Etude des zones inondables pour la station d'épuration de Barjols	SIEE	Jan. 2006
7	Retour d'expérience de la crue de l'Argens de novembre 2011	Aqua Conseil	Mai 2012
8	Identification des zones inondables du quartier des Condamines	envéo	Nov. 2013
9	<b>Référentiel hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Argens - Action 5 PAPI d'intention</b>	COYNE ET BELLIER	Avril 2014
<b>Documentation</b>			
8	IGN 1/25000	IGN Paris	
9	Données pluviométriques REGION III	IT 77	
10	Carte géologique 1/50 000	BRGM	Août 2013
11	cadastre numérisé	Mairie	
12	Levés topographiques	OPSIA	Jan. 2015

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	4/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

13	<b>MNT – Ortho photographies aériennes</b>	<b>CG 83</b>	
14	Atlas départemental des zones inondables du Var	IPSEAU	
15	Banque Hydro	DREAL	Août 2013

Tableau 1 : Résumé des études précédentes

## 2.2. COMMENTAIRES

Les documents listés ci-dessus ont permis de récupérer de nombreuses données utiles pour l'expertise de la zone inondable dont des données hydrologiques (bassins versants, coefficient de ruissellement...) et des indications sur des crues survenues par le passé.

On note tout de même une forte divergence des résultats des différentes études hydrologiques. Les débits estimés vont du simple au triple selon les études sources.

La présence d'un modelé karstique sur le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses et d'importants obstacles aux écoulements (franchissements réduits de la RD 554 et de l'ancienne voie ferrée) rendent très difficile l'estimation de débits représentatifs sur la zone d'étude car ils ont une forte influence respectivement sur la gènèse et l'écoulement des crues.

L'hétérogénéité considérable d'un karst et l'existence de nombreuses discontinuités hydrauliques liées au réseau karstique de drainage font que son influence sur l'infiltration et le ruissellement des eaux est difficilement appréciable. L'étude de cette influence nécessiterait d'importants moyens (étude hydrogéologique, campagnes de mesures et de traçage, spéléologie, ...).

Même le référentiel hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Argens (Action 5 PAPI d'intention) n'apporte pas plus de précisions sur ce secteur. Il indique des quantiles de débit pseudo-spécifique sur le bassin versant de l'Eau Salée en précisant que le secteur de la plaine de Tavernes est à considérer à part.

La synthèse de toutes ces données a tout de même permis d'appréhender le contexte hydraulique local.

## 3. RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN

### 3.1. PRINCIPE

La visite de terrain a permis de visualiser le site et d'identifier l'état physique des lits, des berges et des champs majeurs des différentes branches du cours d'eau.

Lors de cette visite, les conditions d'écoulement ont également été déterminées aussi bien sur la zone d'étude qu'en amont et en aval.

Les besoins topographiques ont été définis à la suite de ce repérage.

Parallèlement au repérage du ruisseau, il a été mené des investigations (repérage, enquête auprès de riverains) afin de déterminer les caractéristiques des inondations du secteur : fréquence du désordre, hauteur de submersion, ...

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	5/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

### 3.2. COMMENTAIRES

Au nord de la zone d'étude, le ruisseau des Ecrevisses traverse la plaine des Laus qui constitue une importante zone d'expansion des crues dont la vidange des eaux est contrôlée par le franchissement de l'ancienne voie ferrée située en remblai plus de 3 m au-dessus de la plaine.

En aval de ce pont le ruisseau des Ecrevisses longe la promenade Maurice Simian jusqu'au carrefour avec la RD 554, soit un linéaire de 270 m. Sur ce tronçon, le ruisseau présente un lit mineur canalisé, profilé en U avec des parois en béton. La section moyenne du lit mineur est de 3 x 1.5 m environ (L x h) avec une faible pente. Le lit mineur présente plusieurs franchissements présentant des risques d'obstruction comme cela a été observé lors de la crue de novembre 2011.



*Lit mineur du ruisseau en aval pont SNCF*

*Ancien pont SNCF*

A l'exception du chemin adjacent au ruisseau qui fait office de lit secondaire, il ne semble pas possible d'observer des débordements en rive gauche du ruisseau sur ce tronçon. Les écoles et les habitations sont situées bien plus hauts que les terrains en rive droite.

En rive droite, des débordements du ruisseau ont été observés lors de la crue de novembre 2011. Ces débordements ne reviennent pas dans le lit mineur du ruisseau, ils s'écoulent de manière diffuse à travers les parcelles du quartier des Paluds en direction du sud-ouest. Ils rejoignent une branche secondaire du ruisseau qui se présente sous la forme d'un fossé agricole et alimente la cascade des Tourtours. Cette branche secondaire est alimentée par trois prises d'eau sur le ruisseau des Ecrevisses :

- une conduite Ø800 mm à l'aval immédiat du franchissement de l'ancienne voie ferrée qui se prolonge ensuite par un fossé agricole,
- des canaux d'irrigation.

Ces trois ouvrages sont équipés de vannes dont la manipulation est gérée par l'ASA par temps sec et par les services techniques lors des événements pluvieux. Le protocole d'intervention des services techniques prévoit l'ouverture systématique des vannes lors d'événements pluvieux intenses.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	6/33
--	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village



*Prise d'eau Ø800 mm*



*Prise d'eau canal*

Au droit du carrefour entre la promenade Maurice Simian et la RD 554, le ruisseau des Ecrevisses comporte un ouvrage de répartition des débits entre :

- le lit mineur du ruisseau qui retrouve une section trapézoïdale variable, encombrée par la végétation, encaissée, très pentue avec des petits seuils naturels qui correspondent à des concrétions calcaires. Ces structures se retrouvent sur l'ensemble du profil en long du cours d'eau,
- des conduites d'irrigation qui se prolongent derrière le collège notamment.

Un ensemble de vannes permet de réguler la répartition des débits. Ces vannes représentent un obstacle aux écoulements dans le lit mineur du ruisseau en cas de crues. Les débordements du ruisseau peuvent alors emprunter plusieurs cheminements : descente de la RD 554, écoulements rive gauche, écoulements rive droite.



*Ouvrage de répartition des eaux*



*Ruisseau des Ecrevisses aval*

Le ruisseau des Ecrevisses descend ensuite en direction de la place de la Rouguière sous la forme d'un petit ravin encaissé et pentu nommé vallon des Conquêtes. Il comporte deux franchissements de type voûte sous la route de Draguignan et sous la RD 554 peu avant le début de sa section enterrée derrière la carrosserie Piquemal.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	7/33
--	---	------

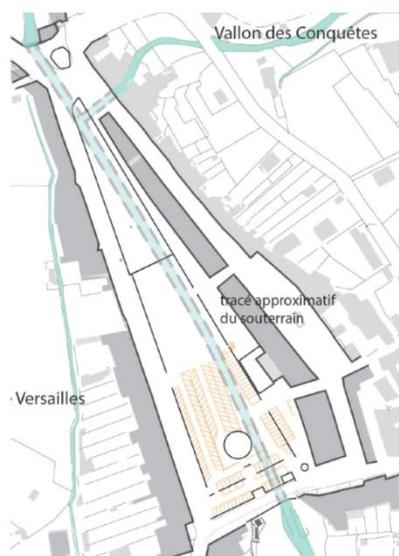
Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village



*Pont sous la route de Draguignan*

*Pont sous RD 554 (vues aval)*

Le ruisseau des Ecrevisses présente ensuite un tronçon en section enterrée sous la place de la Rougrière jusqu'à la cascade de la falaise d'Or. La branche secondaire de ruisseau qui commence aux Paluds et traverse le quartier des Tourtoires conflue avec le ruisseau des Ecrevisses sous la place sur sa partie haute. Cette branche secondaire est souterraine depuis la place du 19 mars 1962.



<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	8/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

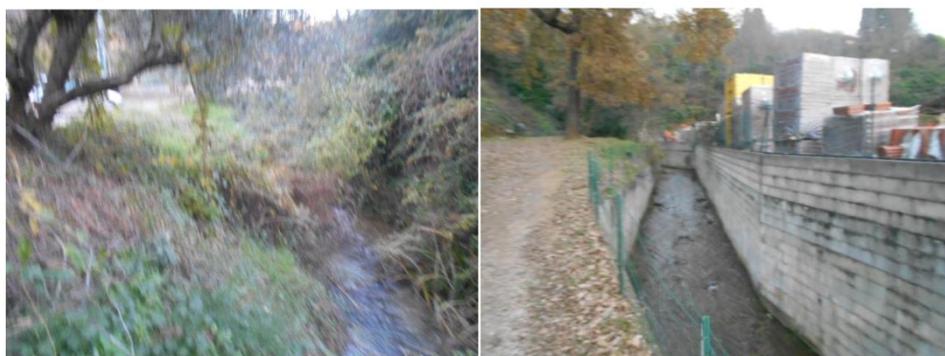


*Tronçon souterrain du vallon des Conquêtes*



*Tronçon souterrain du ruisseau des Ecrevisses*

En remontant vers l'amont cette branche secondaire se présente sous la forme d'un ravin pentu et encaissé, puis d'un canal maçonné en parpaings entre le passage piéton derrière les locaux de l'entreprise Ledesma et la cascade.



*Sections "naturelle" et maçonnée du lit secondaire du ruisseau entre la cascade et la Rouguière*

Cette branche secondaire reçoit en temps normal les apports pluviaux des Paluds, les ruissellements du vallon derrière la piscine et les apports des prises d'eau sur le ruisseau des Ecrevisses.

En période de crue, elle reçoit également les débordements du ruisseau des Ecrevisses sur la zone des Paluds. Ces débordements s'écoulent à travers les parcelles des Paluds en direction du sud-ouest. Ils sont interceptés par le chemin des camps de Barjols et se déversent dans la zone des Tourtouires via la cascade ou par ruissellement le long des talus pour arriver dans la cour derrière les bâtiments de matériaux de l'entreprise Ledesma.

En cas de saturation des galeries souterraines du ruisseau des Ecrevisses, les débordements s'écouleront en surface le long de la place de la Rouguière et du boulevard Grisolle (RD 554).

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	9/33
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

En bas de la place, les débordements surversent par-dessus le muret vers la cascade en contrebas.

Cette cascade a fait l'objet d'importants aménagements en 2004 en vue de conforter la falaise de la RD 554. Le ruisseau a fait l'objet d'une modification de son profil en long sur une distance de 60 m environ avec la création de 6 cascades aménagées en gabions.



*Vue aval de la sortie du ruisseau sur la cascade*

*Point bas de la place de la Rougrière*

Le ruisseau traverse ensuite le quartier des Condamines et afflue avec l'Eau Salée 1 km en aval.

Plusieurs documents bibliographiques font état de l'inondabilité par débordement de cours d'eau et par ruissellement diffus de l'ensemble de la zone d'étude :

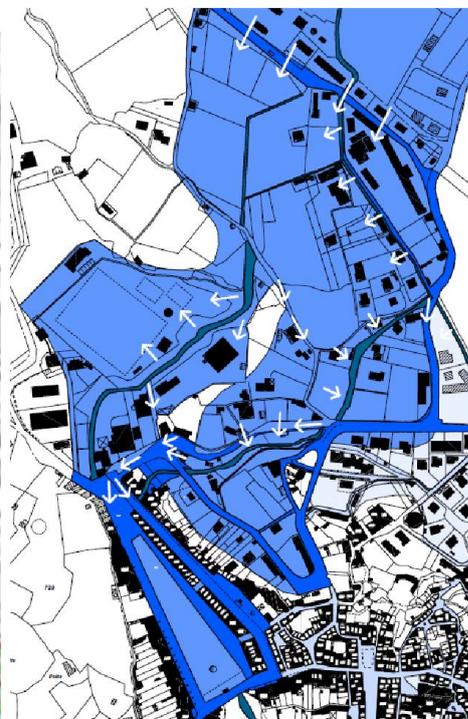
- l'Atlas Départemental des zones inondables réalisé par approche hydrogéomorphologique,
- le schéma directeur des eaux pluviales réalisé par SOGREAH en 2010.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	10/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village



Extrait AZI départemental (source : DREAL)



Emprise de la zone de ruissellement pour une crue centennale (source : SOGREAH)

Lors de nos investigations de terrain, nous avons également recueilli les témoignages des riverains, des élus et techniciens de la mairie.

Les témoignages font bien état de **débordements** du ruisseau des Ecrevisses dans le **quartier des Paluds**, notamment lors de la crue de novembre 2011. Des **lames d'eau de 15 à 50 cm** sur le plateau des Paluds ont été observées par les riverains. En revanche les témoignages ne font pas état de submersion complète de la plaine des Laus avec surverse par-dessus l'ancienne voie ferrée. De même le remblai sur lequel se situent les écoles en rive gauche n'a pas été touché. Une marge de sécurité importante était maintenue.

Au droit du carrefour de la RD 554 avec la promenade Maurice Simian, l'ouvrage de répartition était noyé. Des écoulements importants étaient observés sur la RD 554 mais ils semblaient provenir de ruissellements amont plutôt que de débordements du ruisseau. A l'aval, le lit mineur du ruisseau canalisait la majeure partie des débits : il n'a pas été fait état de débordements et de dommages si ce n'est la destruction d'un mur de soutènement de la propriété immédiatement à l'aval de l'ouvrage de répartition en rive gauche. La première maison en rive droite située sur une terrasse en contrebas n'a pas été inondée d'après les habitants.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	11/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

De la même manière, aucun **témoignage n'a fait état de débordements du ruisseau depuis cet ouvrage de répartition jusqu'à l'aval de la place de la Rouguière**. Ils affirment même n'avoir jamais été inquiétés par le ruisseau : le niveau d'eau atteint étant bien plus bas que les berges, même en novembre 2011. Seuls des ruissellements pluviaux locaux ont occasionné quelques désordres mineurs. Ont notamment témoigné le gérant de la carrosserie Piquemal située à l'entrée du tronçon enterré, un voisin habitant à côté du franchissement de la RD 554 depuis 70 ans et de multiples riverains.

Il est à noter que les débits transitant le long de ce tronçon de cours d'eau depuis les services techniques jusqu'à la confluence avec la seconde branche de réseau sont écrêtés par rapport au débit qui franchit l'ouvrage en sortie de la plaine des Laus. En effet les débordements dans la plaine des Paluds rejoignent le chemin des camps de Barjols et le second lit du ruisseau dans le secteur des Tourtoires sans transiter par le lit principal.

**Là non plus les témoignages n'ont pas fait état de débordements de ce second lit le long des entrepôts Ledesma ou vers la place du 14 mars 1962.**

De manière générale, aucun témoignage n'a fait état de débordements du ruisseau des Ecrevisses en aval de la plaine des Paluds jusqu'à la place de la Rouguière malgré l'observation récente d'une crue majeure en **novembre 2011**. L'occurrence de cette crue n'a pas été clairement définie sur Barjols. Cependant l'utilisation du modèle hydraulique lors de l'étude des zones inondables dans le quartier aval des Condamines tend à montrer que les PHE observées sur le terrain pour la crue de novembre 2011 correspondent à peu près aux hauteurs d'eau obtenues pour la simulation des débits de pointe estimés pour une **occurrence vicennale**. Compte tenu de l'écrêtement des débits survenus dans le quartier des Laus, l'occurrence de la crue est peut-être plus rare à l'amont de Barjols.

L'hydrogéomorphologie est une approche géographique qui étudie le fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées. Ces vallées sont composées de plusieurs unités hydrogéomorphologiques : ce sont les différents lits topographiques que la rivière a façonné dans le fond de vallée au fil des siècles, au fur et à mesure des crues successives. Dans le cadre de l'Atlas départemental des zones inondables, ces lits sont cartographiés à l'échelle 1/25 000. Des incohérences locales peuvent exister.

Cette méthode permet de cartographier, de manière homogène sur tout un bassin versant, les limites inondables ainsi que tous les éléments naturels ou artificiels, qui peuvent jouer un rôle sur l'écoulement des crues. Elle figure également les limites atteintes par les grandes inondations à l'échelle des temps géologiques, bien au-delà de l'occurrence centennale considérée comme crue de référence sur Barjols pour l'évaluation de l'aléa inondation en l'absence de crues plus rares.

L'étude SOGREAH s'appuie pour sa part sur l'estimation des débits faite par la méthode SHYREG pour caractériser le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude. Cette méthode donne les résultats suivants :

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	12/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Sous bassin versant	Surface en Ha	Débit Q100	Débit Q10
<b>Bassin Versant Ruisseau Eau Salée</b>	7195	156	32
<b>Bassin Versant Ruisseau Fauvéry</b>	2484	83	17
<b>Bassin Versant Ruisseau des Ecrevisses</b>	4561	109	17

**Source : Schéma directeur des eaux pluviales de Bariols, SOGREAH, mars 2010**

Ces valeurs correspondent à des débits pseudo-spécifiques de l'ordre de  $5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^{1.6}$  pour 100 ans.

Même s'il précise que le secteur de la plaine de Tavernes est à considérer à part, le référentiel hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Argens (Action 5 PAPI d'intention) indique des quantiles de débit pseudo-spécifique sur le bassin versant de l'Eau Salée de l'ordre de  $1.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^{1.6}$  pour l'occurrence centennale.

L'application de la relation de Myer sur le bassin versant de l'Eau Salée ( $Q_{100} = 1.15 \times S^{0.8}$ ) fournit un débit de pointe centennal de  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ , bien loin des  $156 \text{ m}^3/\text{s}$  fournis par la méthode SHYREG.

Dans tous les cas, ces débits s'avèrent très élevés par rapport à celui observé en novembre 2011 ( $<140 \text{ m}^3/\text{s}$ ) à la station hydrométrique de Chateauvert située plus en aval sur l'Argens et qui contrôle un bassin versant de  $485 \text{ km}^2$ . Cette différence de débits peut expliquer le décalage entre les conclusions de l'étude SOGREAH et les témoignages recueillis sur le terrain.

Au bilan, les observations de terrain mettent en évidence la multiplicité des axes d'écoulement tels que représentés sur la planche n°1 insérée en annexe.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	13/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

#### 4. TOPOGRAPHIE

Un levé topographique de la place de la Rouguière a été fourni par la mairie.

De plus un Modèle Numérique de Terrain a gracieusement été transmis par le service Environnement du Conseil Général du Var.

Des données topographiques complémentaires sont nécessaires pour le montage des modèles hydrauliques.

La présente phase de l'étude a pour objectif de définir les profils en travers et semis de points du cours d'eau et de son champ majeur nécessaires pour la modélisation hydraulique.

La zone d'étude a fait l'objet du levé topographique par le bureau OPSIA de :

- 45 profils en travers du lit mineur et du champ majeur des deux branches du ruisseau des Ecrevisses,
- un semis de points sur une emprise de 12 ha,
- 12 ouvrages hydrauliques (ponçons, ponts, entrées/sorties tronçons souterrains),
- Un profil en long et des sections d'écoulement des tronçons souterrains sous la place de la Rouguière.

L'implantation des profils et la localisation du semis de point sont représentés sur la planche 3. Le choix de l'implantation de ces profils ainsi que des besoins topographiques a été établi suite à la reconnaissance de terrain en fonction des variations topographiques de la zone d'étude mais aussi en fonction des données nécessaires aux logiciels HEC-RAS et SW2D pour modéliser des structures particulières comme les cascades, les ponts, les ouvrages de répartition et les tronçons enterrés du ruisseau des Ecrevisses.

Le semis de points levé sur la zone d'étude a pour objet de faire ressortir tous les axes d'écoulement dans le champ majeur et ainsi mieux appréhender la répartition des eaux entre les ruissellements sur voiries et à travers les parcelles.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	14/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 5. HYDROLOGIE

### 5.1. BASSIN VERSANT

#### 5.1.1. Hydrographie

Le ruisseau des Ecrevisses se forme à partir de plusieurs rus drainant le massif de Mala Soque au nord de Tavernes. Le thalweg du ruisseau est peu marqué dans la traversée de la plaine de Tavernes. On le retrouve un temps busé avec une conduite Ø 800 mm le long de la RD 554 puis reprend la forme d'un thalweg naturel. Le ruisseau reçoit les apports de quelques réseaux pluviaux et thalwegs dans la traversée du village de Barjols.

En aval de Barjols, le ruisseau des Ecrevisses reçoit les apports du ruisseau de Pontevès puis rejoint l'Eau Salée environ 1 km en aval de la place de la Rougrière. Cette dernière afflue avec l'Argens environ 5 km en aval.

#### 5.1.2. Topographie

Le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses présente une superficie de 45.5 km<sup>2</sup> environ au droit du franchissement de l'ancienne voie SNCF à l'amont de la zone d'étude. Il est composé de collines culminant à 700 m environ et de la plaine de Tavernes située à une altitude de 350 m environ.

Sur une longueur de chemin hydraulique le plus long de 13.8 km au droit du franchissement de la RD 554 à la sortie de la plaine de Tavernes, le ruisseau présente une pente pondérée de 0.024 m/m. Il reçoit alors les apports d'un affluent, le ruisseau de Pontevès, dont le bassin versant présente une superficie de 473 ha environ (soit 4.73 km<sup>2</sup>).

Le franchissement de la RD 554 s'effectue via une voûte prolongée par un cadre et une buse Ø1000 mm qui semblent sous-dimensionnés par rapport au bassin versant amont. Le remblai de la RD 554 fait alors office de barrage avant d'être submergé.

Après avoir traversé des gorges sur une longueur de 1150 m pour une pente de 0.013 m/m, le ruisseau traverse le quartier des Laus qui constitue une zone d'expansion des crues. Il présente alors une champ majeur très large et une pente réduite de 0.002 m/m sur une longueur de 700 m environ. Le volume de stockage de cette zone d'expansion de crues a été estimé à 142 000 m<sup>3</sup> environ dans le schéma pluvial réalisé par SOGREAH. Son exutoire est constitué de l'ouvrage de franchissement de l'ancienne voie ferrée, une voûte de 3.8 m de large et 2.3 m de haut dont la capacité avoisine 25 m<sup>3</sup>/s environ.



**Schéma de fonctionnement de la plaine des Laus - Source : Schéma pluvial, SOGREAH, mars 2010**

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	15/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Le ruisseau reçoit les apports pluviaux d'un bassin versant intermédiaire de 1.2 km<sup>2</sup> environ dans la traversée du village de Barjols. Ce bassin versant intermédiaire est découpé en 6 sous-bassins versants en fonction de la topographie et de l'architecture du réseau pluvial. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

ssBV	Surface	Longueur	Pente moy	Coeff. Imp.
	ha	m	%	%
Camps de Barjols	49.04	1900	3.3%	15
Ecoles	2.13	485	4.8%	80
Réservoir	19.62	850	9.5%	10
Tourtouires	35.71	1190	5.4%	5
Tuerie	3.98	590	5.2%	40
Rouguière	13.57	475	9.5%	40

Ainsi le ruisseau des Ecrevisses présente un bassin versant de 46.8 km<sup>2</sup> au niveau de la cascade en bas de la place de la Rouguière.

Le découpage des bassins versants est représenté sur la planche 2 en annexe.

### 5.1.3. Géologie

Barjols appartient à la Provence calcaire où les calcaires lacustres se sont déposés essentiellement durant le Jurassique et le Crétacé. La partie Nord du bassin versant et la partie Est sont ainsi principalement composées de dolomies calcarifères ruiniformes du Jurassique tandis que la partie ouest du bassin versant se compose majoritairement de dolomies cendrées intercalées de marnes et de sables bleutés datant du Sparnacien au Montien. La plaine de Tavernes et la vallée de Varages se composent en grande partie de marnes noduleuses et de marno-calcaires du Miocène moyen et supérieur. Le phénomène karstique est très développé dans ces formations et rend la compréhension du système hydrologique du bassin versant complexe.

**Un élément majeur caractérisant le bassin versant de la zone d'étude est la présence d'un modèle karstique influençant fortement les débits des cours d'eau grâce à un fort pouvoir de rétention.**

### 5.1.4. Occupation des sols

Le bassin versant présente une occupation des sols essentiellement constituée de forêts de conifères et de feuillus sur les versants et de prés ou de champs sur les terrains moins accidentés. La vigne représente environ 10 % de la surface totale du bassin versant. Elle est principalement développée autour du village de Tavernes.

Les zones urbaines discontinues occupent moins de 2 % de la surface totale du bassin versant : il s'agit des villages de Tavernes et Barjols. Seul la zone urbaine de Barjols peut influencer le régime hydrologique du ruisseau des Ecrevisses au droit de la zone d'étude de par sa proximité.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	16/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 5.2. CALCUL DES DEBITS

Il s'agit d'évaluer les débits de pointe des crues de période de retour 100 ans et exceptionnelle au droit de la zone d'étude.

Il n'existe pas de stations de mesure des débits sur le ruisseau des Ecrevisses et sur l'Eau Salée. Des stations existent en revanche plus en aval sur l'Argens (Châteauvert) ou sur des cours d'eau voisins plus ou moins similaires.

Le fonctionnement hydrologique du bassin versant du ruisseau des Ecrevisses est très complexe. Le modelé karstique, les plaines tampon et certains obstacles aux écoulements (RD 554, ancienne voie ferrée,...) rendent très difficile l'estimation de débits représentatifs sur la zone d'étude car ils ont une forte influence respectivement sur la genèse et l'écoulement des crues.

De nombreux calculs hydrologiques ont déjà été réalisés sur le ruisseau des Ecrevisses dans le cadre des études énumérées ci-avant (cf 2.1). Les résultats de ces calculs présentent de fortes divergences comme l'atteste le tableau suivant :

Source	Débit décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Méthode de calcul
IPSEAU	27.5 (Q courant)	61.5 (Q rare)	Non précisée
GIRAUDEAU	36.2	90	Crupédix pour 10 ans et coefficient de corrélation pour 100 ans
G2C	13	22	Extrapolation des données de la station de mesures de Châteauvert sur l'Argens
SOGREAH	17	109	Méthode SHYREG
CG 83 (sortie plaine des Laus)	7	15	Modèle HMS Argens fréquence
CG 83 (sortie plaine des Laus)	13	22	Modèle HMS Argens type pluie de 2011
ENVEO (amont plaine des Laus)	20	69	Méthode du double réservoir linéaire avec pluie de Keifer
ENVEO (sortie plaine des Laus)	15	28	Modélisation hydraulique

### Synthèse des données hydrologiques existantes pour le ruisseau des Ecrevisses

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	17/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

G2C a estimé ses débits par extrapolation des données issues du suivi hydrométrique de l'Argens à Châteauvert réalisé par la DREAL. Le bassin versant de l'Argens en ce point est de 485 km<sup>2</sup>, soit 10 fois plus que la superficie du bassin versant du ruisseau des Ecrevisses. Cette forte différence de superficie rend aléatoire les résultats de l'extrapolation. Ces valeurs ne sont donc pas retenues.

Les méthodes Crupédix et Shyreg utilisées par GIRAUDEAU et SOGREAH sont fiables mais ne prennent probablement pas ou peu en compte la présence du modelé karstique sur une majeure partie du bassin versant. De plus elles prennent partiellement en compte l'impact des franchissements de la RD 554 à la sortie de la plaine de Tavernes puis de l'ancienne voie ferrée à l'aval.

Suite à l'analyse de ces données, nous avons construit dans l'étude sur le quartier des Laus un modèle hydrologique pluie-débit avec des pluies de Kieffer et un modèle de double réservoir linéaire. Sans être indiscutable de par l'imprécision liée à la présence du karst, cette méthode est apparue comme un bon compromis. On obtient des valeurs de débit de pointe de 20 m<sup>3</sup>/s pour 10 ans et 69 m<sup>3</sup>/s pour 100 ans.

La modélisation hydraulique de la plaine des Laus réalisée en 2009 a permis d'évaluer l'impact de cette zone d'expansion des crues sur l'écrêtement des débits du ruisseau. Les résultats de la modélisation indique des débits de 15 m<sup>3</sup>/s et 28 m<sup>3</sup>/s pour les périodes de retour respectives 10 et 100 ans en aval du quartier des Laus.

Ces valeurs se révèlent proches des débits fournis par le modèle hydrologique de l'Argens calé pour une pluie de type 2011. Ce modèle est développé par le Conseil Général à l'échelle du bassin versant de l'Argens.

Les **débits fréquence** estimés s'avèrent faibles. Peut-être que le nombre et l'importance des événements réels observés sur le secteur n'ont pas encore été suffisants pour fournir une bonne représentativité des événements rares, notamment d'occurrence centennale. En revanche les valeurs fournies par le modèle calé pour une pluie de type 2011 s'avèrent proches de celles issues de l'étude de la plaine des Laus de 2009.

Le référentiel hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Argens (Action n°5 PAPI d'intentions Argens) indique des quantiles de débit pseudo-spécifique sur le bassin versant de l'Eau Salée mais il précise que le secteur de la plaine de Tavernes est à considérer à part (cf. annexe 1).

**L'application du quantile de débit pseudo-spécifique de 1.1 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1.6</sup> pour l'occurrence centennale sur le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses fournit un débit de pointe de 23 m<sup>3</sup>/s.**

Bien qu'il soit précisé que ce quantile ne peut s'appliquer sur le secteur de la plaine de Tavernes, le résultat obtenu s'approche des valeurs fournies par l'étude de la plaine des Laus et par le modèle hydrologique du Conseil Général.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	18/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Dans tous les cas l'étude hydrologique d'un bassin versant karstique comporte toujours une part d'imprécision inévitable qu'il convient de prendre en compte lors de l'analyse hydraulique. Par conséquent nous proposons de prendre une marge de précaution supplémentaire et de retenir un débit de pointe de **30 m<sup>3</sup>/s** pour le ruisseau des Ecrevisses à la sortie de la plaine des Laus.

Les débits de pointe d'occurrence centennale des sous-bassins versants pluviaux qui alimentent le ruisseau des Ecrevisses dans la traversée de Barjols sont estimés à partir de la formule rationnelle avec les données pluviométriques de la station de Le Luc – Le Cannel des Maures. Les débits sont présentés dans le tableau suivant :

ssBV	Surface	Coeff. Imp.	Débit centennial
	ha	%	m <sup>3</sup> /s
Camps de Barjols	49.04	15	4.4
Ecoles	2.13	80	1.2
Réservoir	19.62	10	2.9
Tourtouires	35.71	5	7.8
Tuerie	3.98	40	1.8

L'ordre de grandeur de ces débits est cohérent avec les valeurs habituellement observées dans la région. Cela correspond à des débits pseudo-spécifiques compris entre 8 et 18 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1.6</sup> pour les sous-bassins versants ruraux et des débits pseudo-spécifiques compris entre 24 et 30 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1.6</sup> pour les sous-bassins versants urbains.

Pour l'occurrence exceptionnelle, un facteur de 1.8 est appliqué à partir du débit d'occurrence centennale.

## 6. ETUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

### 6.1. MODELISATION

#### 6.1.1. Méthodologie

Les observations de terrain mettent en évidence la multiplicité des axes d'écoulement tels que représentés sur la planche n°1 insérée en annexe.

Le plateau des Paluds présente un fonctionnement distinct avec un ruisseau des Ecrevisses canalisé et des débordements qui s'écoulent en nappe en direction de la cascade et des talus le long du chemin des camps de Barjols. Ces débordements génèrent un écrêtement du débit de pointe sur ce plateau.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	19/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

En aval les écoulements semblent canaliser dans les ravins et sections enterrés. En cas de saturation des ravins, la topographie laisse penser que les éventuels débordements s'écouleraient majoritairement le long des axes routiers (RD 554, boulevard Grisolle, place du 19 mars 1962, place de la Rouguière).

Cette analyse incite à modéliser les écoulements pour un débit de pointe d'occurrence centennale selon le principe suivant :

- un modèle hydraulique 2D dans le quartier des Paluds en régime transitoire,
- un modèle hydraulique 1D en régime permanent à l'aval le long des deux branches de ruisseau et du tronçon souterrain du cours d'eau sous la place de la Rouguière. La plaine du complexe sportif communal a également fait l'objet d'une modélisation 1D en régime permanent.

### **6.1.2. Logiciels utilisés**

La modélisation 2D est rendue possible par l'utilisation du code SW2D développé au laboratoire Hydrosiences de l'université de Montpellier. Il s'agit d'un modèle mathématique en deux dimensions (X, Y) parfaitement adapté au contexte hydraulique évoqué ci-dessus en raison de sa capacité à gérer les écoulements divergents (non canalisés) et les alternances submersion/assec en toute maille.

Le modèle mathématique utilisé s'appuie sur un maillage de l'espace élaboré à partir des levés topographiques disponibles et ajustés localement d'après les observations de terrain.

Le maillage est construit de manière à prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : les thalwegs, les dépressions, les fossés, les ouvrages, les voies, les bâtiments et toutes autres entités nécessaires à la bonne représentation du fonctionnement hydrodynamique du secteur.

Il fournit aux différents points du maillage tout type d'informations dont la profondeur d'eau, les débits et les champs de vitesse avec leurs composantes horizontales et leurs normes.

Les calculs des lignes d'eau en 1D sont eux effectués à l'aide du code HEC-RAS par modélisation des écoulements en régime permanent graduellement varié.

Le logiciel HEC-RAS fournit, pour une crue donnée, une cote en chaque profil ainsi que les débits débordés et les vitesses moyennes d'écoulement. Il présente la particularité de gérer les changements de régime (passage fluvial à torrentiel et réciproquement) et permettra la prise en compte des seuils.

Les calculs des lignes d'eau en 1D pour les tronçons enterrés sous la place de la Rouguière ont été réalisés à partir du logiciel PCSWMM par modélisation des écoulements en régime permanent graduellement varié. La modélisation fournit, pour une crue donnée, l'ensemble des informations hydrauliques utiles : débits entrant et capable, cotes de lignes d'eau, vitesses, causes de mise en charge, volumes débordés, ...

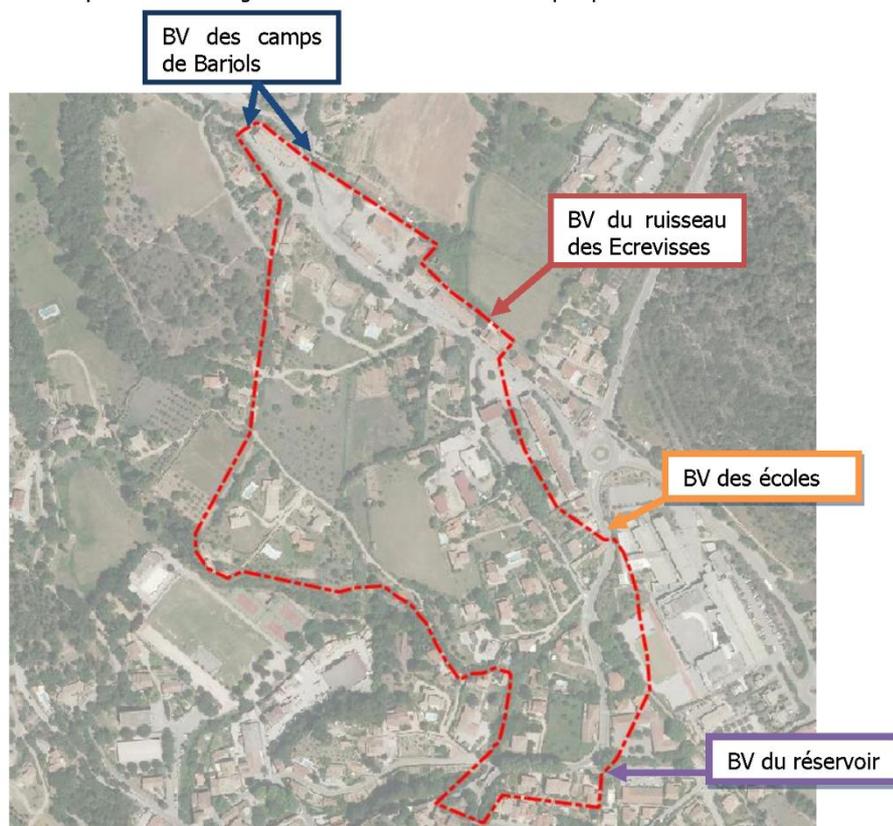
<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	20/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

### 6.1.3. Structures des modèles

Le modèle 2D commence à l'amont immédiat de l'ancienne voie ferrée et comprend l'ensemble du plateau des Paluds jusqu'à la cascade, soit une superficie de 12.5 ha environ. Le maillage est construit de manière à prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : le lit mineur, les fossés, les ouvrages, les rues, les terre pleins, les bâtiments nécessaires à la bonne description du fonctionnement hydrodynamique du secteur. Le maillage est constitué d'environ 98 000 mailles.

La construction du maillage permet après création des fichiers d'entrée, la mise en œuvre de la modélisation 2D. Ces fichiers regroupent les conditions aux limites, la répartition des coefficients de rugosité et d'infiltration,.... Une condition limite peut être définie comme un débit, une cote ou un coefficient d'écoulement. Dans le cas présent, les apports des bassins versants ont été modélisés via les débits présentés dans l'étude hydrologique (cf. 5.2). Ces apports sont répartis sur la longueur du bassin versant intercepté par la zone d'étude.



Localisation de l'injection des apports amont (contour de la zone modélisée en rouge) – modèle 2D

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	21/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Les simulations sont menées en considérant l'ouverture volontaire par les services techniques des prises d'eau dans le lit mineur du ruisseau des Ecrevisses le long de la promenade Maurice Simian. Il s'agit du mode opératoire suivi par les services techniques.

Au droit du carrefour entre la promenade Maurice Simian et la RD 554, l'ouvrage de répartition des débits du ruisseau des Ecrevisses a été considéré comme totalement obstrué. Ce scénario pessimiste pour la zone d'étude a été considéré par principe de précaution au vu du risque fort de formation d'embâcle à ce niveau.

De plus, deux scénarii ont été modélisés afin d'étudier le rôle d'obstacle aux écoulements que jouent les murs : avec et sans murs de protections sur le secteur des Paluds. La délimitation finale des zones inondables combine ces deux scénarii en tenant compte du rôle d'obstacle aux écoulements mais sans considérer leur impact protecteur du fait du risque d'écroulement ou de disparition dans le temps.

A l'aval du plateau des Paluds le modèle 1D construits sous HEC RAS prend en compte :

- les deux branches du ruisseau des Ecrevisses jusqu'à leur passage en tronçons enterrés sous la place. Cela représente un linéaire de 1 200 m environ. Pour cela 38 profils en travers ont été créés. La condition aval imposée à la branche ouest et la branche Est du ruisseau des Ecrevisses est la cote normale pour une pente de ligne d'énergie respectivement de 0.024 m/m et 0.050 m/m ; la contrainte aval que peut représenter les tronçons enterrés est prise en compte,
- la plaine sur laquelle se situent le terrain de sport et la piscine municipale. Cela représente un linéaire de 140 m environ pour lequel 5 profils en travers ont été créés. La condition aval imposée au modèle est la cote normale pour une pente de ligne d'énergie de 0.009 m/m.

Les cascades, ponts et seuils ont été modélisés. De même les obstacles aux écoulements que représentent potentiellement les habitations et autres bâtiments ont été modélisés.

Dans le cadre de la modélisation 1D, la délimitation des zones inondables prend en compte systématiquement le rôle d'obstacles aux écoulements que constituent les murs ou les talus. La protection que jouent ces murs/talus a été distinguée dans la délimitation des zones inondables : les zones protégées sont maintenues en zone inondable mais avec une analyse thématique permettant de les distinguer.

Les tronçons enterrés du ruisseau des Ecrevisses jusqu'à la cascade à l'aval de la place de la Rougrière ont été modélisés à partir du logiciel PCSWMM. Cela représente un linéaire de 350 m environ. A l'amont et à l'aval de la confluence des tronçons, la section limitante déterminée dans le cadre des levés topographiques qui a été considérée dans la modélisation.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	22/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 6.2. CALAGE

En l'absence de mesures et de données de référence sur les zones d'étude, le calage des modèles ne peut être fait. La représentativité de nos résultats repose sur une estimation fine sur le terrain des paramètres de rugosité et des conditions limites d'entrée et de sortie. Nous avons également confrontés les résultats du modèle aux témoignages des riverains, des services techniques et de la mairie concernant les crues antérieures et notamment la crue de novembre 2011.

Pour le modèle 2D, les coefficients de Strickler, représentatifs de la rugosité du terrain, oscillent entre 15 et 50 pour les axes d'écoulement principaux (fossés et canaux) et entre 20 et 30 pour les zones à ruissellement diffus.

Pour le modèle 1D, les coefficients de Strickler, oscillent entre 10 et 18 dans les lits mineurs et entre 25 et 30 dans les champs majeurs.

## 6.3. RESULTATS

L'emprise de la zone inondable sur la zone d'étude pour la crue d'occurrence centennale avec distinction des hauteurs de submersion, des vitesses d'écoulement est présentée sur les planches 4 à 5. Ensuite conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 pris en application de la loi du 2 février 1995, le cœur du village et le quartier des Paluds ont été divisés en 3 zones d'aléa prenant en considération la crue de référence dite centennale (cf. planche 6 en annexe) :

- Zone ROUGE : zone estimée très exposée à l'aléa inondation,
- Zone BLEUE : zone estimée exposée à un aléa moindre,
- Zone BLEUE CIEL : zone estimée inondable au-delà de la crue de référence,

Les zones rouges correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est supérieure à 1 m,
- la vitesse d'écoulement est supérieure à 1 m/s,
- la hauteur d'eau est comprise entre 0.5 et 1 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0.5 et 1 m/s.

Les zones bleues correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est inférieure à 1 m et où la vitesse d'écoulement est inférieure à 0.5 m/s (zone souvent nommée B1),
- la hauteur d'eau est inférieure à 0.5 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0.5 et 1 m/s (zone souvent nommée B2).

Les zones bleues ciel correspondent en général aux secteurs non exposés à l'aléa inondation pour une crue centennale mais inondable lors d'une crue exceptionnelle.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	23/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## 6.4. INTERPRETATION DES RESULTATS

### 6.4.1. Occurrence centennale

#### ■ Quartier des Paluds

En aval de l'ancienne voie ferrée, le canal du chemin Maurice Simian est insuffisant pour canaliser la crue d'occurrence centennale : le débit dans le canal en amont des services techniques est de  $11.9 \text{ m}^3/\text{s}$  pour 100 ans alors que les apports amont du ruisseau sont d'environ  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les débordements du canal sont alors généralisés : les eaux surversent en de nombreux points sur la voirie et sur les terrains en rive droite. Les vitesses d'écoulement dans le canal sont très importantes (supérieures à  $2.5 \text{ m/s}$  en amont des services techniques).

Les débordements du canal en direction des premiers terrains en rive droite sont très importants : les hauteurs de débordements entre les premières maisons et le canal atteignent  $0.8 \text{ m}$  en moyenne. Les eaux s'étalent ensuite progressivement sur la plaine agricole des Paluds. Les vitesses d'écoulement sont relativement importantes sur cette plaine (entre  $0.5$  et  $1 \text{ m/s}$ ). Le sens d'écoulement de ces eaux est orienté nord-est\_sud-Ouest en direction :

- du fossé longeant le chemin des Camps de Barjols,

Ce fossé reçoit également depuis le nord-Est les apports pluviaux du bassin versant des Camps de Barjols. Sa capacité est insuffisante pour contenir l'ensemble de ces apports, les eaux surversent alors et s'étalent sur les voiries et sur les terrains annexes en rive droite en conservant de faibles hauteurs et de faibles vitesses. Enfin, elles rejoignent majoritairement le fossé en aval ou bien ruissellent en direction de la piscine via un micro-thalweg.

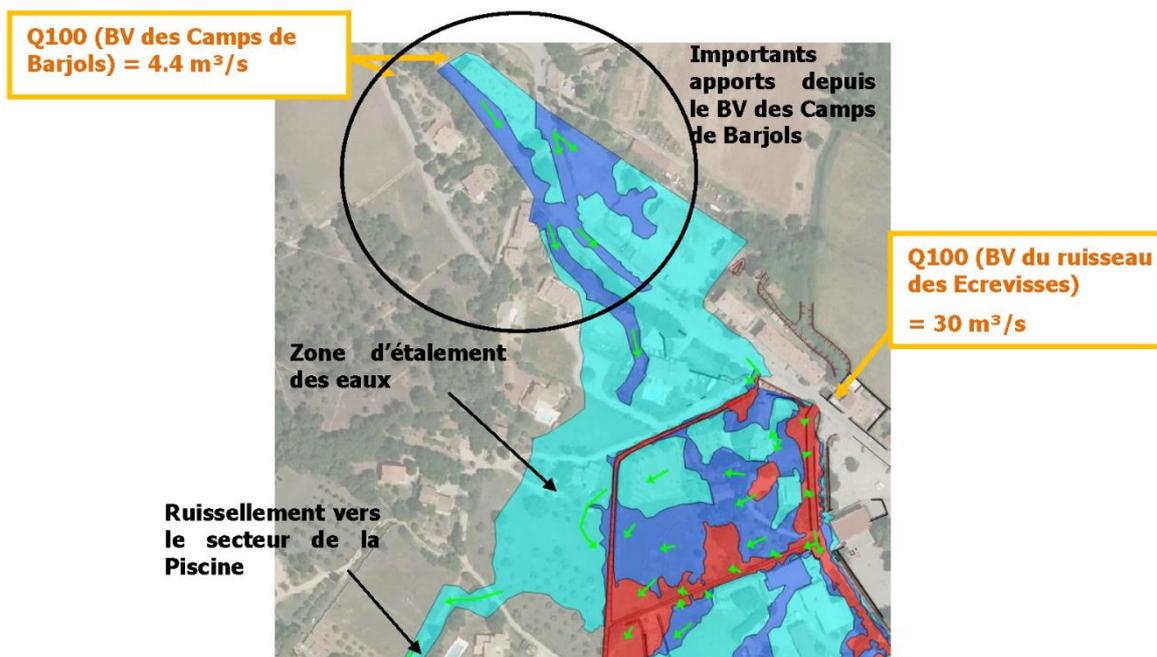


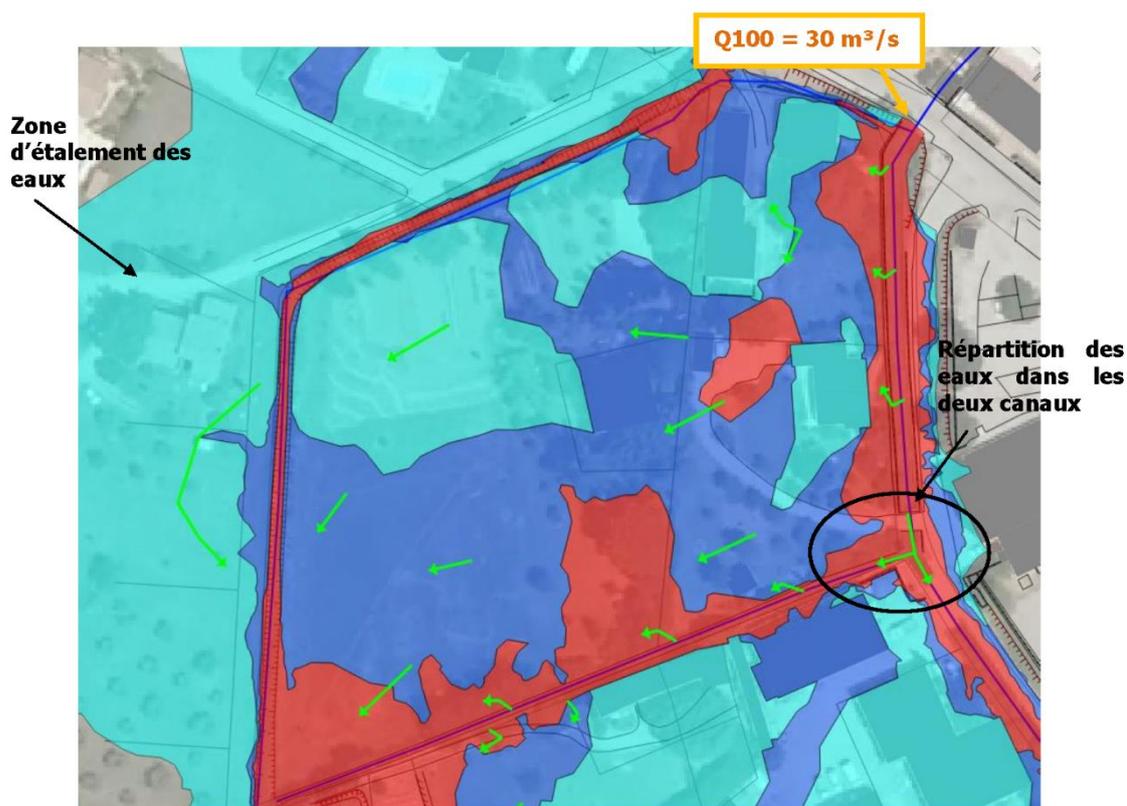
Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	24/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

- du canal reliant les chemins Maurice Simian et des Camps de Barjols et longeant les services techniques.

En plus des eaux débordées, ce canal reçoit une partie des eaux du canal du chemin Maurice Simian du fait de l'ouverture de la vanne en entrée. La capacité de ce canal est insuffisante pour contenir ces apports. Les eaux surversent alors sur les terrains annexes en suivant la pente naturelle des terrains toujours orientée nord-Est\_sud-ouest en direction du chemin des Camps de Barjols.



*Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale*

Les terrains au sud du canal longeant les services techniques reçoivent les eaux de surverse de ces deux canaux. Les eaux s'étaient alors sur toute la plaine et s'écoulent en nappe en suivant deux axes d'écoulement principaux : nord\_sud-ouest en direction de la falaise et de la chute des Tourtouires et nord\_sud en direction du vallon des Conquêtes ou du chemin des Camps de Barjols. Les axes d'écoulement se forment au fond de micro-thalwegs et le long des murs séparant les propriétés. Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement sont alors plus importantes dans ces zones avec par exemple le long du mur des services techniques des hauteurs d'eau pouvant atteindre 0.7 m avec des vitesses moyennes de l'ordre de 0.6 m/s.

A l'amont immédiat de la chute, le débit de point atteint  $24 \text{ m}^3/\text{s}$  dans le ruisseau.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	25/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

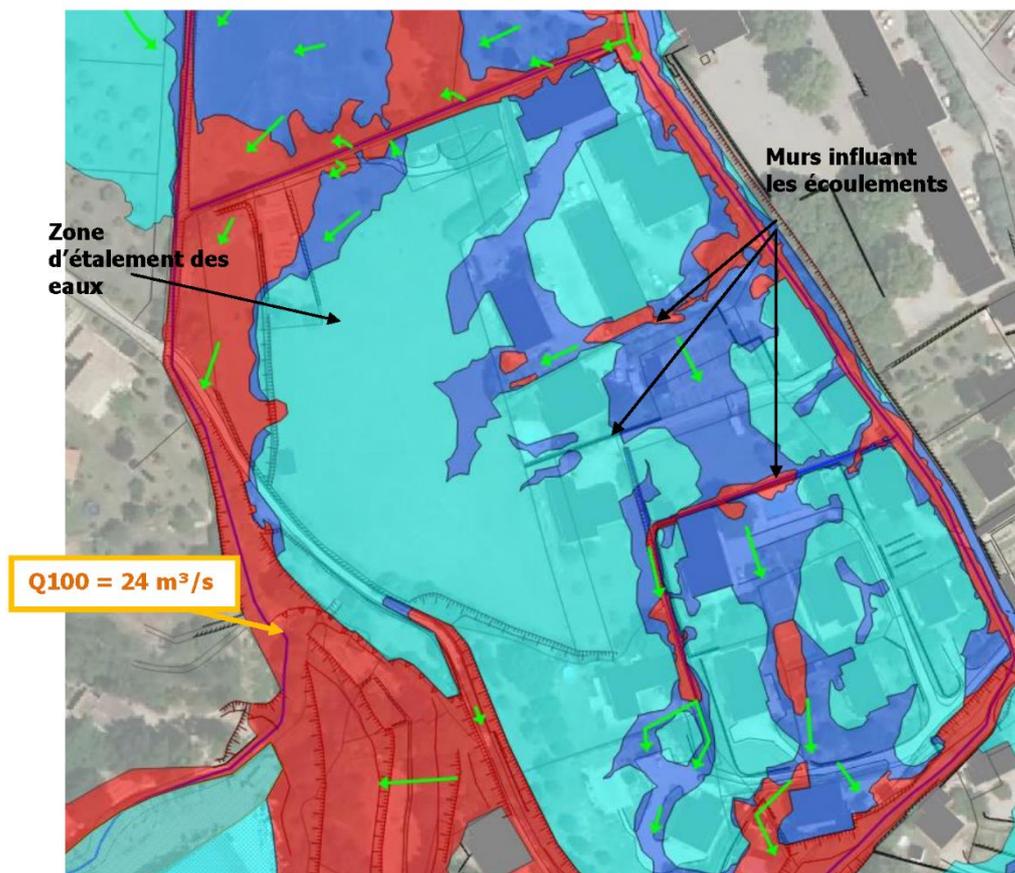


Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale

Depuis l'avenue de Tavernes, la branche canalisée du ruisseau des Ecrevisses reçoit une partie des apports pluviaux du bassin versant des écoles. En amont, ces eaux sont canalisées par l'avenue sur laquelle elle s'écoule avec de fortes vitesses. Au niveau de l'intersection de l'avenue de Tavernes et du chemin Maurice Simian, une partie des eaux rejoint le ruisseau tandis que l'autre partie continue de ruisseler sur l'avenue. Ces dernières surversent ensuite en partie sur les terrains situés en contrebas à l'ouest de la route en suivant un axe d'écoulement nord-Est\_sud-ouest en direction du ruisseau des Ecrevisses au niveau de son franchissement du chemin des Camps de Barjols. Les hauteurs des débordements sont faibles sur cette zone (inférieures à 10 cm) et les vitesses d'écoulement restent modérées.

Au droit du profil 124, le débit de pointe dans le ruisseau est de 6.3 m<sup>3</sup>/s.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	26/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

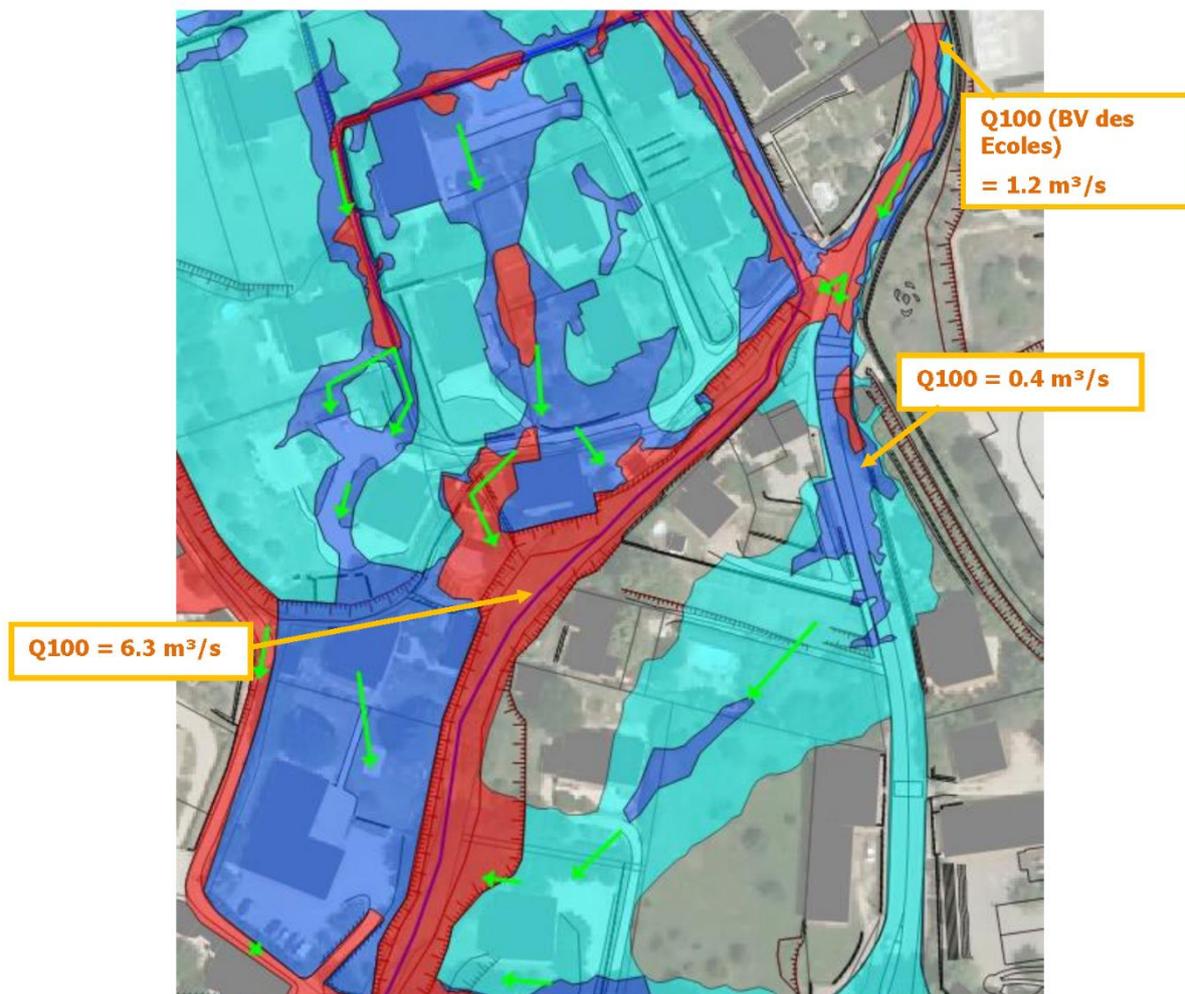


Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale

Au droit du franchissement du chemin des Camps de Barjols, le ruisseau collecte également une partie des apports pluviaux du bassin versant du réservoir. En amont, les eaux de ce bassin versant sont principalement canalisées par la route de Draguignan et les terrains annexes. En raison de la forte pente de la route et des terrains, la hauteur d'eau est faible et les vitesses d'écoulement sont supérieures à 1 m/s. Au niveau du virage vers le sud, les eaux rejoignent soit :

- la rue de l'abattoir : les eaux surversent alors en direction du ruisseau des Ecrevisses ou ruissellent en direction du village le long du chemin des Camps de Barjols. Une partie de ces eaux peut également être collectée par le réseau pluvial de la rue et être renvoyée vers le ruisseau,

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	27/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

- le chemin piéton reliant la route de Draguignan au chemin des Camps de Barjols : les eaux ruissellent le long de la voirie vers le village,
- la route de Draguignan. Une partie des eaux continue en effet de s'écouler sur la voirie (0.9 m<sup>3</sup>/s environ) en direction du secteur de la Tuerie.

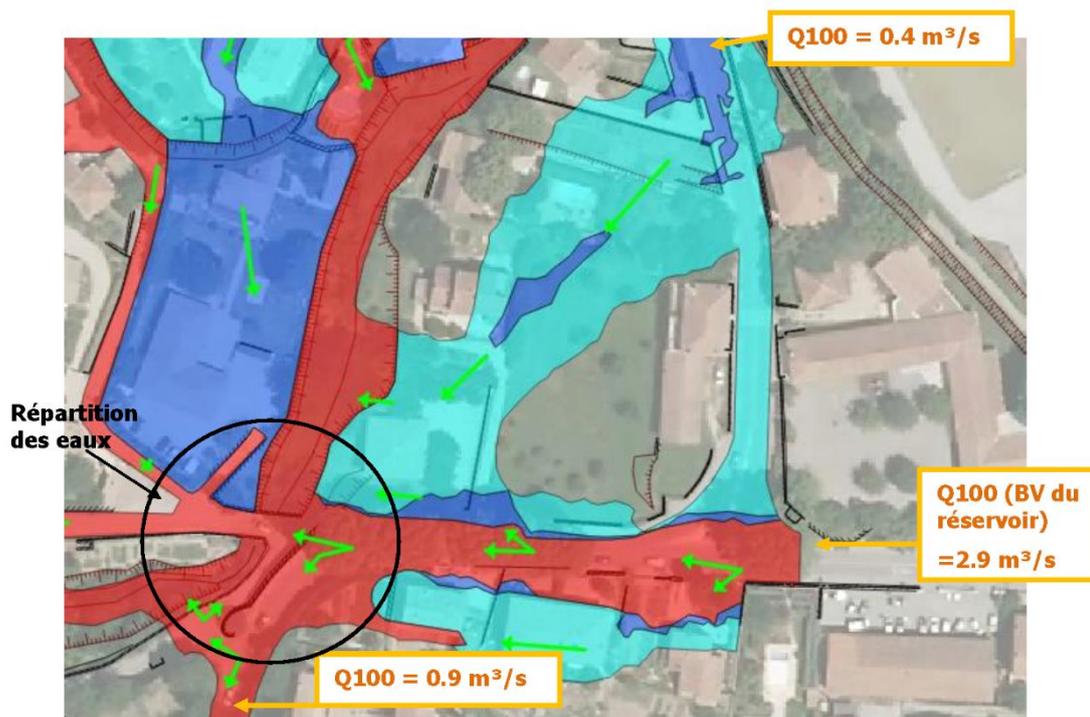


Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale

#### ■ Secteur des Tourtoires

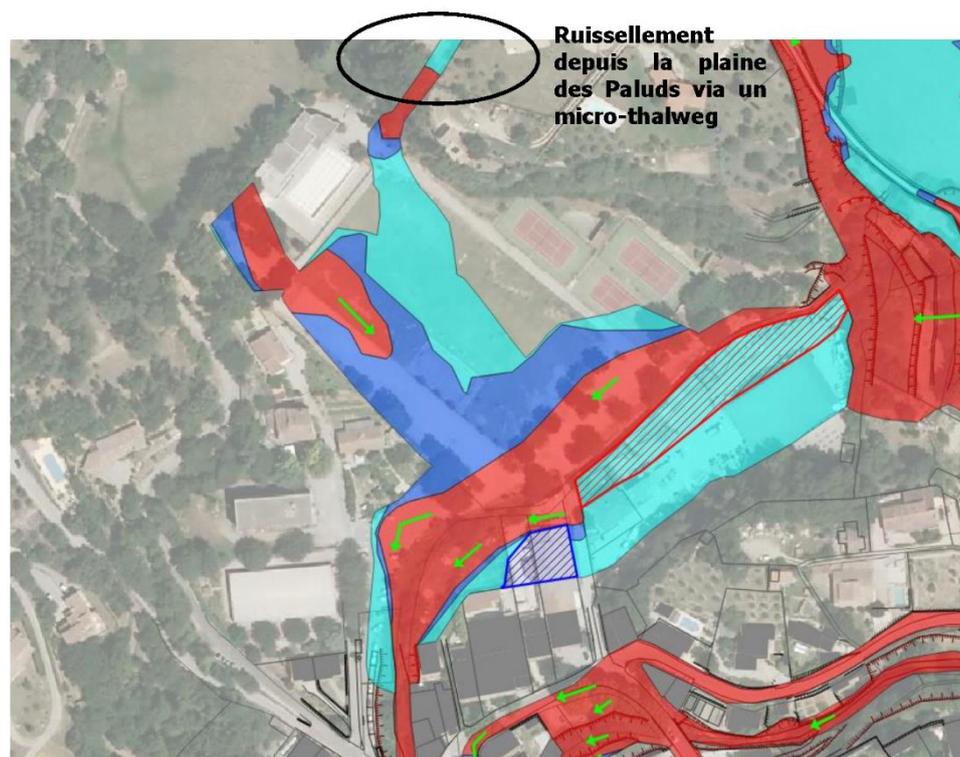
En amont de la chute, le ruisseau des Ecrevisses présente un débit de pointe centennial de l'ordre de 24 m<sup>3</sup>/s. La capacité du canal longeant le terrain de sport est insuffisante pour contenir un tel débit (capacité de 15 m<sup>3</sup>/s en amont du pont). Les eaux surversent alors sur le complexe sportif en rive droite ainsi que sur la place du 19 Mars 1962 avec des écoulements en champ majeur qui atteignent 7 % à 44 % du débit de pointe. Les terrains en rive gauche du canal sont protégés des débordements du ruisseau par des murs ou des talus mais sont tout de même soumis à l'aléa inondation en raison des apports amont depuis le secteur des Paluds. Les eaux débordées ruissellent avec de faibles hauteurs d'eau et de fortes vitesses supérieures à 1 m/s. Elles rejoignent ensuite le ruisseau qui à l'aval du profil 43 possède une capacité plus importante.

En cas de rupture des murs de protection en rive gauche, les eaux du canal surversent également en rive gauche avec des écoulements en champ majeur qui atteignent entre 8 et 62 % du débit de pointe. L'aléa inondation devient alors fort sur ce secteur.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	28/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Le terrain de sport reçoit également des apports pluviaux depuis le vallon situé derrière la piscine. Il peut également recevoir des ruissellements de la plaine des Paluds via un micro-thalweg situé au nord-Est. Ces eaux ruissellent en nappe de faible hauteur en direction du ruisseau des Ecrevisses. Les vitesses d'écoulement sont toutefois modérées à fortes sur le chemin longeant le terrain de sport à l'ouest.



*Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale*

#### ■ Aval du quartier des Paluds

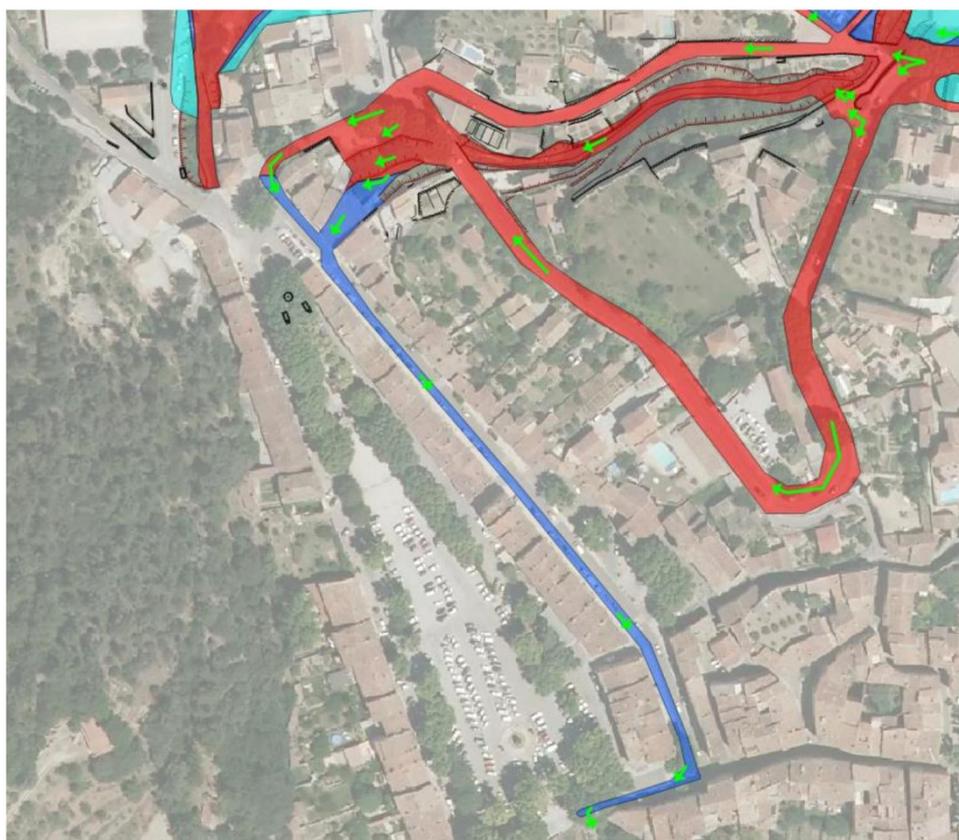
En aval de l'intersection entre le chemin Maurice Simian et la route de Tavernes, la branche principale du ruisseau des Ecrevisses dit vallon des Conquêtes présente une capacité largement suffisante pour contenir la crue centennale et les apports pluviaux secondaires ayant un débit de pointe total de près de 13.5 m<sup>3</sup>/s au droit du franchissement de la route de Draguignan (RD 554).

En aval de ce franchissement, la capacité du lit mineur diminue très fortement. Les eaux surversent alors légèrement en rive gauche dans l'arrière cour du garage avec des écoulements représentant 4 % du débit de pointe. La hauteur des débordements est faible (inférieure à 0.5 m) mais les vitesses sont importantes. Les eaux rejoignent ensuite le ruisseau où ruissellent en direction du boulevard Grisolle via le garage.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	29/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

Ce boulevard reçoit également les eaux des débordements amont (chemin des Camps de Barjols, rue de l'abattoir, RD 554) et des apports pluviaux intermédiaires. Ces apports restant relativement faibles, les eaux sont canalisées sur la partie basse du boulevard jusqu'à leur rejet au-dessus de la cascade située à l'aval immédiat de la Place de la Rougrière.



*Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale*

#### ■ Secteur de la place de la Rougrière

Au niveau de la place de la Rougrière les deux branches du ruisseau des Ecrevisses deviennent des tronçons enterrés de capacité suffisante pour véhiculer une crue centennale. La place n'est donc pas inondée pour une crue d'occurrence centennale du ruisseau des Ecrevisses. Elle peut cependant recevoir les eaux pluviales du chemin de la Lauve, de la colline à l'ouest qui n'auraient pas été interceptées en amont par le réseau pluvial.

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	30/33
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

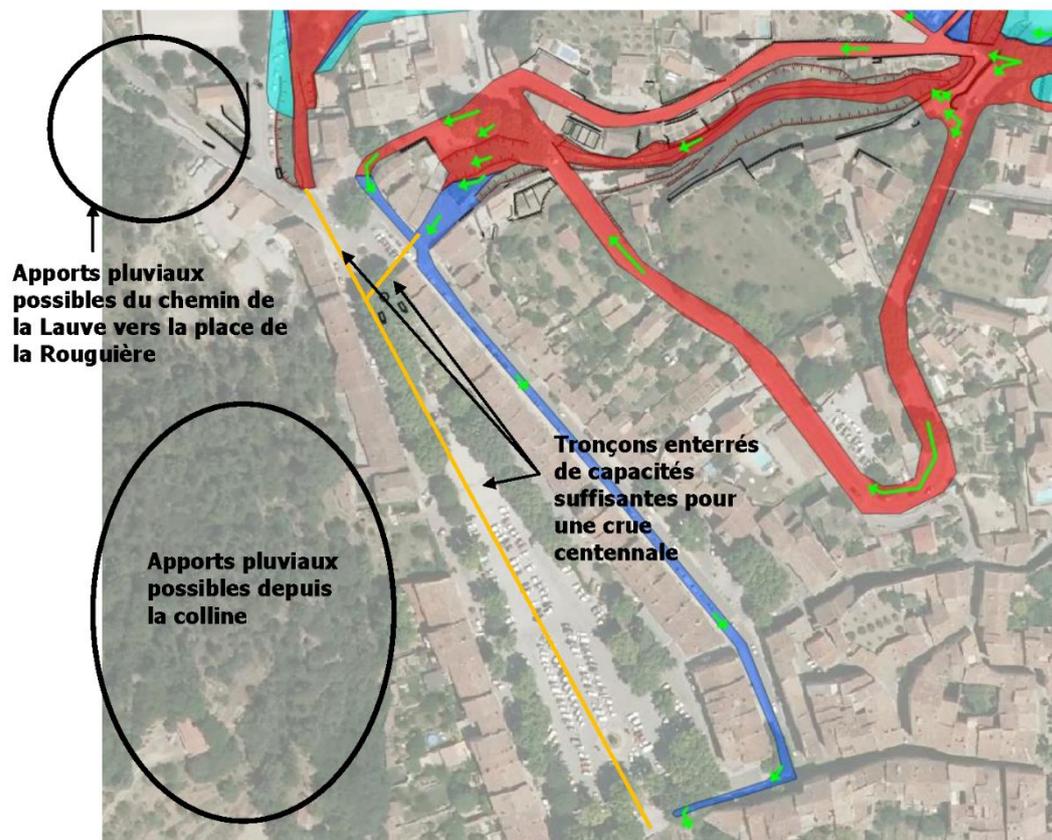


Illustration des sens d'écoulement – Fond de carte : carte des vitesses pour la crue centennale

#### 6.4.2. Occurrence exceptionnelle

Le fonctionnement du ruisseau des Ecrevisses et les axes d'écoulement secondaires sont identiques à ceux décrits pour une crue centennale mais le phénomène prend encore plus d'ampleur avec notamment l'inondation partielle de l'avenue de Garessio et de la cour de l'école. Toutefois, les tronçons enterrés sous la place de la Rouguière ont toujours une capacité suffisante pour une crue exceptionnelle du ruisseau des Ecrevisses.

Par ailleurs, les apports pluviaux des sous-bassins versants du réservoir, de l'école et de la Tuerie augmentent ce qui génère des débordements supplémentaires sur le chemin des Camps de Barjols et la route de la Draguignan entraînant l'inondation de certaines parcelles annexes. En amont de la place de la Rouguière ces débordements se divisent en deux : les eaux rejoignent le boulevard Grissolle ou l'allée Louis Pasteur et la place de la Rouguière. Enfin, toutes les eaux débordées rejoignent ensuite le ruisseau au droit de la cascade à l'aval de la place de la Rouguière.

Dressé à Lavérune, le 8 Juillet 2015

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	31/33
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

## ANNEXE 1

### QUANTILES DE DEBITS PSEUDO-SPECIFIQUES POUR LE BASSIN VERSANT DE L'EAU SALEE

*Source : Référentiel hydrologique et hydraulique du bassin versant de l'Argens (Action n°5 PAPI  
d'intentions Argens)*

<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	32/33
--	--	-------

**BASSIN VERSANT DE L'EAU SALEE**

Le bassin versant est divisé en deux parties :

Zone amont : amont de Barjols,

Zone aval : aval de Barjols

Le secteur amont est caractérisé par de fortes infiltrations (plaine de Tavernes)

**DEBIT PSEUDO-SPECIFIQUE – SOUS BASSIN VERSANT DE SURFACE COMPRIS ENTRE 5 ET 50 KM<sup>2</sup>**

▪ Zone amont :

- T=5 ans : 0,42 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=10 ans : 0,52 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=20 ans : 0,68 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=50 ans : 0,94 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=100 ans : 1,1 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=1000 ans : 2,2 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>

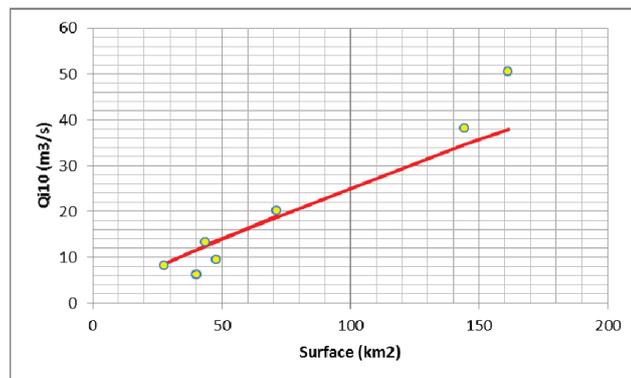
▪ Zone aval :

- T=5 ans : 1,6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=10 ans : 2,0 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=20 ans : 2,7 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=50 ans : 3,8 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=100 ans : 4,4 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>
- T=1000 ans : 8,6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>1,6</sup>

Le secteur de la plaine de Tavernes est à considérer à part.

**RELATION DE MYER - SOUS BASSIN VERSANT DE SURFACE SUPERIEURE A 50 KM<sup>2</sup>**

$$T=10 \text{ ans : } Qi_{10}(\text{m}^3/\text{s}) = 0,50 \cdot S^{0,85}$$



$$T = 20 \text{ ans : } Qi_{20}(\text{m}^3/\text{s}) = 0,71 \cdot S^{0,85}$$

$$T = 50 \text{ ans : } Qi_{50}(\text{m}^3/\text{s}) = 0,98 \cdot S^{0,85}$$

$$T = 100 \text{ ans : } Qi_{100}(\text{m}^3/\text{s}) = 1,15 \cdot S^{0,85}$$

Ces relations sont très proches des relations établies pour la Meyronne, la Vallat d'Ollières et le Vallon des Rigouards.

Les résultats de ces estimations sont à revaloriser d'environ 30% à l'exutoire de l'Eau Salée.

*Etude en vue de définir une stratégie globale de réduction de l'aléa et de fixer des paramètres hydrauliques communs sur le bassin versant de l'Argens*

Mémoire	Commune de BARJOLS
EAL 14 21 - EH - A	Identification des zones inondables du village

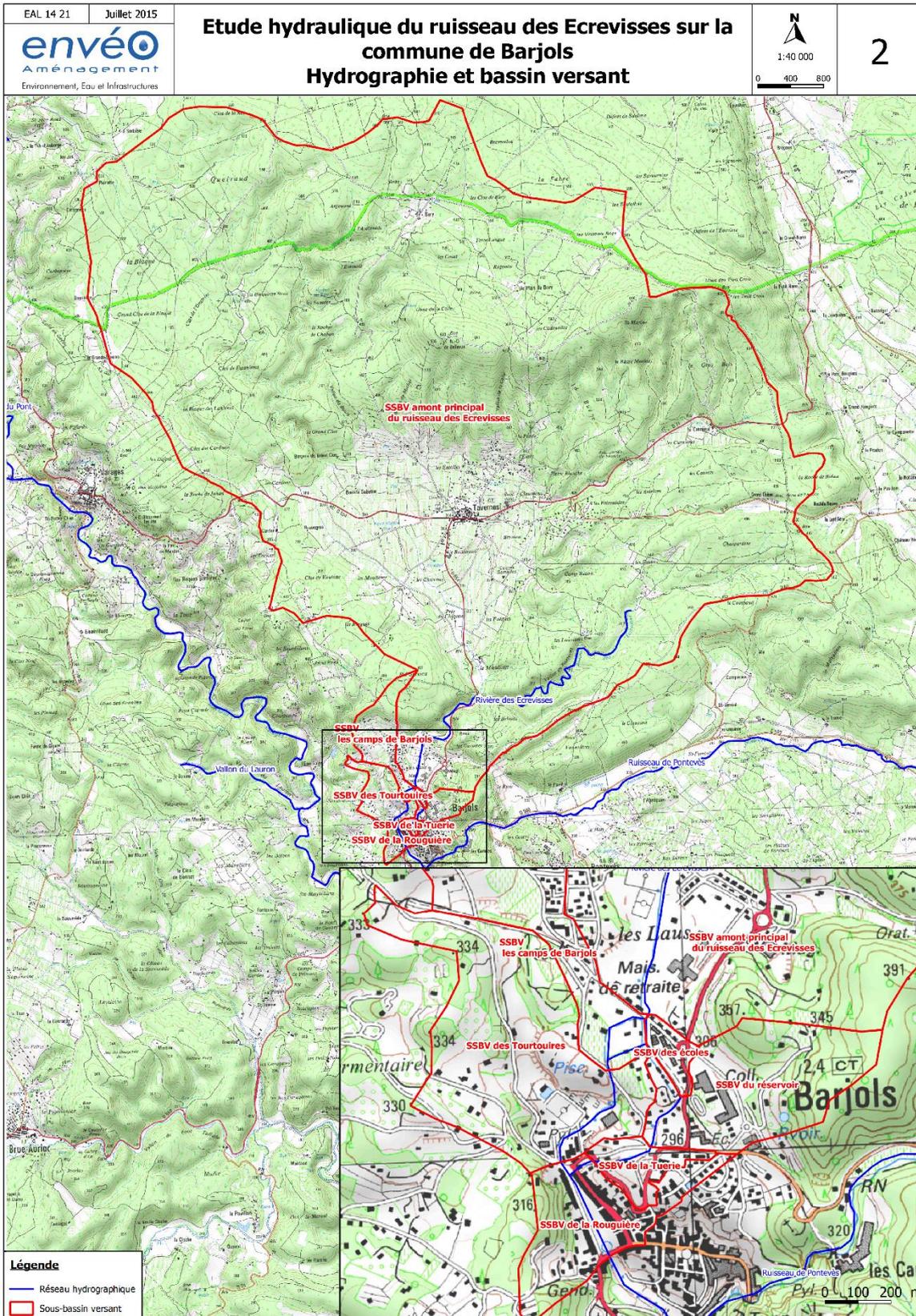
## ANNEXE 2

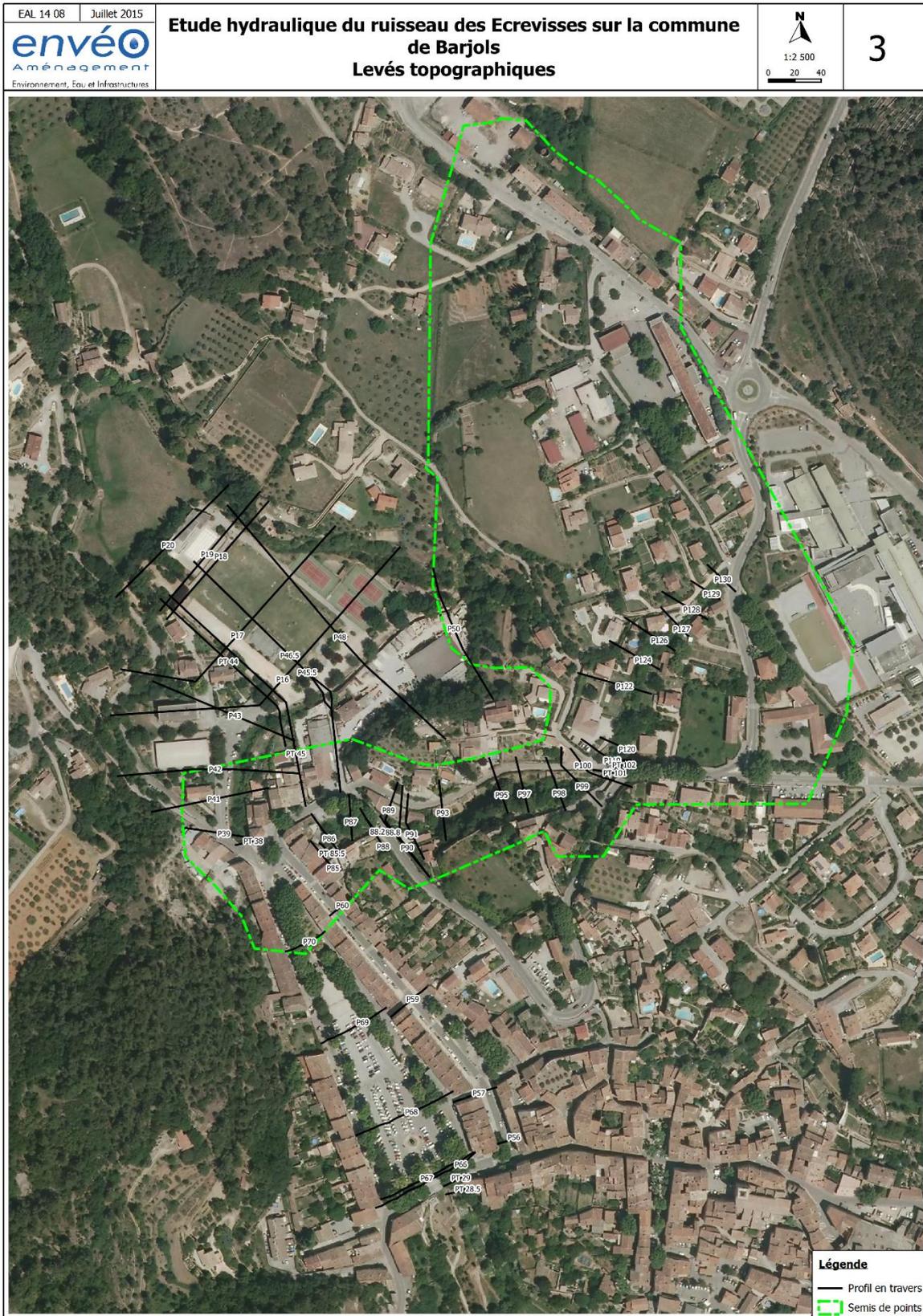
### PLANCHES GRAPHIQUES

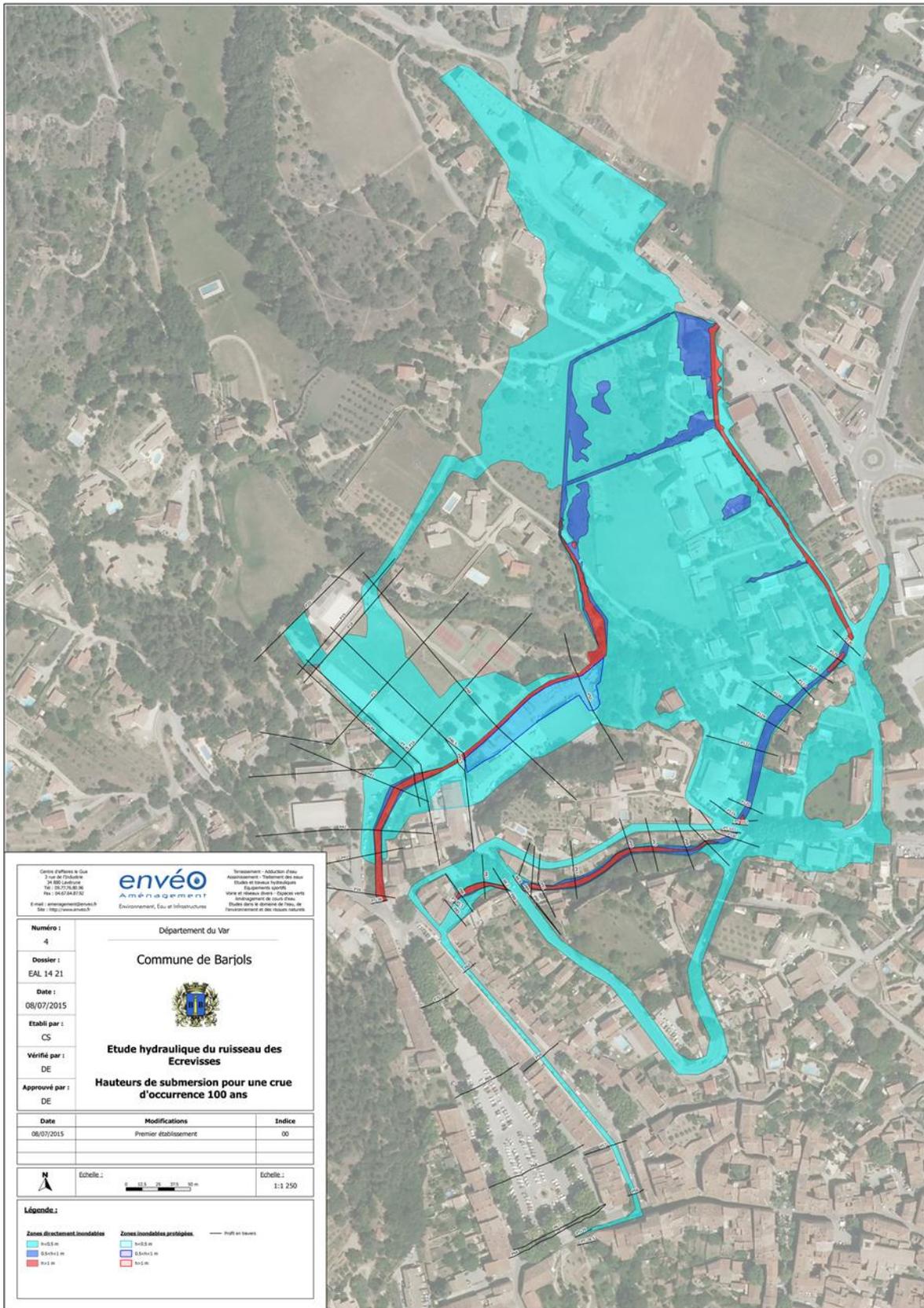
- Planche 1** Fonctionnement hydraulique de la zone d'étude
- Planche 2** Bassin versant du ruisseau des Ecrevisses
- Planche 3** Levés topographiques
- Planche 4** Hauteurs de submersion pour une crue d'occurrence 100 ans
- Planche 5** Vitesses d'écoulement pour une crue d'occurrence 100 ans
- Planche 6** Aléa inondation pour une crue d'occurrence 100 ans et aléa résiduel

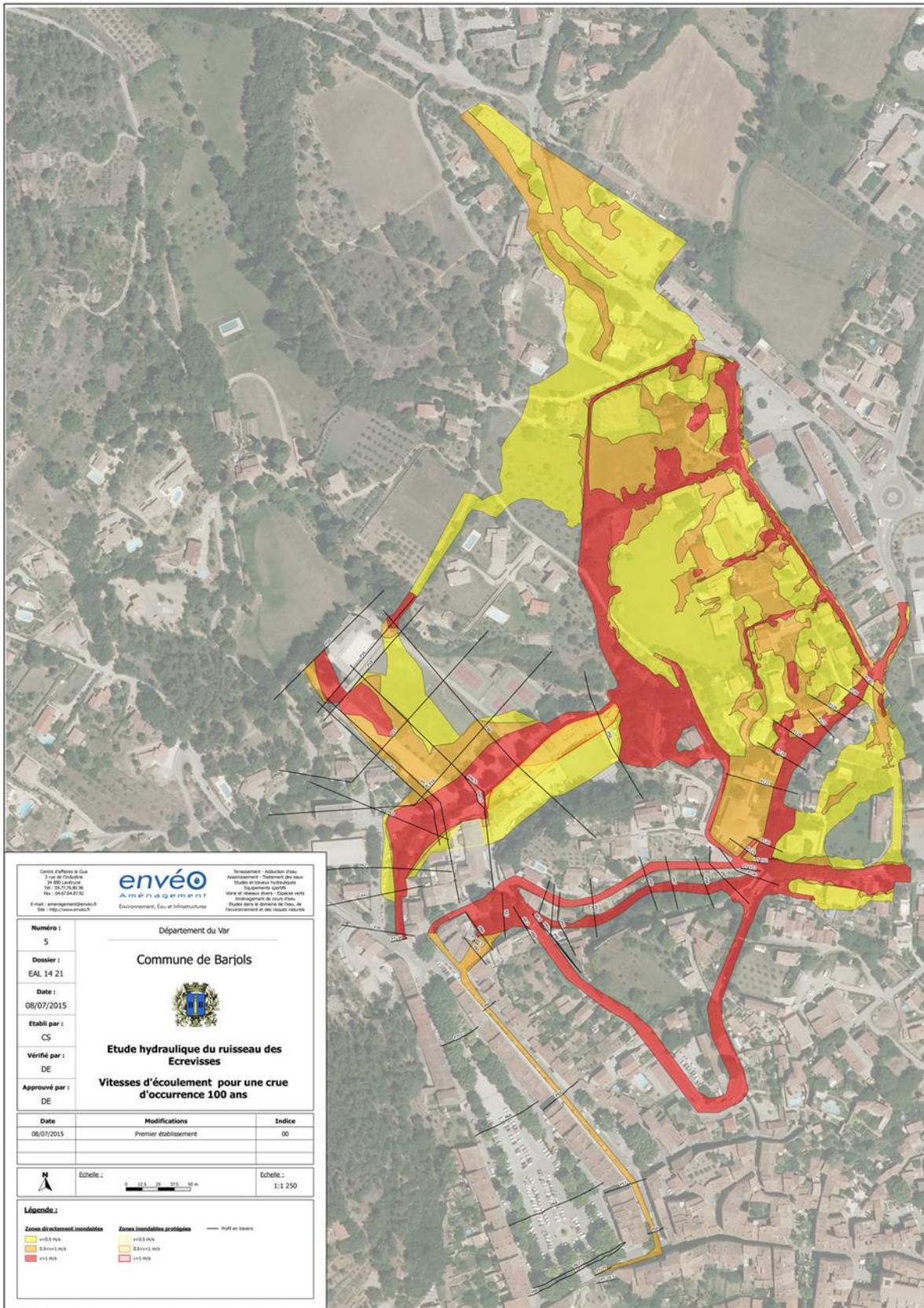
<b>envéo aménagement</b> Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	33/33
--	---	-------

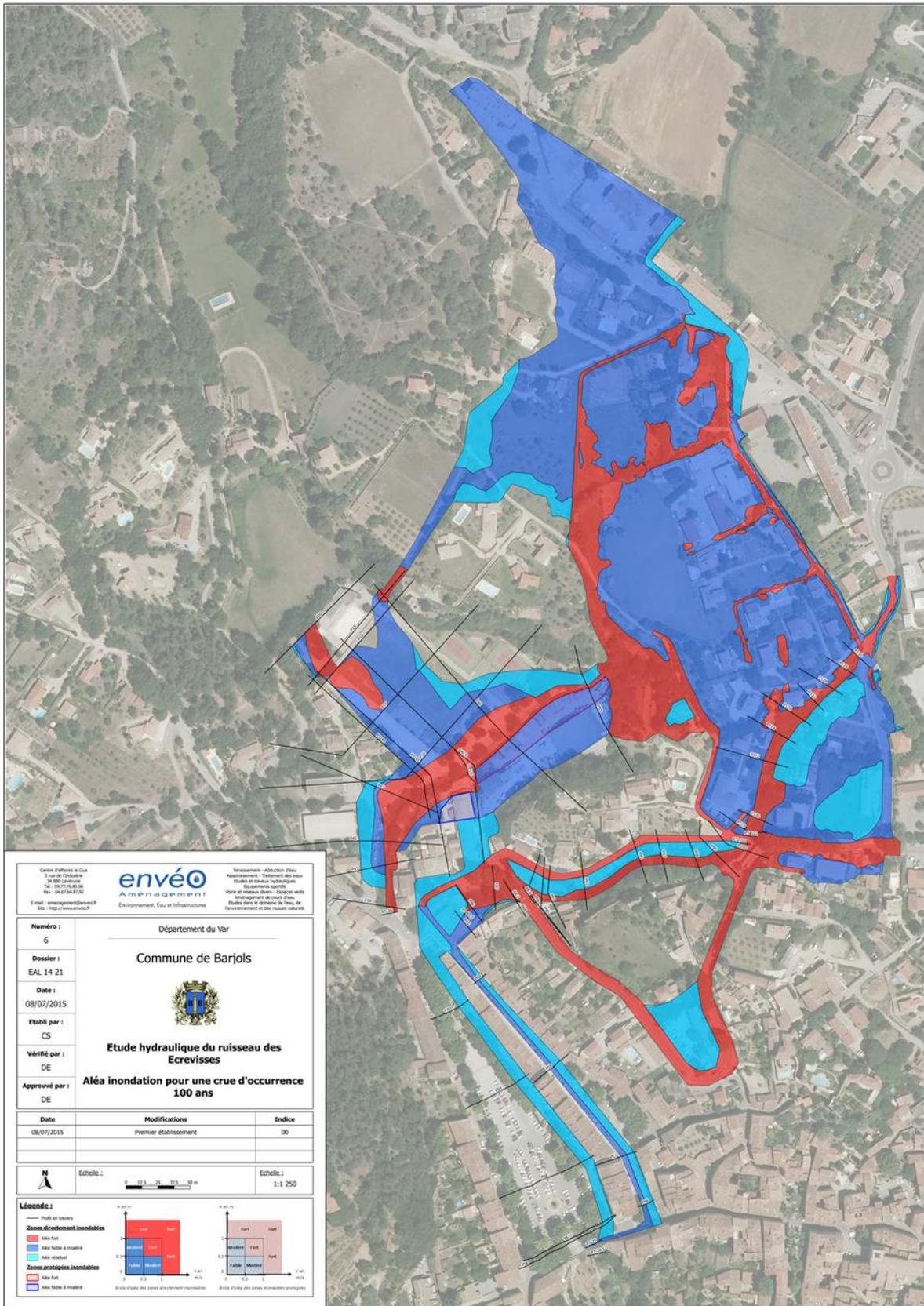












## 3.2 Nord

## Département du Var

<p>Zone Athélia III 179 Voie Atlas 13705 La Ciotat Cedex Tél : 04.42.98.81.10 Fax : 04.42.98.81.11 E-mail : <a href="mailto:info@enveo.fr">info@enveo.fr</a> Site : <a href="http://ww.enveo.fr">http://ww.enveo.fr</a></p>	 <b>envéo</b> Ingénierie Environnement, Eau et Infrastructures	<p>Terrassement Assainissement – épuration Travaux hydrauliques Adduction d'eau Réseaux d'électricité Réseaux d'éclairage Voirie - Espaces verts Aménagement de cours d'eau Etudes dans le domaine de l'eau, de l'environnement et des risques naturels</p>
---	--	---

**COMMUNE DE BARJOLS****IDENTIFICATION DES ZONES INONDABLES DU QUARTIER DES LAUS****ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES  
MEMOIRE**

Indice	Etabli par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	D. ESCARZAGA	C. DELAPLACE	06/04/10	1 <sup>er</sup> établissement
B	D. ESCARZAGA	C. DELAPLACE	28/05/10	Ajout solutions d'aménagement
C	D. ESCARZAGA	C. DELAPLACE	11/08/10	Intégration nouvelle topographie

EA 09 40 – EH - C

Mémoire EA 09 40 –EH - C	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du quartier des Laus
-----------------------------	--

## SOMMAIRE

<b>1 - AVANT-PROPOS</b>	<b>3</b>
<b>2 - COLLECTE DE DONNEES</b>	<b>4</b>
2.1 Etudes et documents disponibles	4
2.2 Commentaires	4
<b>3 - RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN</b>	<b>5</b>
3.1 Principe	5
3.2 Commentaires	5
<b>4 - TOPOGRAPHIE</b>	<b>7</b>
<b>5 - HYDROLOGIE</b>	<b>8</b>
5.1 Bassin-versant	8
5.1.1 Topographie	8
5.1.2 Hydrographie	8
5.1.3 Occupation des sols	8
5.2 Calcul des débits	9
<b>6 - ÉTUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE</b>	<b>11</b>
6.1 Modélisation	11
6.2 Calage	11
6.3 Résultats	11
6.4 Interprétation des résultats	14
6.4.1 Occurrence décennale	14
6.4.2 Occurrence centennale	14
<b>7 - SOLUTIONS D'AMENAGEMENT</b>	<b>15</b>
7.1 Objectifs et principes des aménagements	15
7.2 Aménagements pour la réduction de l'aléa inondation	15
7.2.1 Occurrence centennale	15
7.2.2 Occurrence décennale	17
7.2.3 Occurrence intermédiaire	18
7.3 Aménagements pour la non-aggravation et la réduction de la vulnérabilité	19
7.3.1 Principes	19
7.3.2 Règles d'aménagement	20
<b>8 - ANNEXE 1</b>	<b>21</b>
Profils en long – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 et 100 ans	21
<b>9 - ANNEXE 2</b>	<b>23</b>
Profils en travers – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 et 100 ans	23
<b>10 - ANNEXE 3</b>	<b>24</b>
Planches graphiques	24

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	2/24
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 1 - AVANT-PROPOS

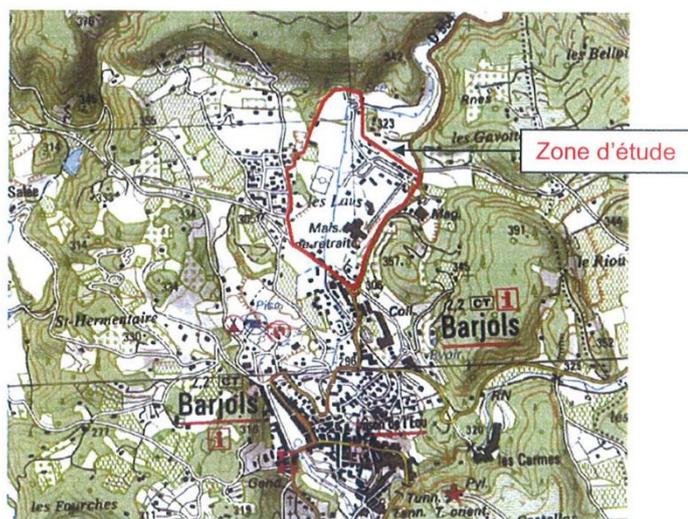
Dans le cadre de la <sup>élaboration</sup> révision de son PLU, la Commune de Barjols a besoin de définir les contraintes hydrauliques liées aux ruisseaux parcourant son territoire.

Le quartier Les Laus au Nord du village est traversé par le ruisseau des Ecrevisses qui draine un important bassin versant situé principalement sur la Commune de Tavernes.

Plusieurs études hydrauliques, dont celle réalisée par le Conseil Général pour la création d'un gymnase, ont conclu sur une inondation forte du quartier des Laus.

La Commune a confié à la société envéo ingénierie la réalisation d'une étude hydraulique afin d'affiner la caractérisation de l'aléa d'inondation sur le secteur et définir des moyens à mettre en œuvre pour limiter ce risque.

La zone d'étude est localisée sur l'illustration ci-dessous.



envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	3/24
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 2 - COLLECTE DE DONNEES

### 2.1 Etudes et documents disponibles

Les études et documents à notre disposition pour la réalisation de cette étude sont listés dans le tableau ci-dessous :

Référence	Intitulé	Auteurs	Date
<b>Études antérieures</b>			
1	Etude hydraulique pour la construction d'un gymnase	Dominique GIRAUDEAU	Octobre 2005
2	Programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles	IPSEAU	
3	Etude hydraulique pour le confortement de la falaise du pont d'Or	G2C Environnement	Octobre 2000
<b>Documentation</b>			
4	IGN 1/25000	IGN Paris	
5	Données pluviométriques REGION III	IT 77	
6	cadastre numérisé	Mairie	

Tableau 1 : Résumé des études précédentes

### 2.2 Commentaires

Les documents listés ci-dessus ont permis de récupérer de nombreuses données utiles pour l'expertise de la zone inondable dont des données hydrologiques (bassins versants, coefficient de ruissellement...) et des indications sur des crues survenues par le passé.

L'étude de Dominique GIRAUDEAU réalisée pour le compte du Conseil Général du Var met en évidence la capacité insuffisante du ruisseau dans sa traversée du quartier des Laus. Cette étude, basée sur des calculs empiriques, n'a pas fait l'objet de modélisation hydraulique ni de cartographie des zones inondables. Elle conclue sur une inondation importante du quartier des Laus par le ruisseau en crue dès l'occurrence décennale.

Le programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles fournit des valeurs de débits générés par le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses sans définir la méthode utilisée. Ces valeurs sont sensiblement inférieures à celles fournies par l'étude de Dominique GIRAUDEAU (61.5 m<sup>3</sup>/s contre 90 m<sup>3</sup>/s pour une crue rare d'occurrence centennale). L'existence d'une zone karstique sur le bassin versant rend complexe la détermination des débits.

Le programme de prévention fait aussi état d'une inondation survenue en 1907 ayant inondé le quartier des Laus sans indications sur des hauteurs d'eau ou limites de zones inondées.

La synthèse de toutes ces données a permis d'appréhender le contexte hydraulique local.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	4/24
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

### 3 - RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN

#### 3.1 Principe

La visite de terrain a permis de visualiser le site et d'identifier l'état physique du lit, des berges et du champ majeur du cours d'eau.

Lors de cette visite, les conditions d'écoulement ont également été déterminées aussi bien sur la zone d'étude qu'en amont et en aval.

Les besoins topographiques ont été définis à la suite de ce repérage.

Parallèlement au repérage du ruisseau, il a été mené des investigations (repérage, enquête auprès de riverains) afin de déterminer les caractéristiques des inondations du secteur : fréquence du désordre, hauteur de submersion, ...

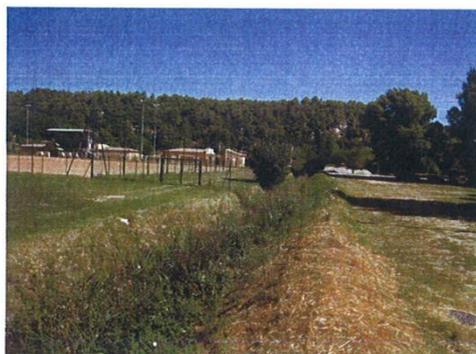
La reconnaissance de terrain a aussi permis de délimiter les différents sous-bassins versants et la cartographie de l'occupation des sols du bassin versant du ruisseau des écrevisses.

#### 3.2 Commentaires

Il apparaît que le ruisseau des Ecrevisses présente une morphologie homogène sur quasiment toute la traversée du quartier des Laus avec :

- un lit mineur de forme trapézoïdale, rectiligne, ponctuellement endigué par de petits merlons et partiellement encombré par une végétation formée de roseaux et de ronces ;
- un champ majeur très étendu en rive droite occupé par des terrains de sport, des friches et des champs ;
- un champ majeur de largeur variable en rive gauche en fonction de la présence de terrasses souvent urbanisées. Les zones basses sont occupées par des prés.

Deux ouvrages de franchissement du ruisseau existent dans la zone d'étude. Il s'agit de ponts cadres permettant l'accès aux terrains de sports en rive droite. Ils sont équipés de parapets de faible hauteur (0.2 m environ) et de garde-corps : ainsi ils ne semblent pas représenter d'obstacles majeurs aux écoulements du ruisseau.



**Lit mineur et partie du champ majeur du ruisseau**



**Pont-cadre sur le ruisseau**

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	5/24
--	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

En amont le ruisseau présente un profil encaissé le long de la RD 554 jusqu'au franchissement de cette route à la sortie de la plaine de Tavernes et de la confluence avec le ruisseau de Pontevès.

Le franchissement de la RD554 s'effectue via une voûte prolongée par un cadre et une buse Ø 1000 mm qui semblent sous-dimensionnés par rapport au bassin versant amont. Le remblai de la RD 554 fait alors office de barrage avant d'être submergé.

A l'aval de la zone d'étude, l'ancien pont SNCF, positionné sur un important remblai, fait office de régulateur des débits transitant vers l'aval. En cas de saturation de l'ouvrage, les eaux excédentaires sont stockées dans le champ majeur en amont.

En aval de ce pont le ruisseau des Ecrevisses traverse des zones urbanisées : il présente alors un lit mineur profilé en U avec des parois en béton et un champ majeur se limitant à sa rive droite.



**Lit mineur du ruisseau en aval pont SNCF**

**Ancien pont SNCF**

Les témoignages de riverains ont permis de disposer d'informations pour caler le modèle hydraulique :

- deux inondations survenues dans les années 1970 ont atteint le talus en bout de pré au pied des maisons en rive gauche à l'amont immédiat de l'ancien pont SNCF (environ 303.5 m NGF),
- au cours de la crue de 2009, l'eau est montée jusqu'aux ateliers agricoles de Ms. MASSET (environ 302.4 m NGF),
- lors d'une inondation au début des années 1970, l'eau est montée jusqu'au pied de la maison de Ms. MASSET en rive droite (environ 303.5 m NGF).

Tous ces éléments sont pris en compte dans la modélisation pour caractériser finement l'emprise de la zone inondable.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	6/24
--	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

#### 4 - TOPOGRAPHIE

Il n'existe pas de données topographiques sur la zone d'étude. La présente phase de l'étude a pour objectif d'établir des profils en travers du cours d'eau sur le tronçon étudié. Ces profils seront utilisés lors de la modélisation hydraulique.

La zone d'étude a fait l'objet d'un levé de 11 profils en travers représentant le lit mineur du ruisseau et le champ majeur. Tous les ouvrages de franchissement du ruisseau ont également été levés.

Les caractéristiques des aménagements présents dans le champ majeur, et impactant les écoulements, ont également été relevées (vestiaires du terrain de football, murets en rive gauche...).

L'implantation des profils est représentée sur la planche 2. Elle a été établie suite à la reconnaissance de terrain en fonction des variations topographiques de la zone d'étude mais aussi en fonction des données nécessaires au logiciel HEC-RAS pour modéliser des structures particulières comme le franchissement de l'ancienne voie SNCF.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	7/24
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 5 - HYDROLOGIE

### 5.1 Bassin-versant

#### 5.1.1 Topographie

Le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses présente une superficie de 45.3 km<sup>2</sup> environ au droit du franchissement de l'ancienne voie SNCF. Il est représenté sur la planche 1 en annexe.

Le bassin versant est composé de collines culminant à 700 m environ et de la plaine de Tavernes située à une altitude de 350 m environ.

Sur une longueur de chemin hydraulique le plus long de 13 800 m au droit du franchissement de la RD 554, le ruisseau présente une pente pondérée de 0.024 m/m. Il reçoit alors les apports d'un affluent, le ruisseau de Pontevès, dont le bassin versant présente une superficie de 473 ha environ (soit 4.73 km<sup>2</sup>).

Le franchissement de la RD554 s'effectue via une voûte prolongée par un cadre et une buse Ø1000 mm qui semblent sous-dimensionnés par rapport au bassin versant amont. Le remblai de la RD 554 fait alors office de barrage avant d'être submergé.

Après avoir traversé des gorges sur une longueur de 1150 m pour une pente de 0.013 m/m, le ruisseau traverse le quartier des Laus. Il présente alors une champ majeur très large et une pente réduite de 0.002 m/m.

A l'aval de l'ancien pont SNCF, le ruisseau alterne tronçons busés et aériens dans la traversée de Barjols et ressort au niveau de la cascade du pont d'Or.

#### 5.1.2 Hydrographie

Le ruisseau des Ecrevisses naît de la confluence de plusieurs rus drainant le massif de Mala Soque au nord de Tavernes. Le thalweg du ruisseau est peu marqué dans la traversée de la plaine de Tavernes. On le retrouve un temps busé avec une conduite Ø 800 mm le long de la RD 554 puis reprend la forme thalweg naturel.

A l'amont immédiat du franchissement de la RD 554, il reçoit son affluent le ruisseau de Pontevès.

Le ruisseau reçoit les apports de quelques réseaux pluviaux dans la traversée du quartier des Laus.

En aval de Barjols, le ruisseau des Ecrevisses rejoint l'Eau Salée puis l'Argens.

#### 5.1.3 Occupation des sols

Le bassin versant présente une occupation des sols essentiellement constituées de forêts de conifères sur les versants et de prés ou de champs sur les terrains moins accidentés dans la plaine de Tavernes.

Le village de Tavernes représente une faible surface imperméabilisée : il n'influence pas le régime hydrologique du cours d'eau.

Un élément majeur caractérisant le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses est la présence d'un modelé karstique influençant fortement les débits du cours d'eau.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	8/24
--	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 5.2 Calcul des débits

Il s'agit d'évaluer les débits de pointe des crues de période de retour 10 et 100 ans au droit de la zone d'étude.

Il n'existe pas de stations de mesure des débits sur le ruisseau des Ecrevisses.

De plus la présence d'un modelé karstique sur le bassin versant amont et du franchissement réduit de la RD 554 rend très difficile l'estimation de débits représentatifs sur la zone d'étude car ils ont une forte influence respectivement sur la genèse et l'écoulement des crues.

L'hétérogénéité considérable d'un karst et l'existence de nombreuses discontinuités hydrauliques liées au réseau karstique de drainage font que son influence sur l'infiltration et le ruissellement des eaux est difficilement appréciable. L'étude de cette influence nécessiterait d'importants moyens (étude hydrogéologique, campagnes de mesures et de traçage, spéléologie, ...).

L'impact du remblai de la RD 554 pourrait être évalué par modélisation sur la base des levés topographiques de la route, du franchissement et de la plaine amont.

De nombreux calculs hydrologiques ont été réalisés sur le ruisseau des Ecrevisses dans le cadre des études énumérées ci-avant (cf 2.1). Les résultats de ces calculs présentent de fortes divergences comme l'attestent les tableaux suivants :

Source	Débit décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Méthode de calcul
<b>IPSEAU</b>	<b>27.5 (Q courant)</b>	<b>61.5 (Q rare)</b>	<b>Non précisée</b>
<b>GIRAUDEAU</b>	<b>36.2</b>	<b>90</b>	<b>Crupédix pour 10 et coefficient de corrélation pour 100 ans</b>
<b>G2C</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>Extrapolation des données de la station de mesures de Châteauvert sur l'Argens</b>
<b>SOGREAH</b>	<b>17</b>	<b>109</b>	<b>Méthode SHYREG</b>

### Synthèse des données hydrologiques existantes

G2C a estimé ses débits par extrapolation des données issues du suivi hydrométrique de l'Argens à Châteauvert réalisé par la DIREN. Le bassin versant de l'Argens en ce point est de 485 km<sup>2</sup>, soit 10 fois plus que la superficie du bassin versant du ruisseau des Ecrevisses. Cette forte différence de superficie rend aléatoire les résultats de l'extrapolation. Ces valeurs ne sont donc pas retenues.

Les méthodes Crupédix et Shyreg utilisées par GIRAUDEAU et SOGREAH sont fiables mais ne prennent probablement pas ou peu en compte la présence du modelé karstique sur une majeure partie du bassin versant. De plus elles ne prennent pas en compte l'impact du franchissement de la RD 554 à la sortie de la plaine de Tavernes.

Suite à l'analyse de ces données, nous avons construit un modèle hydrologique pluie-débit.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	9/24
--	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 -EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 6 - ÉTUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

### 6.1 Modélisation

Les calculs des lignes d'eau sont effectués à l'aide du code HEC-RAS par modélisation des écoulements en régime transitoire.

Le logiciel HEC-RAS fournit, pour une crue donnée, une cote en chaque profil ainsi que les débits débordés et les vitesses moyennes d'écoulement. Il présente la particularité de gérer les changements de régime (passage fluvial à torrentiel et réciproquement) et permettra la prise en compte des ouvrages de franchissement.

Le modèle commence 40 m en amont du terrain de football et se poursuit jusqu'à 30 m à l'aval de l'ancien pont SNCF. Pour cela 13 profils en travers ont été créés.

L'ancien pont SNCF a été pris en compte. De même l'obstacle aux écoulements que représentent les vestiaires du stade de football a été modélisé.

La condition aval imposée au modèle est la cote normale pour une pente de ligne d'énergie de 0,0005 m/m.

### 6.2 Calage

En l'absence de mesures sur la zone d'étude, le calage du modèle repose sur une estimation sur le terrain des paramètres de rugosité.

Les coefficients de Strickler, représentatifs de la rugosité du terrain, oscillent entre 15 et 40 dans le lit mineur et entre 15 et 20 dans le champ majeur.

Nous avons aussi vérifié que les résultats du modèle correspondent aux observations de hauteurs de submersion faites sur les crues antérieures (cf. 3.2). L'absence de mesures sur les épisodes pluvieux générant ces crues ne permet pas d'exploiter pleinement ces observations.

Dans l'ensemble, le modèle reproduit bien les conditions d'écoulement identifiées lors de l'état des lieux sur le terrain.

### 6.3 Résultats

Les résultats complets de la modélisation pour les crues décennale et centennale sont rassemblés dans le tableau ci-après. Ce tableau présente les principales grandeurs hydrauliques : cotes d'eau, débits et vitesses d'écoulement.

Le profil en long et les profils en travers du cours d'eau avec les lignes d'eau sont présentés en annexe.

Les zones inondables du cours d'eau pour les crues d'occurrence décennale et centennale sont présentées sur les planches 2 à 5. Une distinction de l'aléa inondation a été réalisée pour la crue d'occurrence centennale. Ainsi conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 pris en application de la loi du 2 février 1995, le quartier des Laus a été divisé en 3 zones d'aléa prenant en considération la crue de référence dite centennale (cf. planche 5 en annexe) :

- Zone ROUGE : zone estimée très exposée à l'aléa inondation,
- Zone BLEUE : zone estimée exposée à des risques moindres,

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSÉS	11/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 -EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

- Zone BLANCHE : zone dans laquelle, il n'y a pas de risque prévisible ou pour laquelle la probabilité d'occurrence est inférieure à celle de la crue de référence dite centennale.

Les zones rouges correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est supérieure à 1 m,
- la vitesse d'écoulement est supérieure à 1 m/s,
- la hauteur d'eau est comprise entre 0,5 et 1 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 et 1 m/s.

Les zones bleues correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est inférieure à 1 m et où la vitesse d'écoulement est inférieure à 0,5 m/s (zone souvent nommée B1),
- la hauteur d'eau est inférieure à 0,5 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 et 1 m/s (zone souvent nommée B2).

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	12/24
--	--	-------



Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 6.4 Interprétation des résultats

### 6.4.1 Occurrence décennale

Lors d'une crue décennale, le ruisseau des Ecrevisses a une capacité insuffisante (6 m<sup>3</sup>/s en moyenne) pour canaliser les écoulements dans le lit mineur.

*En rive droite*, les débordements sont généralisés en du ruisseau. Les écoulements peuvent atteindre ici 13 m<sup>3</sup>/s soit 65 % du débit total au niveau du terrain de sport. Le remblai des vestiaires génère un rehaussement de la ligne d'eau de 30 cm en amont.

*En rive gauche*, des débordements ont lieu entre le profil 6 situé dans l'axe de la maison de retraite et le pont de l'ancienne voie SNCF. Le niveau d'eau atteint la côte altimétrique 302.85 m NGF dans ce secteur inondant ainsi la parcelle occupée par la maison de retraite avec une lame d'eau de 20 cm.

Compte tenu de la faible pente et du large champ d'expansion, les vitesses d'écoulement sont faibles (inférieures à 0.5 m/s en général) que ce soit dans le lit mineur ou le champ majeur du ruisseau. La dispersion des débits dans le champ majeur génère un important écrêtement du débit de pointe puisqu'il varie de 20 m<sup>3</sup>/s en amont de la zone d'étude à 14.3 m<sup>3</sup>/s au niveau du pont de l'ancienne voie SNCF soit une réduction de 30 % environ.

Cet ouvrage n'est ni submergé, ni en charge. Cependant le tirant d'eau sous le tablier est moyen (50 cm) ce qui induit un risque de formations d'embâcles.

Plus à l'aval des débordements ont lieu en rive droite sur des parcelles construites.

### 6.4.2 Occurrence centennale

Lors d'une crue centennale, les débordements sont généralisés sur l'ensemble de la zone d'étude aussi bien en rive droite que gauche avec des écoulements en champ majeur qui atteignent 60 m<sup>3</sup>/s soit 90 % du débit de pointe transitant par la zone d'étude. Les points critiques à noter sont :

- les vestiaires du terrain de football inondés par 40 à 50 cm d'eau,
- les premières maisons et immeubles du lotissement en rive gauche touchées avec une ligne d'eau qui dépasse 304.15 m NGF,
- le Centre Oriane et la maison de retraite où le niveau d'eau atteint plus d'un mètre aux points bas de la parcelle.

Les vitesses d'écoulement restent relativement faibles dans le champ majeur compte tenu de sa largeur, des pentes faibles et du contrôle aval généré par le remblai de l'ancienne voie SNCF (inférieures à 0.5 m/s). Les vitesses augmentent en amont du stade en raison d'un champ majeur moins large et au droit du franchissement de l'ancienne voie SNCF.

On observe que l'inondation du lotissement en rive gauche survient par remontée de la ligne d'eau aval en raison du contrôle aval généré par le remblai de l'ancienne voie SNCF.

En effet le pont de cette ancienne voie SNCF est insuffisant pour permettre le passage du débit de pointe. Il s'en suit une mise en charge de l'ouvrage sans surverse par-dessus le tablier. Le pont limite les débits s'écoulant vers l'aval à 28 m<sup>3</sup>/s environ. L'excédent de débit arrivant est alors stocké en amont de l'ouvrage entraînant une remontée du niveau d'eau dans le quartier des Laus.

La dispersion des débits dans le champ majeur génère un écrêtement de 10 % environ du débit de pointe.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	14/24
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 7 - SOLUTIONS D'AMENAGEMENT

### 7.1 Objectifs et principes des aménagements

Le diagnostic mené par investigations de terrain et modélisation au cours de la phase précédente a permis de cartographier l'aléa inondation dans le quartier des Laus. Cette cartographie met notamment en évidence l'inondabilité de la maison de retraite dès l'occurrence décennale.

Une analyse approfondie des éléments du diagnostic a permis de définir les types d'actions pouvant être réalisées sur le ruisseau afin de répondre aux différentes problématiques observées ainsi qu'aux différents objectifs fixés par les services de l'Etat en charge de la prévention des risques et de la préservation du milieu naturel.

*La réduction du risque inondation* peut se décliner en actions visant à réduire chacune de ses composantes : l'aléa (hauteur, vitesse, emprise) et/ou la vulnérabilité (type d'occupation des sols).

- *La réduction de l'aléa* passe généralement par la mise en place d'aménagements (barrage, digue, recalibrage...). Cependant, les diverses contraintes (foncières, financières, techniques, réglementaires...) qui pèsent sur leur réalisation rendent leur mise en œuvre souvent difficile.
- *La réduction de la vulnérabilité* (rachat de bâtiment exposés, protection ou mise en hauteur des équipements sensibles, ...) est une piste à explorer car elle peut se faire par anticipation lors du choix de la stratégie d'urbanisation, avec une prise de conscience du risque préalable.

Il convient enfin de connaître et contrôler l'évolution de la situation dans le futur et à faire en sorte que les actions mises en œuvre pour la réduction du risque ne deviennent pas obsolètes. Il s'agit donc de s'assurer de la non-aggravation de la vulnérabilité et de l'aléa.

### 7.2 Aménagements pour la réduction de l'aléa inondation

Les dimensions des aménagements et leur impact sont évalués à partir du modèle hydraulique existant modifié en fonction de la solution étudiée.

#### 7.2.1 Occurrence centennale

L'importance des débits et volumes d'eau inondant le quartier des Laus rend difficile la réalisation d'aménagements susceptibles de réduire l'aléa pour un événement d'occurrence centennale :

- *le recalibrage du ruisseau* dans la traversée du quartier des Laus est inutile car le niveau d'eau dans le quartier en période de crue est contrôlé par le remblai de l'ancienne voie SNCF dont l'ouvrage de franchissement fait office de régulateur. L'impact d'un recalibrage est faible,
- *le recalibrage ou le dédoublement du franchissement de l'ancienne voie SNCF* est à proscrire du fait de la présence de zones d'habitations denses en aval pour lesquelles l'aléa inondation serait très probablement aggravé,
- *la mise en place de digues de protection* le long des zones habitées peut se révéler efficace pour les zones protégées, mais génère une élévation du niveau d'eau aux alentours aggravant ainsi la situation pour d'autres bâtiments. La protection de la maison de retraite et du Centre Oriane contre une crue centennale soustrait un volume de 15 000 m<sup>3</sup> au champ majeur du ruisseau et induit une élévation de 20 cm de la hauteur d'eau dans le reste de la zone d'étude. Il en est de même si une protection par

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	15/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

endiguement est mise en place pour protéger le lotissement face au stade en rive gauche. La hauteur importante des digues situées à proximité des habitations génère de plus un risque nouveau en cas de rupture d'ouvrage.

- *la réalisation de bassins de rétention* dans le quartier des Laus semble peu adaptée et certainement inefficace compte tenu des volumes d'eau en jeu.

En effet le champ majeur du ruisseau des Ecrevisses, *dans le quartier des Laus*, stocke actuellement environ 40 000 m<sup>3</sup> d'eau pour une crue de période de retour 10 ans et environ 175 000 m<sup>3</sup> pour une crue d'occurrence centennale.

Dans ce contexte, la réalisation de bassins de rétention efficaces nécessiterait une grande emprise foncière disponible et des coûts de travaux importants.

En terme d'emprise, seule la zone à *l'exutoire de la plaine de Tavernes* en amont de la RD 554 présente une superficie appropriée. Ce secteur fait déjà office de zone de rétention de fait en raison de la présence du remblai de la RD 554. Les travaux consisteraient alors à décaisser les terrains en amont de la RD 554 pour augmenter le volume de stockage tout en s'assurant de la stabilité du remblai de la route.

Il est difficile dans le cadre de la présente étude de fournir des valeurs fiables des volumes de rétention nécessaires pour la réduction de l'aléa inondation dans le quartier des Laus compte tenu :

- des incertitudes liées à l'hydrologie du cours d'eau qui draine un bassin versant karstique,
- du manque d'informations sur la topographie et le fonctionnement actuel du franchissement de la RD 554 et de la zone amont qui influent sur les débits arrivant en amont du quartier des Laus.

Dans tous les cas, le volume de rétention à mettre en place, pour obtenir une réduction sensible de l'aléa inondation dans le quartier des Laus, atteint plusieurs dizaines de milliers de mètres cube.

Pour dimensionner précisément ce volume, il conviendrait :

- de lever au mieux les incertitudes liées à l'hydrologie du cours d'eau en effectuant une expertise hydrogéologique du bassin versant et une campagne de mesures de la pluviométrie et des débits du cours d'eau sur une période suffisamment longue pour permettre d'enregistrer des événements rares représentatifs ce qui semble difficilement réalisable,
- d'effectuer un levé topographique et une modélisation hydraulique de la RD 554, de son franchissement et de la zone en amont pour mieux appréhender le fonctionnement de ce secteur.

**Au vu de tous ces éléments, il semble difficile d'envisager une réduction de l'aléa inondation pour une crue centennale dans le quartier des Laus.**

En revanche la vulnérabilité de la maison de retraite et du Centre Oriane, et la fréquence de l'aléa pour lequel ils sont touchés, justifient d'étudier une **protection de ces bâtiments contre une crue d'occurrence décennale.**

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	16/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 -EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

### 7.2.2 Occurrence décennale

Les débits et volumes inondant le quartier des Laus pour une crue décennale sont réduits par rapport à une crue centennale. Malgré cela, comme pour l'occurrence centennale, peu de solutions d'aménagement sont adaptées à la situation :

- *le recalibrage du ruisseau* dans la traversée du quartier des Laus est inutile car le niveau d'eau dans le quartier en période de crue décennale est contrôlé par le remblai de l'ancienne voie SNCF dont l'ouvrage de franchissement fait office de régulateur. En recalibrant le ruisseau pour obtenir une largeur de 10 m en gueule et 8 m en base, la ligne d'eau est abaissée de moins de 10 cm. Ce type d'action ne solutionne pas le problème d'inondation.
- *le recalibrage ou le dédoublement du franchissement de l'ancienne voie SNCF* est à proscrire du fait de la présence de zones d'habitations denses en aval pour lesquelles l'aléa inondation serait très probablement aggravé quelque soit l'occurrence de la crue.
- *la réalisation de bassins de rétention* dans le quartier des Laus semble peu adaptée et certainement inefficace compte tenu des volumes d'eau en jeu, comme pour une crue d'occurrence centennale.

En terme d'emprise, seule la zone à l'exutoire de la plaine de Tavernes en amont de la RD 554 présente une superficie appropriée comme pour une crue centennale. Il est ainsi possible de se référer à la réflexion menée pour cet aménagement pour une crue centennale (cf. chapitre 7.2.1. ci-dessus).

La solution la plus adaptée d'un point de vue hydraulique consiste à **mettre en place des digues de protection le long de la maison de retraite et du Centre Oriane dimensionnées pour une crue d'occurrence décennale.**

Les digues auront ainsi une hauteur de 50 cm, suffisantes pour une occurrence décennale, et seront submergées pour des crues d'occurrence supérieure à 10 ans.

Pour une crue décennale, les deux bâtiments sont protégés. Cet aménagement soustrait une surface d'inondation de 6 200 m<sup>2</sup> représentant un volume de stockage de 2 000 m<sup>3</sup> pour une crue décennale. Les simulations montrent que l'impact de cet aménagement sur le fonctionnement du cours d'eau est faible :

- on observe un exhaussement local de la ligne d'eau de 1 à 2 cm sur les terrains agricoles alentours,
- les vitesses d'écoulement sont inchangées à 0.02 m/s près,
- le débit transitant vers l'aval augmente de 0.36 m<sup>3</sup>/s soit une proportion de 2.5 % sans impact sur la ligne d'eau.

Pour une crue centennale, l'impact de l'aménagement est nul. La hauteur réduite des digues permet leur submersion et ainsi, le champ d'expansion des crues rares est préservé.

Des transparences hydrauliques équipées de clapets anti-retour seront mises en place afin d'assurer l'évacuation des eaux pluviales et la vidange du site en cas de crue rare.

Enfin, la faible hauteur de ces ouvrages (50 cm), l'éloignement du lit du ruisseau et les faibles vitesses d'écoulement limitent nettement les risques de rupture d'ouvrage qui pourraient être dommageables aux installations qu'ils protègent.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	17/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

Au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement, la réalisation de cette **digue** submersible dimensionnée pour une crue décennale est **soumis à autorisation** conformément aux rubriques suivantes du tableau de la Nomenclature annexé à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement :

**Rubrique 3.2.2.0 : Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :**

- o Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m<sup>2</sup> (Autorisation),
- o **Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m<sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m<sup>2</sup> (Déclaration).**

**Rubrique 3.2.6.0 : Dignes :**

- o **de protection contre les inondations et submersions (Autorisation),**
- o de canaux et de rivières canalisées (Déclaration).

De plus, le projet de digues devra répondre aux dispositions du décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et modifiant le Code de l'Environnement. A ce titre, l'ouvrage projeté est classé en catégorie D (Hauteur < 1 m) obligeant l'élaboration d'un dossier de l'ouvrage comprenant

- la description de l'ouvrage,
- la définition des consignes de gestion en période de crue,
- la définition des consignes de surveillance parmi lesquelles l'obligation d'une visite technique approfondie tous les 5 ans aboutissant à la rédaction d'un rapport de surveillance.

Le coût de réalisation de cette digue de protection contre une crue d'occurrence décennale a été évalué à 80 000 € H.T. environ soit 95 680 € T.T.C. (TVA = 19,6 %).

Ce prix prend en compte la réalisation d'une digue protégée (enrochements ou techniques alternatives associant le génie végétal) d'une hauteur de 50 cm sur une longueur de 260 m. Il ne tient pas compte d'éventuels achats fonciers, ni de missions de maîtrise d'œuvre, de levés topographiques ou essais géotechniques.

L'évaluation du coût des aménagements dans le cadre d'une étude préliminaire a une valeur indicative. A ce stade, il n'est pas possible de connaître toutes les contraintes liées au projet et d'imputer leur impact sur le coût des travaux.

Par la suite la réalisation d'études Avant-Projet et Projet permettra d'affiner l'estimation des coûts d'exécution.

### 7.2.3 Occurrence intermédiaire

Comme pour les occurrences décennale et centennale, peu d'aménagements semblent envisageables pour une protection contre une occurrence de crue intermédiaire (20, 30 ou 50 ans par exemple) pour les mêmes raisons que celles évoquées précédemment.

Compte tenu de la vulnérabilité de la maison de retraite et du Centre Oriane, il serait possible d'envisager une protection de ces bâtiments **contre une crue d'occurrence supérieure à 10 ans.**

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	18/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

Cependant l'importance de la crue alors considérée fait que la réflexion menée pour une crue centennale s'appliquerait à l'identique à savoir :

- la constitution d'une digue dimensionnée pour une crue d'occurrence supérieure à 10 ans génère une élévation du niveau d'eau aux alentours aggravant ainsi la situation pour d'autres bâtiments
- la hauteur de la digue, alors supérieure à 0.5 m, implique un nouveau risque en cas de rupture de digue.

**Cet objectif de protection n'apparaît donc pas approprié au contexte local.**

### 7.3 Aménagements pour la non-aggravation et la réduction de la vulnérabilité

#### 7.3.1 Principes

Compte tenu des difficultés à réduire l'aléa inondation dans le quartier des Laus, la non-aggravation de la vulnérabilité (interdiction de constructions nouvelles en zone à risque) est le premier principe à intégrer car cela peut se faire par anticipation lors du choix de la stratégie d'urbanisation, avec une prise de conscience du risque préalable.

La réduction de la vulnérabilité est également une piste à explorer : rachat de bâtiment exposés, protection ou mise en hauteur des équipements sensibles, ...

Il s'agit ainsi de déterminer les mesures de prévention à mettre en œuvre contre les phénomènes naturels d'inondation au regard des articles L.216-1 à L.216-8 du Code de l'Environnement et du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995.

Ces dispositions sont applicables :

- aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations,
- à la réalisation de tous travaux et exercices de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

Une hiérarchisation des dispositions à mettre en œuvre est souvent envisagée en fonction de l'importance de l'aléa inondation sur la zone considérée. La distinction de l'aléa pour une crue centennale a été définie dans le chapitre 6.3 et cartographiée sur la planche 3.

Pour rappel, on distingue :

- Zone ROUGE : zone estimée très exposée et dans laquelle il ne peut y avoir de mesure de protection efficace,
- Zone BLEUE : zone estimée exposée à des risques moindres dans laquelle des mesures peuvent être mises en œuvre,
- Zone BLANCHE : zone dans laquelle, il n'y a pas de risque prévisible ou pour laquelle la probabilité d'occurrence est inférieure à celle de la crue de référence dite centennale.

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES	19/24
--	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 -EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

### 7.3.2 Règles d'aménagement

Les règles d'aménagement sont à définir en concertation avec la mairie et les services de l'Etat.

En général **sont interdits dans les zones très exposées** tous travaux, remblais, constructions et installations de quelque nature qu'ils soient **à l'exception** des travaux d'entretien et de gestion normaux des biens et activités existants, des cultures de plain champ, de la construction de bâtiments agricoles, d'infrastructures publiques, ...et à condition qu'ils ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux et n'aggravent pas leurs effets.

Les dispositions applicables **dans les zones à risques moindres** sont souvent moins contraignantes du fait d'un aléa plus faible. Ainsi la modification des constructions existantes peut y être autorisée sous conditions de limitation de surface, d'agencement ne faisant pas obstacle à l'écoulement des crues, de non-aggravation de la vulnérabilité (construction en hauteur), ...

De même, en dernier recours, les constructions nouvelles peuvent être autorisées sous certaines conditions comme par exemple :

- que l'**emprise de la construction** ne dépasse pas un certain pourcentage de la parcelle concernée,
- que la construction soit en hauteur avec un **plancher le plus bas situé minimum 20 cm au-dessus de la cote de la crue de référence**,
- que le **soubassement des constructions permette une libre circulation des eaux** (constructions sur pilotis ou perméabilité à 70 % par vide sanitaire ouvert) et sans ouverture dans l'axe du courant),
- que les parties d'ouvrages situées à moins d'un mètre au-dessus de la cote de référence soient constituées de **matériaux imputrescibles et insensibles à l'eau**, et soient résistants à la pression hydraulique, à l'érosion et aux effets des affouillements,
- que les systèmes d'assainissement soient étanches,
- que les circuits électriques situés à moins d'un mètre au-dessus de la cote de référence puissent être coupés séparément,
- ....

Une fois établies, ces règles d'aménagement sont ensuite soumises à enquête publique et intégrées dans les documents d'urbanisme.

Dressé à La Ciotat le 11 août 2010

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	20/24
--	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

## 8 - ANNEXE 1

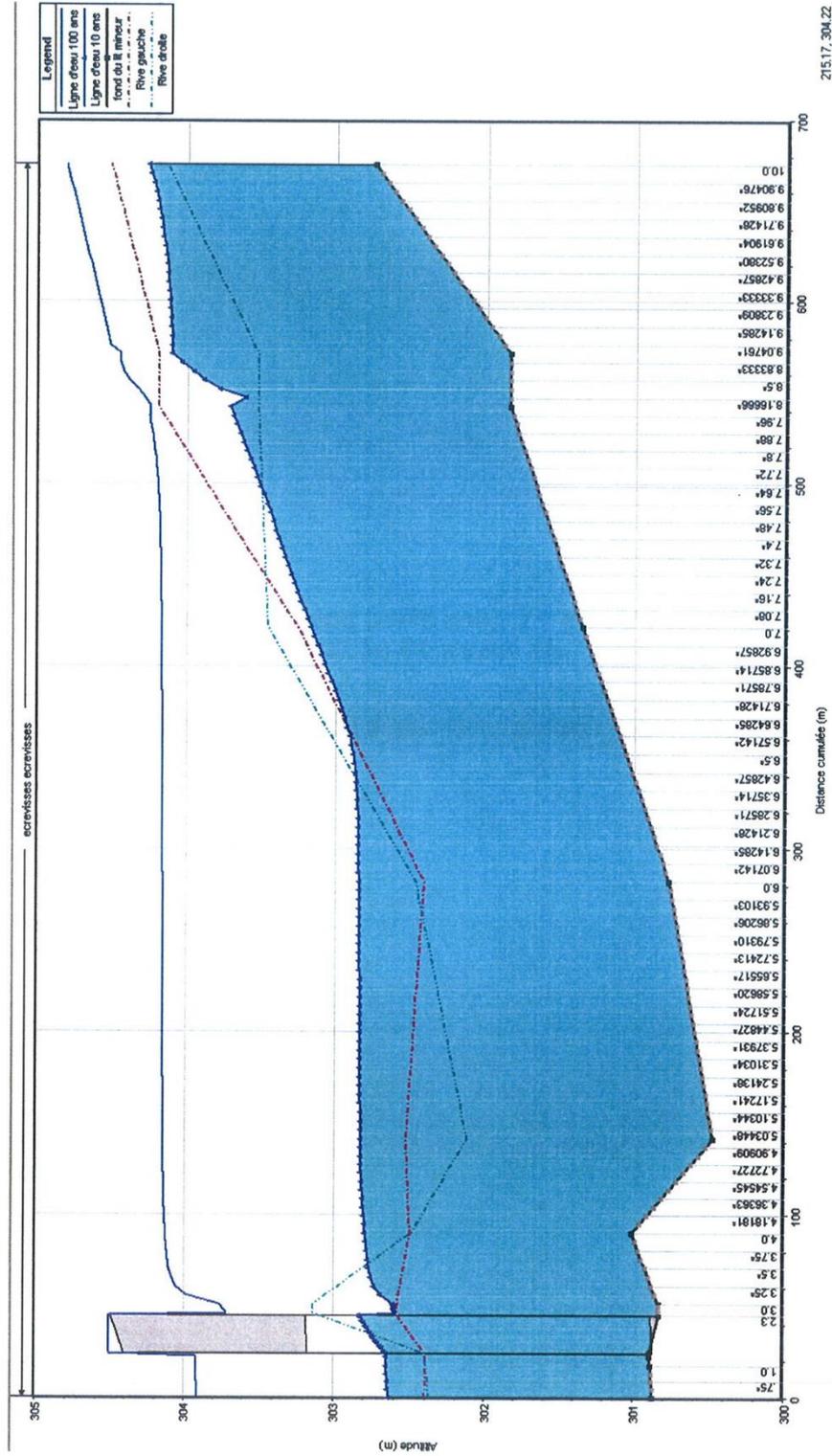
### Profils en long – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 et 100 ans

(Source : modélisation hydraulique, ENVEO, Avril 2010)

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	21/24
--	--	-------

Mémoire  
EA 09 40 –EH - C

Commune de BARJOLS  
Etude hydraulique du quartier des Laus



envéo Ingénierie  
Ingénieurs Conseils  
Environnement, Eau et Infrastructures

ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECRESSISSES

22/24

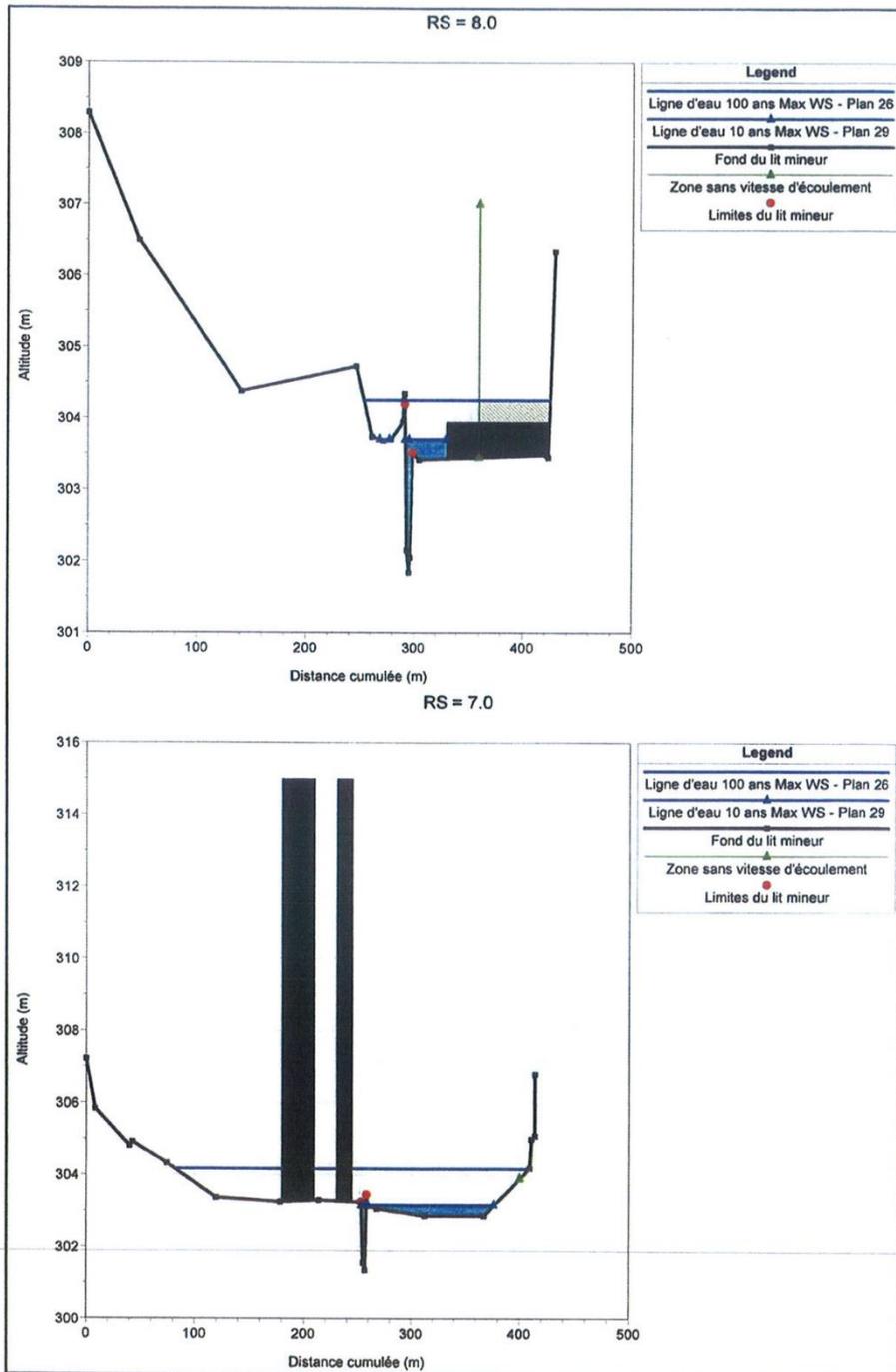
Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

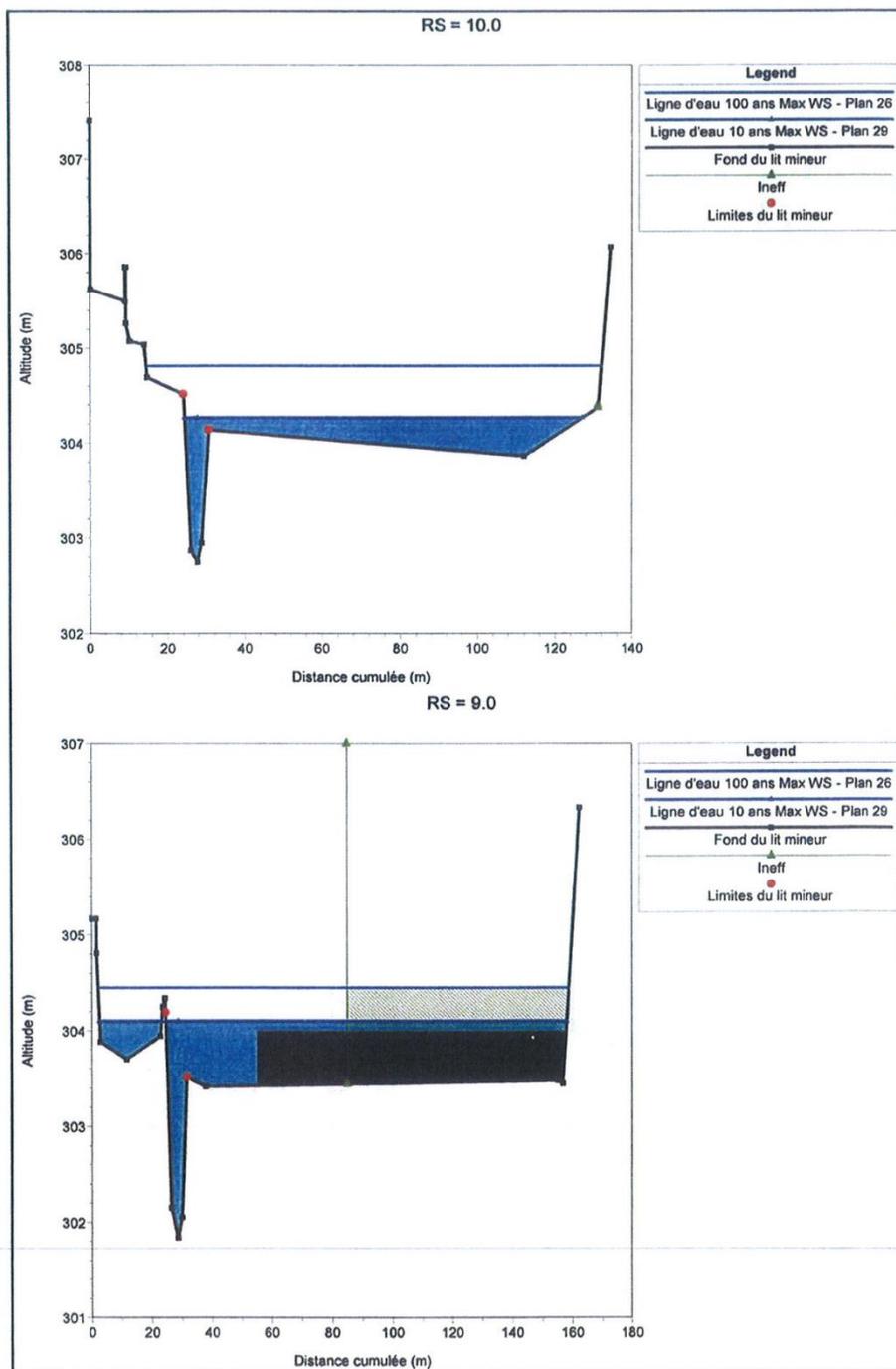
## 9 - ANNEXE 2

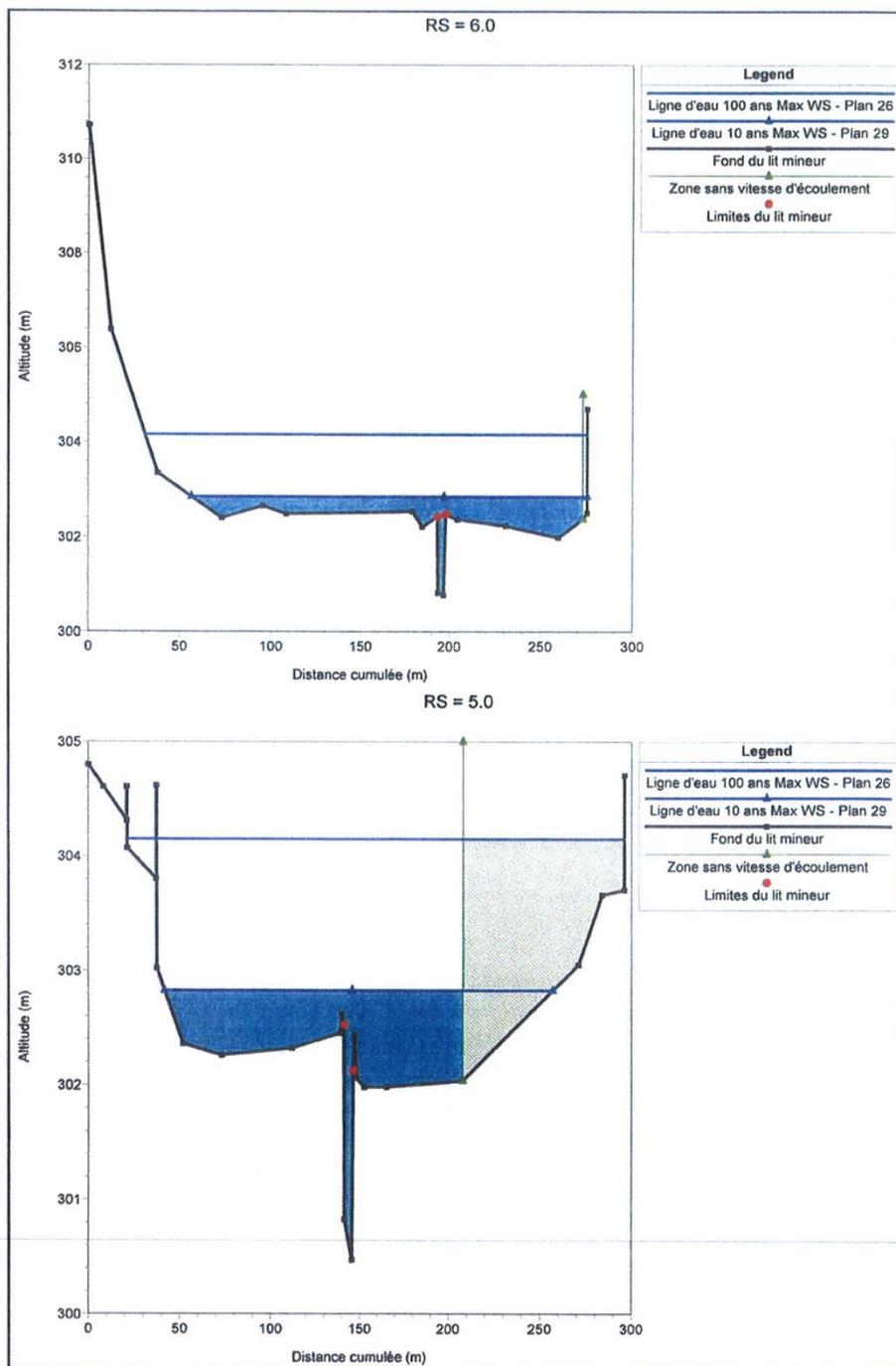
### Profils en travers – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 10 et 100 ans

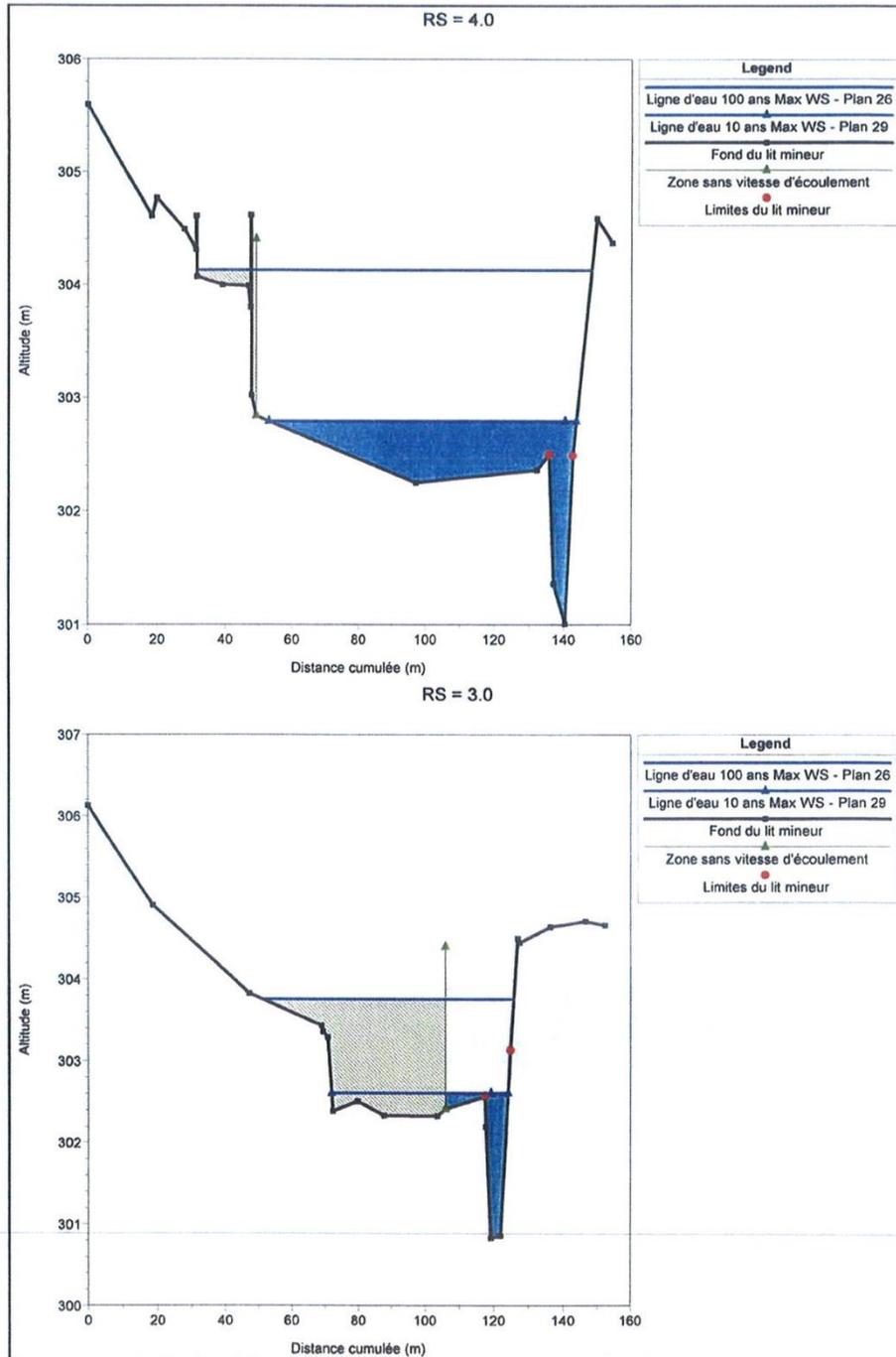
(Source : modélisation hydraulique, ENVEO, Avril 2010)

envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	23/24
--	--	-------









Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 09 40 –EH - C	Etude hydraulique du quartier des Laus

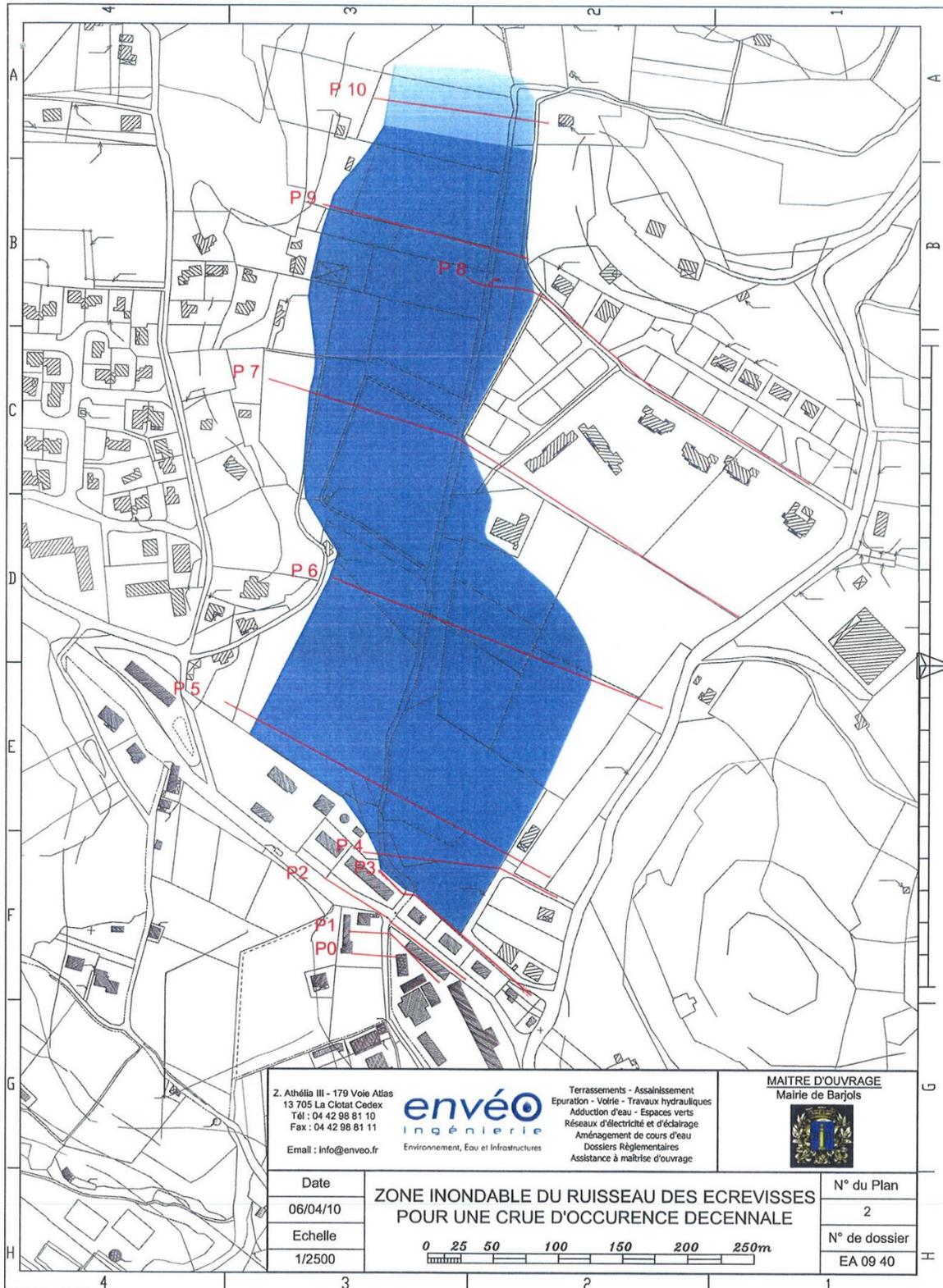
## 10 - ANNEXE 3

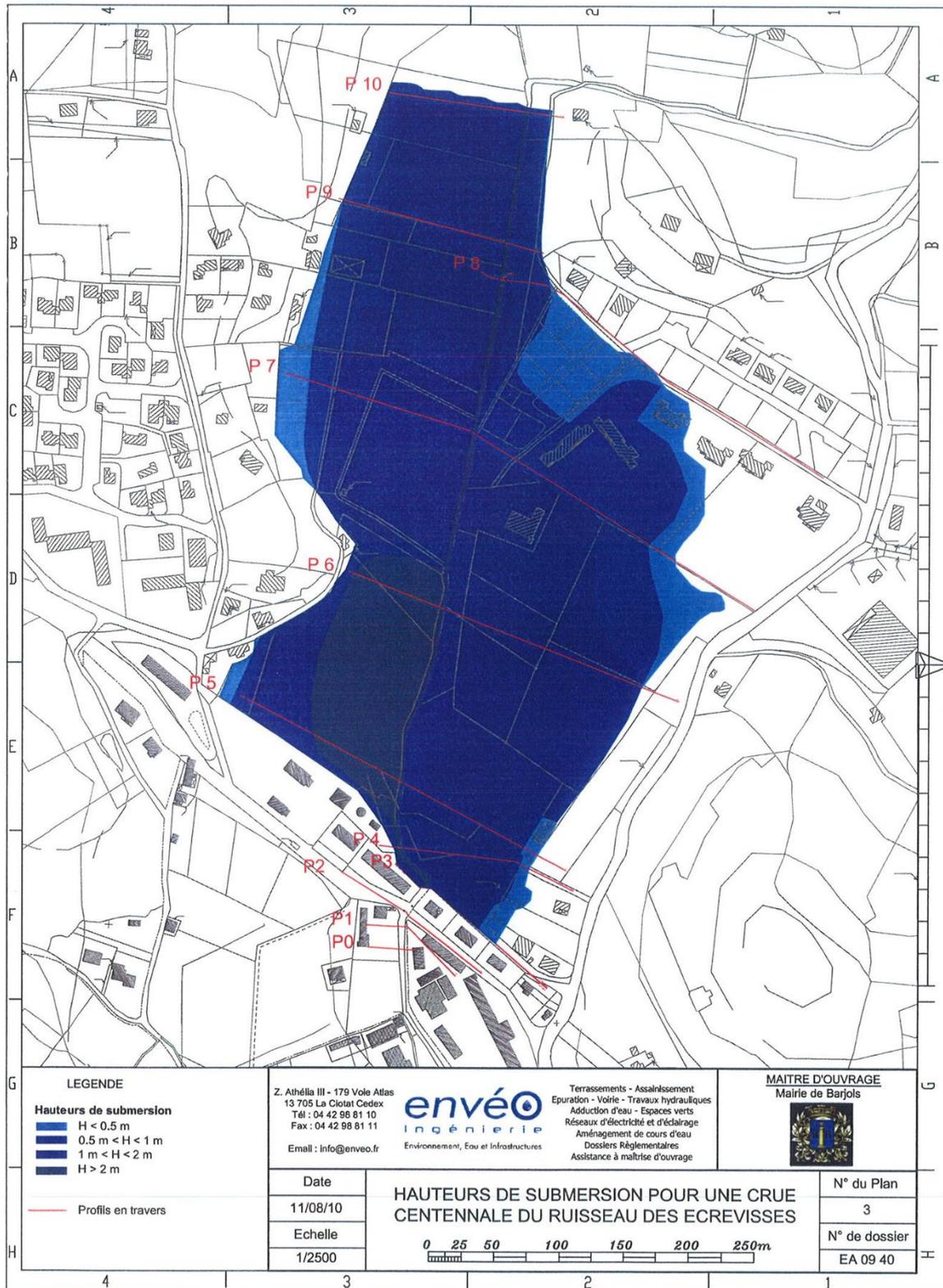
### Planches graphiques

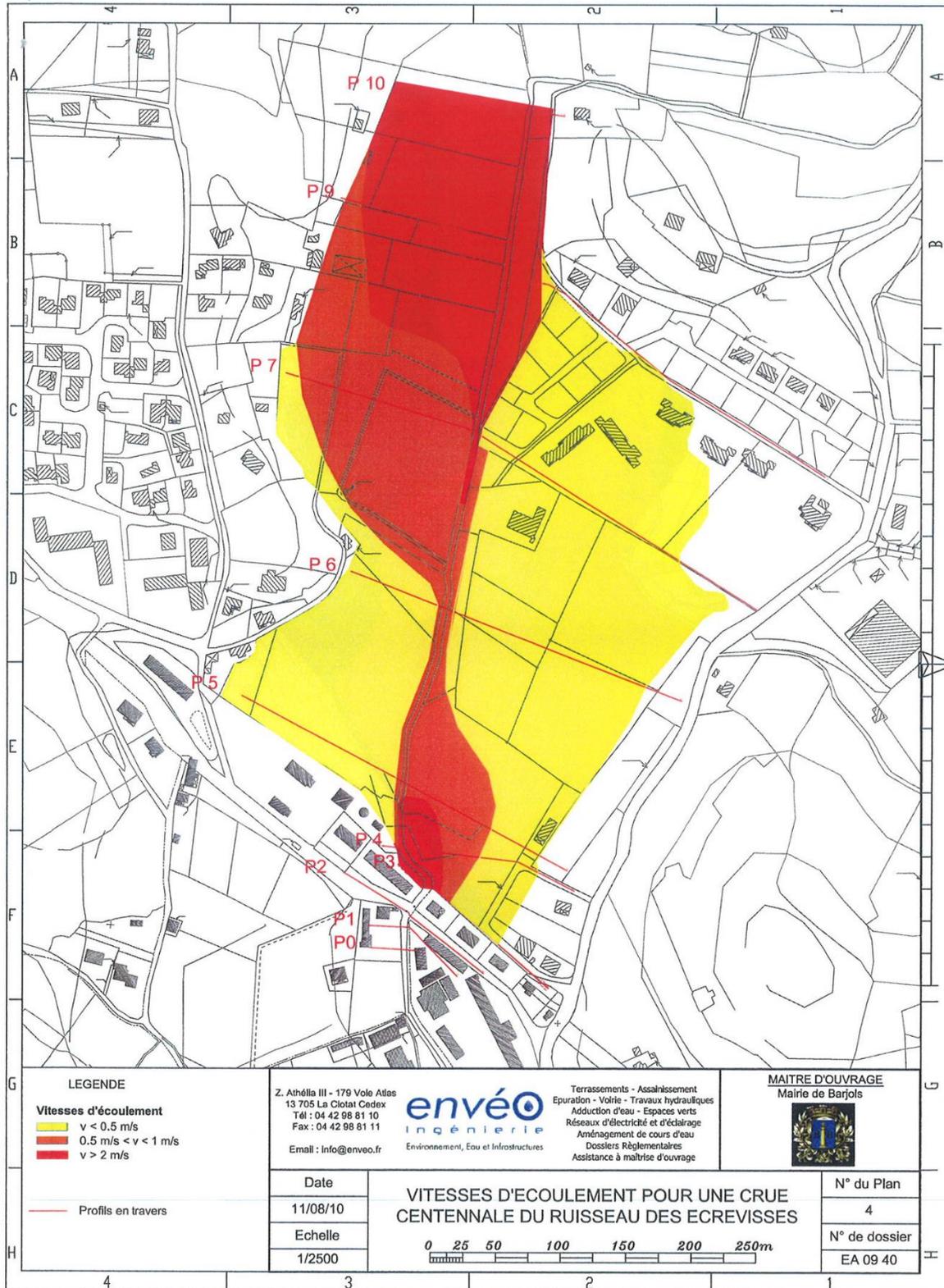
- Planche 1** Délimitation du bassin versant
- Planche 2** Zone inondable pour une crue d'occurrence 10 ans
- Planche 3** Hauteurs de submersion pour une crue d'occurrence 100 ans
- Planche 4** Vitesses d'écoulement pour une crue d'occurrence 100 ans
- Planche 5** Aléa inondation pour une crue d'occurrence 100 ans

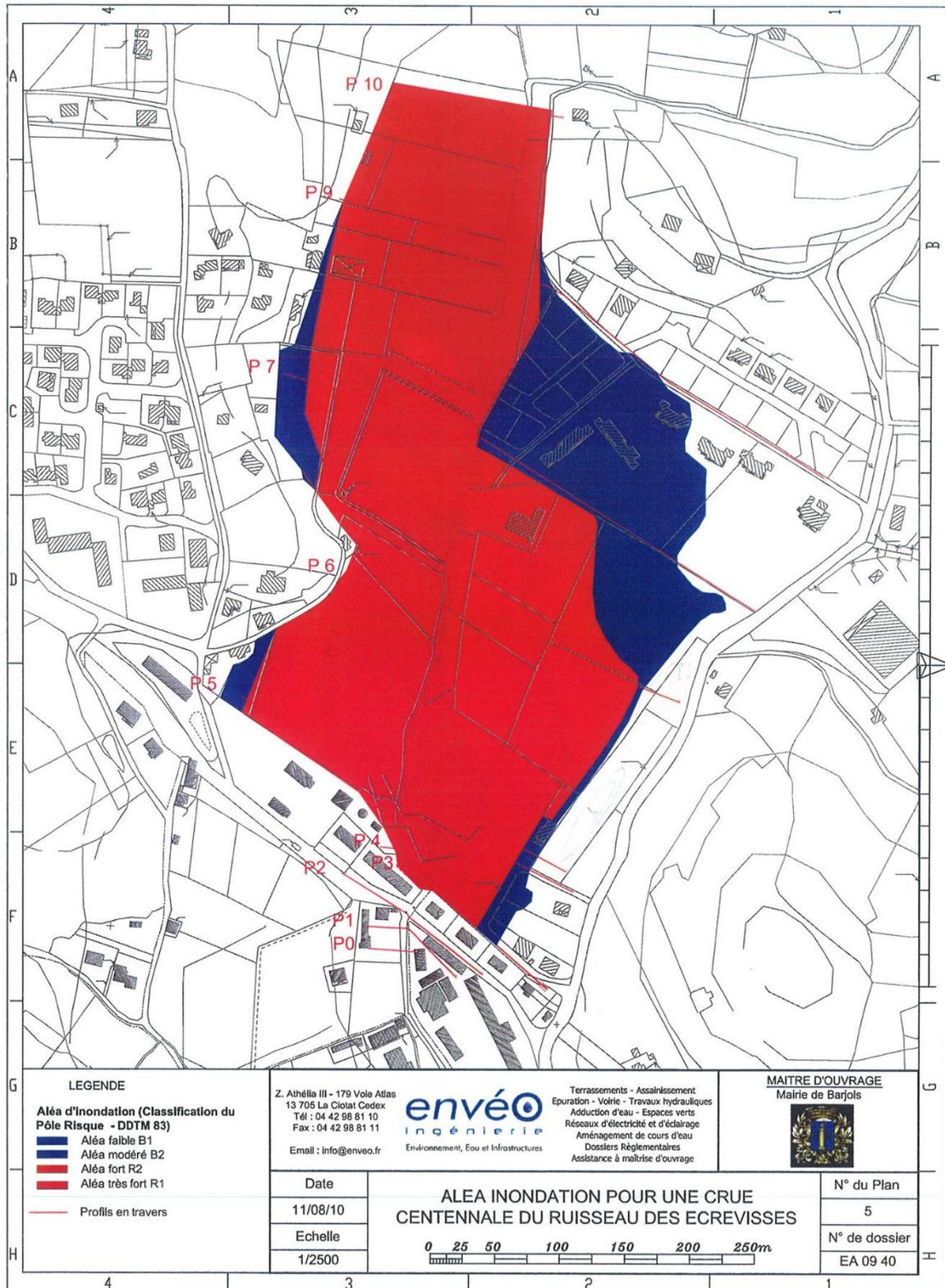
envéo Ingénierie Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES	24/24
--	--	-------











**LEGENDE**  
**Aléa d'inondation (Classification du Pôle Risque - DDTM 83)**  
 ■ Aléa faible B1  
 ■ Aléa modéré B2  
 ■ Aléa fort R2  
 ■ Aléa très fort R1  
 — Profils en travers

Z. Athéla III - 179 Voie Atlas  
 13 705 La Ciotat Cedex  
 Tél : 04 42 98 81 10  
 Fax : 04 42 98 81 11  
 Email : info@envéo.fr



Terrassements - Assainissement  
 Epuration - Voirie - Travaux hydrauliques  
 Adduction d'eau - Espaces verts  
 Réseaux d'électricité et d'éclairage  
 Aménagement de cours d'eau  
 Dossiers Règlementaires  
 Assistance à maîtrise d'ouvrage

**MAITRE D'OUVRAGE**  
 Mairie de Barjols



Date
11/08/10
Echelle
1/2500

**ALÉA INONDATION POUR UNE CRUE CENTENNALE DU RUISSEAU DES ECREVISSES**



N° du Plan
5
N° de dossier
EA 09 40

## 3.3 Sud

## Département du Var

<p>Centre d'affaires le Gua 3 rue de l'industrie 34 880 Lavérune Tél : 09.77.76.80.96 Fax : 04.67.64.87.92 E-mail : <a href="mailto:amenagement@enveo.fr">amenagement@enveo.fr</a> Site : <a href="http://www.enveo.fr">http://www.enveo.fr</a></p>	 <p>Environnement, Eau et Infrastructures</p>	<p>Terrassement Assainissement – épuration Travaux hydrauliques Adduction d'eau Réseaux d'électricité Réseaux d'éclairage Voirie - Espaces verts Aménagement de cours d'eau Etudes dans le domaine de l'eau, de l'environnement et des risques naturels</p>
---	--	---

**COMMUNE DE BARJOLS**

**IDENTIFICATION DES ZONES INONDABLES DU BAS DU VILLAGE ET  
DU QUARTIER DES CONDAMINES  
ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DE PONTEVES ET DE  
L'EAU SALEE**

**MEMOIRE TECHNIQUE**

Indice	Etabli par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	D. ESCARZAGA	C. DELAPLACE	23/08/13	1 <sup>er</sup> établissement
B	D. ESCARZAGA	C. DELAPLACE	27/11/13	Extension zone d'étude

EA 13 08 – EH - B

Mémoire  
EA 13 08 –EH - B

Commune de BARJOLS  
Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

## SOMMAIRE

<b>1 - AVANT-PROPOS</b>	<b>3</b>
<b>2 - COLLECTE DE DONNEES</b>	<b>4</b>
2.1 Etudes et documents disponibles	4
2.2 Commentaires	4
<b>3 - RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN</b>	<b>5</b>
3.1 Principe	5
3.2 Commentaires	5
3.2.1 Bas du village	5
3.2.2 Quartier des condamines	6
<b>4 - TOPOGRAPHIE</b>	<b>8</b>
<b>5 - HYDROLOGIE</b>	<b>9</b>
5.1 Bassins versants	9
5.1.1 Hydrographie	9
5.1.2 Topographie	9
5.1.3 Géologie	9
5.1.4 Occupation des sols	10
5.2 Calcul des débits	10
5.2.1 Ruisseau des Ecrevisses	10
5.2.2 Ruisseau de Pontevès	12
5.2.3 Rivière l'Eau Salée en amont de la confluence	13
5.2.4 Rivière l'Eau Salée à l'aval de la confluence	14
5.2.5 Synthèse	15
<b>6 - ETUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE</b>	<b>16</b>
6.1 Modélisation	16
6.2 Calage	16
6.3 Résultats	17
6.3.1 Bas du village	18
6.3.2 Quartier des condamines	22
6.4 Interprétation des résultats	24
6.4.1 Occurrence décennale	24
6.4.2 Occurrence vicennale	24
6.4.3 Occurrence centennale	24
6.4.4 Occurrence exceptionnelle	25
6.4.5 Cas particulier des parcelles cadastrées 154 et 155	25
<b>7 - SOLUTIONS D'AMENAGEMENT</b>	<b>26</b>
7.1 Objectifs et principes des aménagements	26
7.2 Aménagements pour la réduction de l'aléa inondation	26
7.3 Aménagements pour la non-aggravation et la réduction de la vulnérabilité	27
7.3.1 Principes	27
7.3.2 Règles d'aménagement	27
<b>8 - ANNEXE 1</b>	<b>29</b>
Profils en long – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 20 et 100 ans	29
<b>9 - ANNEXE 2</b>	<b>33</b>
Profils en travers – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 20 et 100 ans	33
<b>10 - ANNEXE 3</b>	<b>34</b>
Planches graphiques	34

envéo Aménagement  
Ingénieurs Conseils  
Environnement, Eau et Infrastructures

ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU  
RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE

2/34

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

## 1 - AVANT-PROPOS

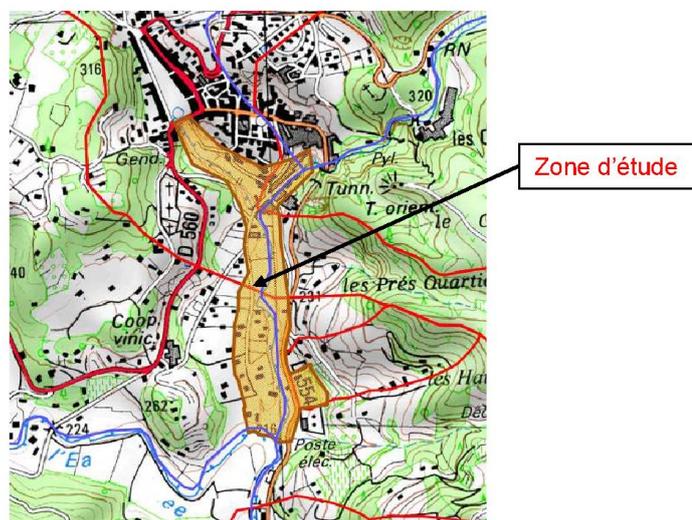
Le bas du village de Barjols est longé par le ruisseau des écrevisses au sud-ouest et son affluent le ruisseau de Pontevès au sud-sud-est. Ces cours d'eau drainent un important bassin versant situé principalement sur les communes de Tavernes et Pontevès. A l'aval de leur confluence, le ruisseau des écrevisses traverse du nord au sud le quartier des Condamines puis afflue avec l'Eau Salée.

En prévision de la révision de son PLU, la Commune de Barjols a besoin de définir les contraintes hydrauliques liées aux ruisseaux le long du village et dans la traversée du quartier des Condamines jusqu'à la confluence avec l'Eau Salée.

L'Atlas Départemental des zones inondables réalisé par approche hydrogéomorphologique a conclu sur une inondation forte et étendue du bas du village et du quartier des Condamines.

La Commune a confié à la société envéo aménagement la réalisation d'une étude hydraulique afin d'affiner la caractérisation de l'aléa d'inondation sur le secteur.

La zone d'étude est localisée ci-dessous.



Le présent document expose la méthodologie utilisée pour l'étude hydraulique, ses résultats et conclusions.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	3/34
---	---	------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

## 2 - COLLECTE DE DONNEES

### 2.1 Etudes et documents disponibles

Les études et documents à notre disposition pour la réalisation de cette étude sont listés dans le tableau ci-dessous :

Référence	Intitulé	Auteurs	Date
<b>Études antérieures</b>			
1	Etude hydraulique pour la construction d'un gymnase – quartier des Laus	Dominique GIRAUDEAU	Oct. 2005
2	Programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles	IPSEAU	
3	Identification des zones inondables du quartier des Laus	envéo	Août 2010
4	Etude hydraulique pour le confortement de la falaise du pont d'Or	G2C Environnement	Oct. 2000
5	Schéma Directeur des Eaux Pluviales	SOGREAH	Mars 2010
6	Etude des zones inondables pour la station d'épuration de Barjols	SIEE	Jan. 2006
7	Retour d'expérience de la crue de l'Argens de novembre 2011	Aqua Conseil	Mai 2012
<b>Documentation</b>			
8	IGN 1/25000	IGN Paris	
9	Données pluviométriques REGION III	IT 77	
10	Carte géologique 1/50 000	BRGM	Août 2013
11	cadastre numérisé	Mairie	
12	Levés topographiques	Véodis-3D	Août-Nov 2013
13	MNT – Ortho photographies aériennes	CG 83	
14	Atlas départemental des zones inondables du Var	IPSEAU	
15	Banque Hydro	DREAL	Août 2013

Tableau 1 : Résumé des études précédentes

### 2.2 Commentaires

Les documents listés ci-dessus ont permis de récupérer de nombreuses données utiles pour l'expertise de la zone inondable dont des données hydrologiques (bassins versants, coefficient de ruissellement...) et des indications sur des crues survenues par le passé.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	4/34
---	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

On note tout de même une forte divergence des résultats des différentes études hydrologiques. Les débits estimés vont du simple au triple selon les études sources.

La présence d'un modelé karstique sur le bassin versant du ruisseau des Ecrevisses et d'importants obstacles aux écoulements (franchissements réduits de la RD 554 et de l'ancienne voie ferrée) rendent très difficile l'estimation de débits représentatifs sur la zone d'étude car ils ont une forte influence respectivement sur la genèse et l'écoulement des crues.

L'hétérogénéité considérable d'un karst et l'existence de nombreuses discontinuités hydrauliques liées au réseau karstique de drainage font que son influence sur l'infiltration et le ruissellement des eaux est difficilement appréciable. L'étude de cette influence nécessiterait d'importants moyens (étude hydrogéologique, campagnes de mesures et de traçage, spéléologie, ...).

La synthèse de toutes ces données a tout de même permis d'appréhender le contexte hydraulique local.

### 3 - RECONNAISSANCE ET INVESTIGATIONS DE TERRAIN

#### 3.1 Principe

La visite de terrain a permis de visualiser le site et d'identifier l'état physique des lits, des berges et des champs majeurs des cours d'eau.

Lors de cette visite, les conditions d'écoulement ont également été déterminées aussi bien sur la zone d'étude qu'en amont et en aval.

Les besoins topographiques ont été définis à la suite de ce repérage.

Parallèlement au repérage des ruisseaux, il a été mené des investigations (repérage, enquête auprès de riverains) afin de déterminer les caractéristiques des inondations du secteur : fréquence du désordre, hauteur de submersion, ...

#### 3.2 Commentaires

##### 3.2.1 Bas du village

Au nord de la zone d'étude, le ruisseau des écrevisses a fait l'objet d'importants aménagements en vu de conforter la falaise de la RD 560 intitulée Pont d'Or au droit de la falaise. Le ruisseau a fait l'objet d'une modification de son profil en long sur une distance de 60 m environ avec la création de 6 cascades aménagées en gabions.

En aval le ruisseau des écrevisses présente un lit mineur de forme trapézoïdale, de largeur modeste (10 m en moyenne), peu incisé et constitué de matériaux moyens à fins. Les berges sont anthropisées et pourvues d'une ripisylve conséquente et stable indiquant l'absence de dynamique latérale. Le lit moyen et le lit majeur sont peu étendus et fortement encaissés sous la forme d'une succession de terrasses. Les premières habitations sont élevées par rapport au cours d'eau.

Celui-ci franchit un viaduc d'irrigation qui obstrue le lit majeur puis le pont du chemin de Saint-Lazare juste avant la confluence avec le ruisseau de Pontevès, également appelé Fauvery. Ce dernier pont semble submersible avec un champ majeur préférentiellement situé en rive droite et occupé par un parking non aménagé.

Il existe un seuil en amont immédiat du pont. A l'aval du pont et de la confluence, le ruisseau des écrevisses fait un coude dont les berges sont protégées par des enrochements.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	5/34
---	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

Le ruisseau de Pontevès est constitué d'une cascade à la limite amont de la zone d'étude qui chute dans un bassin naturel. Le cours d'eau présente ensuite un lit mineur et un lit moyen rectilignes délimités principalement par les murs des bâtiments des anciennes tanneries. Une jeune ripisylve occupe le lit moyen.

Le ruisseau de Pontevès franchit deux passerelles et le pont de la route de Tavernes avant de confluer avec le ruisseau des écrevisses.

Le champ majeur du ruisseau est fortement encaissé. Il est occupé par des bâtiments d'anciennes tanneries dès la limite du lit moyen.

Au cours de la crue de novembre 2011, le local du menuisier dans le premier bâtiment en rive droite a été inondé par 8 cm d'eau environ. Le seuil du local est à 228.08 m NGF. Les eaux remontaient depuis les caves du bâtiment.

### **Particularité au droit du pont du chemin de Saint-Lazare**

Au droit du pont, on note des marques récentes d'érosion régressive.

Cette érosion est favorisée par la physionomie du cours d'eau à ce niveau. Le chenal fait un coude à 90°(direction gauche) immédiatement en aval de la confluence. Les forces tractrices y sont fortes et les enrochements, nouvellement positionnés, risquent de venir accélérer le phénomène.

Cette érosion ne semble pas se propager sur le ruisseau du Fauvery en raison de la présence du substratum marneux. Elle pourrait toutefois, mais très localement, venir déstabiliser la berge rive droite et le muret du moulin rive gauche.

Sur le ruisseau des écrevisses, cette érosion pourrait à terme venir déstabiliser le seuil du pont, celui-ci étant déjà affecté en amont de part la présence d'une fosse.

Il convient de contrôler l'évolution de cette érosion régressive et engager des investigations si une aggravation est constatée. Pour cela il conviendra en premier lieu d'évaluer la profondeur des fondations du pont, des dépôts sédimentaires et du seuil rocheux naturel.

Si les fondations du pont sont positionnées sur un seuil rocheux, il n'y a pas beaucoup de risque pour le pont. L'érosion ne touchera que les dépôts sédimentaires accumulés sous le pont. Cela peut par contre favoriser les affouillements de berges rive droite et gauche en aval du pont.

Dans le cas où les fondations du pont sont insérées dans les dépôts sédimentaires, il conviendra de mettre en place des mesures de protection.

### **3.2.2 Quartier des condamines**

Il apparaît que le ruisseau des Ecrevisses présente une morphologie globalement homogène le long du quartier des Condamines avec :

- un lit mineur de forme trapézoïdale, de largeur modeste (10 m en moyenne), légèrement incisé, constitué de matériaux moyens à fins et pourvu d'une ripisylve conséquente et stable indiquant l'absence de dynamique latérale. Seul un méandre au centre de la zone d'étude présente des traces d'érosion de la berge concave située le long du chemin des Condamines et des parcelles cadastrales numérotées 810 et 643. Pour le reste, le ruisseau des Ecrevisses présente un tracé globalement rectiligne.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	6/34
---	--	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

- un champ moyen à majeur peu étendu et fortement encaissé. Situé préférentiellement en rive droite puis rive gauche sur la partie amont de la zone d'étude, il se retrouve réduit en aval du méandre avec la présence d'une falaise de 7-8 m en rive droite du cours d'eau et de fortes pentes en rive gauche jusqu'au mur de soutènement de la RD. Ce champ majeur est occupé principalement par des prés et jardins. Sur la partie amont, au droit de la confluence des ruisseaux des Ecrevisses et de Pontevès, sont présents une habitation et un entrepôt communal en rive droite, et des habitations et ateliers en rive gauche dans l'ancien bâtiment de tannerie réhabilité. On note aussi la présence de quelques cabanons le long du cours d'eau dont un habité en rive gauche à l'aval du quartier.
- Un champ majeur exceptionnel perché situé en rive droite, aujourd'hui partiellement urbanisé et qui ne semble plus être sollicité, même lors de crues rares.

A l'amont de la zone d'étude, le ruisseau des Ecrevisses franchit un pont voûté avant de confluer avec le ruisseau de Pontevès. Des enrochements protègent la berge située en face du ruisseau de Pontevès qui présente une forte pente.

A l'aval, un seuil est présent au droit de la confluence avec l'Eau Salée. Ce seuil correspond à une prise d'eau pour un ancien moulin situé 90 m en aval et qui constitue la limite de la zone d'étude.

Les témoignages de riverains ont permis de disposer d'informations pour caler le modèle hydraulique :

- au cours de la crue de novembre 2011, la partie basse de l'ancienne tannerie en rive gauche a été inondée par 30 à 40 cm d'eau. Le seuil du local est à 220.68 m NGF,
- l'habitation présente en face dans le champ majeur en rive droite n'a pas été inondée au cours des 40 dernières années d'après la propriétaire en place durant cette période. Le seuil de la maison est à 222.75 m NGF,
- au cours de la crue de novembre 2011, le niveau d'eau a quasiment atteint la cote plancher (environ 216.55 m NGF) du cabanon habité à l'aval du ruisseau,
- la maison et l'entrepôt municipal en rive droite n'ont pas été inondés en novembre 2011,
- les terrasses hautes en rive droite n'ont jamais été inondées d'après divers témoignages,
- le lit mineur du ruisseau des Ecrevisses se serait creusé depuis la crue de novembre 2011 d'après un riverain.

Tous ces éléments sont pris en compte dans la modélisation pour caractériser finement l'emprise de la zone inondable.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	7/34
---	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

#### 4 - TOPOGRAPHIE

Il n'existe pas de données topographiques précises sur la zone d'étude. La présente phase de l'étude a pour objectif d'établir des profils en travers du cours d'eau sur le tronçon étudié. Ces profils seront utilisés lors de la modélisation hydraulique.

La zone d'étude a fait l'objet du levé topographique de :

- 1 profil en long et 14 profils en travers du lit mineur et du champ majeur du ruisseau des Ecrevisses avant la confluence avec le ruisseau de Pontevès,
- 6 profils en travers du lit mineur et du champ majeur du ruisseau de Pontevès,
- 10 profils en travers du lit mineur et du champ majeur du ruisseau des Ecrevisses dans le quartier des Condamines,
- 4 profils en travers du lit mineur et du champ majeur de l'Eau Salée,
- 2 profils en travers de thalwegs dans un pré,
- divers points particuliers dont les tabliers des ponts et les cotes planchers et sous-sols des bâtiments.

L'implantation des profils est représentée sur la planche 2. Elle a été établie suite à la reconnaissance de terrain en fonction des variations topographiques de la zone d'étude mais aussi en fonction des données nécessaires au logiciel HEC-RAS pour modéliser des structures particulières comme les cascades du ruisseau des écrevisses, les ponts et le seuil à la confluence du ruisseau des Ecrevisses avec l'Eau Salée.

Un Modèle Numérique de Terrain a également été récupéré auprès du service Environnement du Conseil Général du Var.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	8/34
---	---	------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

## 5 - HYDROLOGIE

### 5.1 Bassins versants

#### 5.1.1 Hydrographie

La zone d'étude est située à la confluence de trois cours d'eau : le ruisseau de Pontevès, le ruisseau des Ecrevisses et la rivière l'Eau Salée. Les deux premiers confluent à l'amont de la zone d'étude puis le ruisseau des Ecrevisses afflue dans la rivière l'Eau Salée à l'aval de la zone d'étude.

L'Eau Salée naît des confluences successives de plusieurs rus (Grand vallat, ruisseau de Varages, vallon du Lauron, ...) qui drainent les plaines de Saint-Martin et de la Verdière et le versant ouest du massif du Grand Blé.

Le ruisseau des Ecrevisses se forme à partir de plusieurs rus drainant le massif de Mala Soque au nord de Tavernes. Le thalweg du ruisseau est peu marqué dans la traversée de la plaine de Tavernes. On le retrouve un temps busé avec une conduite Ø 800 mm le long de la RD 554 puis reprend la forme d'un thalweg naturel. Le ruisseau reçoit les apports de quelques réseaux pluviaux dans la traversée du quartier des Laus et du centre-village de Barjols.

En aval de Barjols, le ruisseau des Ecrevisses reçoit les apports du ruisseau de Pontevès puis rejoint l'Eau Salée. Cette dernière afflue avec l'Argens environ 5 km en aval.

Le ruisseau de Pontevès draine la plaine de Ponteves et reçoit également les eaux de ruissellement du versant nord des massifs du Petit et du Grand Bessillon.

#### 5.1.2 Topographie

Le bassin versant de la rivière L'Eau salée présente une superficie de 144.8 km<sup>2</sup> environ à l'aval immédiat de la confluence de l'Eau Salée et du ruisseau des Ecrevisses. Il est composé de collines s'élevant à 500 m environ, le point culminant du bassin versant est le Grand Blé avec une altitude de 691 m. Quatre plaines principales composent le bassin versant : celle de Pontevès à l'Est, celle de Tavernes au Nord et celles de Saint-Martin et la Verdière à l'Ouest.

Le bassin versant de l'Eau Salée en amont de la confluence est de 72.9 km<sup>2</sup>. Sur une longueur de 23 470 m correspondant au chemin hydraulique le plus long, la rivière l'Eau Salée présente une pente pondérée de 0.01 m/m. Deux seuils successifs sont présents au droit de la confluence avec le ruisseau des Ecrevisses.

Le ruisseau des Ecrevisses présente un bassin versant de 47.2 km<sup>2</sup> pour une pente pondérée de 0.024 m/m à l'amont de la confluence avec le ruisseau de Pontevès. Celui-ci présente un bassin versant de 24.6 km<sup>2</sup> pour une pente pondérée de 0.016 m/m.

Le découpage des bassins versants est représenté sur la planche 1 en annexe.

#### 5.1.3 Géologie

Barjols appartient à la Provence calcaire où les calcaires lacustres se sont déposés essentiellement durant le Jurassique et le Crétacé. La partie Nord du bassin versant et la partie Est sont ainsi principalement composées de dolomies calcarifères ruiniformes du Jurassique tandis que la partie ouest du bassin versant se compose majoritairement de dolomies cendrées intercalées de marnes et de sables bleutés datant du Sparnacien au Montien. La plaine de

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	9/34
---	---	------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

Tavernes et la vallée de Varages se composent en grande partie de marnes noduleuses et de marno-calcaires du Miocène moyen et supérieur. Le phénomène karstique est très développé dans ces formations et rend la compréhension du système hydrologique du bassin versant complexe.

**Un élément majeur caractérisant le bassin versant de la zone d'étude est la présence d'un modelé karstique influençant fortement les débits des cours d'eau grâce à un fort pouvoir de rétention.**

#### **5.1.4 Occupation des sols**

Le bassin versant présente une occupation des sols essentiellement constituée de forêts de conifères et de feuillus (environ 60 %) sur les versants et de prés ou de champs sur les terrains moins accidentés (environ 18 %). La vigne représente environ 10 % de la surface totale du bassin versant. Elle est principalement développée autour du village de Tavernes et à l'Est de Pontevès.

Les zones urbaines discontinues occupent seulement 1.5 % de la surface totale du bassin versant : il s'agit des villages de Varages, Pontevès, Tavernes, La Verdrière, Saint-Martin et Barjols. Seul Barjols peut influencer le régime hydrologique du ruisseau des Ecrevisses au droit de la zone d'étude de par sa proximité.

## **5.2 Calcul des débits**

Il s'agit d'évaluer les débits de pointe des crues de période de retour 10 ans, 20 ans, 100 ans et exceptionnelle au droit de la zone d'étude.

Il n'existe pas de stations de mesure des débits sur les ruisseaux des Ecrevisses ou de Pontevès et sur l'Eau Salée. Des stations existent en revanche plus en aval sur l'Argens ou sur des cours d'eau voisins plus ou moins similaires.

Le fonctionnement hydrologique des bassins versants de l'Eau Salée et du ruisseau des Ecrevisses est très complexe. Le modelé karstique, les plaines tampon et certains obstacles aux écoulements (RD 554, ancienne voie ferrée, ...) rendent très difficile l'estimation de débits représentatifs sur la zone d'étude car ils ont une forte influence respectivement sur la génèse et l'écoulement des crues.

### **5.2.1 Ruisseau des Ecrevisses**

De nombreux calculs hydrologiques ont déjà été réalisés sur le ruisseau des Ecrevisses dans le cadre des études énumérées ci-avant (cf 2.1). Les résultats de ces calculs présentent de fortes divergences comme l'atteste le tableau suivant :

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	10/34
---	--	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

Source	Débit décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Méthode de calcul
<b>IPSEAU</b>	<b>27.5 (Q courant)</b>	<b>61.5 (Q rare)</b>	<b>Non précisée</b>
<b>GIRAUDEAU</b>	<b>36.2</b>	<b>90</b>	<b>Crupédix pour 10 ans et coefficient de corrélation pour 100 ans</b>
<b>G2C</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>Extrapolation des données de la station de mesures de Châteauvert sur l'Argens</b>
<b>SOGREAH</b>	<b>17</b>	<b>109</b>	<b>Méthode SHYREG</b>
<b>CG 83</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>Modèle HMS</b>
<b>ENVEO (amont plaine des Laus)</b>	<b>20</b>	<b>69</b>	<b>Méthode du double réservoir linéaire avec pluie de Keifer</b>
<b>ENVEO (aval plaine des Laus)</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>Modélisation hydraulique</b>

#### Synthèse des données hydrologiques existantes pour le ruisseau des Ecrevisses

G2C a estimé ses débits par extrapolation des données issues du suivi hydrométrique de l'Argens à Châteauvert réalisé par la DREAL. Le bassin versant de l'Argens en ce point est de 485 km<sup>2</sup>, soit 10 fois plus que la superficie du bassin versant du ruisseau des Ecrevisses. Cette forte différence de superficie rend aléatoire les résultats de l'extrapolation. Ces valeurs ne sont donc pas retenues.

Les méthodes Crupédix et Shyreg utilisées par GIRAUDEAU et SOGREAH sont fiables mais ne prennent probablement pas ou peu en compte la présence du modelé karstique sur une majeure partie du bassin versant. De plus elles ne prennent pas en compte l'impact des franchissements de la RD 554 à la sortie de la plaine de Tavernes puis de l'ancienne voie ferrée à l'aval.

Suite à l'analyse de ces données, nous avons construit dans l'étude sur le quartier des Laus un modèle hydrologique pluie-débit avec des pluies de Keifer et un modèle de double réservoir linéaire. Sans être indiscutable de par l'imprécision liée à la présence du karst, cette méthode est apparue comme un bon compromis.

En reprenant ces valeurs et les résultats de la modélisation hydraulique, on obtient des débits de 15 m<sup>3</sup>/s et 28 m<sup>3</sup>/s pour les périodes de retour respectives 10 et 100 ans en aval du quartier des Laus. Les débits supplémentaires apportés par le village de Barjols entre les Laus et les Condamines (surface de 2 km<sup>2</sup>) ont été estimés par la méthode rationnelle sur le temps de concentration du bassin versant global du ruisseau des Ecrevisses (4 heures). Les valeurs retenues sont 8 m<sup>3</sup>/s et 16 m<sup>3</sup>/s pour les périodes de retour 10 et 100 ans.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	11/34
---	---	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

En résumé les débits de pointe estimés pour le ruisseau des Ecrevisses au droit de la confluence avec le ruisseau de Pontevès sont les suivants :

Période de retour	Débit (m <sup>3</sup> /s)
10 ans	23
100 ans	46

L'ordre de grandeur des débits est cohérent avec les valeurs habituellement observées dans la région. Il est également cohérent avec les résultats de la méthode SHYREG en considérant que nous avons intégré en plus l'impact du modelé karstique et des franchissements de la RD 554 et de l'ancienne voie ferrée.

Le rapport entre les débits de pointe d'occurrence décennale (Q10) et centennale (Q100) est de 2 ce qui peut paraître faible par rapport aux valeurs habituellement observées pour de tels bassins versants. Mais ce rapport se justifie par l'impact des ruissellements du village de Barjols à l'amont immédiat et par l'écrêtement des débits dans la plaine des Laus.

Une attention particulière a été portée aux débits de pointe estimés par le Conseil Général à l'aide d'un modèle hydrologique. Ce modèle a été calé sur des événements réels observés et doit s'avérer globalement fiable. Cependant les débits estimés s'avèrent très faibles par rapport aux valeurs habituellement rencontrées dans la région. De plus la simulation de ces débits dans notre modèle hydraulique fournit des résultats faibles par rapport aux témoignages et PHE mesurées. Le calage du modèle avec ces débits imposerait l'usage de paramètres (rugosité,...) incohérents.

Le modèle hydrologique développé par le Conseil Général est à l'échelle de l'immense bassin versant de l'Argens. Peut-être que le nombre et l'importance des événements réels observés sur le secteur n'ont pas encore été suffisants pour fournir une bonne représentativité des événements rares, notamment d'occurrence centennale, à l'échelle du ruisseau des Ecrevisses.

Dans tous les cas l'étude hydrologique d'un bassin versant karstique comporte toujours une part d'imprécision inévitable qu'il convient de prendre en compte lors de l'analyse hydraulique. Par précaution, et au vu des résultats du calage du modèle, nous avons préféré réévaluer les débits de pointe de crue plutôt qu'utiliser ceux estimés par le Conseil Général. Le même principe a été appliqué pour les autres cours d'eau ci-dessous.

### 5.2.2 Ruisseau de Pontevès

Les études réalisées sur le ruisseau de Pontevès avaient fourni les résultats suivants :

Source	Débit décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Méthode de calcul
IPSEAU	18.0 (Q courant)	40.5 (Q rare)	Non précisée
CG 83	15	33	Modèle HMS

L'ordre de grandeur des débits est faible mais à peu près cohérent avec les valeurs habituellement observées dans la région. Seul le rapport de 2 entre Q<sub>100</sub> et Q<sub>10</sub> paraît faible pour ce type de bassin versant.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	12/34
---	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

Pour vérification, nous avons utilisé les formules de Crupédix et Socose pour recalculer le débit de pointe d'occurrence décennale.

Nous obtenons des valeurs respectives de 22 m<sup>3</sup>/s et 19 m<sup>3</sup>/s avec ces deux formules. Un débit de pointe de 20 m<sup>3</sup>/s a été retenu pour l'occurrence décennale sur le ruisseau de Pontevès.

Pour l'occurrence centennale, un facteur de 2.6 est appliqué à partir du débit décennal, soit un débit de pointe d'occurrence centennale de 52 m<sup>3</sup>/s.

En résumé les débits de pointe estimés pour le ruisseau de Pontevès au droit de la confluence avec le ruisseau des Ecrevisses sont les suivants :

Période de retour	Débit (m <sup>3</sup> /s)
10 ans	20
100 ans	52

### 5.2.3 Rivière l'Eau Salée en amont de la confluence

Comme pour les deux ruisseaux précédents, la rivière l'Eau Salée présente une superficie de bassin versant un peu faible pour pouvoir estimer ses débits par extrapolation des données issues du suivi hydrométrique de l'Argens à Châteauvert réalisé par la DREAL. Le bassin versant de l'Argens en ce point est de 485 km<sup>2</sup>, soit 7 fois plus que la superficie du bassin versant de l'Eau Salée. Cette forte différence de superficie rend aléatoire les résultats de l'extrapolation à partir de cette unique station.

En revanche une extrapolation de type Myer peut être réalisée à partir de plusieurs stations sur des cours d'eau voisins similaires :

- Comps-sur-Artuby sur le Jabron – bassin versant de 66.3 km<sup>2</sup>,
- la Bastide sur l'Artuby – bassin versant de 104 km<sup>2</sup>,
- Salernes sur la Bresque – bassin versant de 166 km<sup>2</sup>,
- Trans-en-Provence sur la Nartuby – bassin versant de 190 km<sup>2</sup>.

#### **Formule de Myer**

La formule de Myer permet de comparer les rapports de surfaces de bassins versants avec les rapports de débits de pointe de chacun des bassins. Sous sa forme la plus générale, la formule de Myer s'écrit de la manière suivante :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^\alpha \quad \text{avec} \quad \begin{cases} S_1 \text{ surface du bassin versant de la station en km}^2 \\ S_2 \text{ surface du second bassin versant en km}^2 \\ Q_1 \text{ débit de pointe à la station en m}^3/\text{s} \\ Q_2 \text{ débit de pointe du bassin versant } S_2 \text{ en m}^3/\text{s} \\ \alpha \text{ coefficient de Myer} \end{cases}$$

Le coefficient « a » peut varier entre 0.5 et 1 suivant les régions. Au vu de la comparaison des bassins versants, on retiendra ici la valeur de 0.8.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	13/34
---	---	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

Une valeur moyenne de 42.5 m<sup>3</sup>/s est obtenue pour l'occurrence décennale.

Pour vérification, nous avons utilisé les formules de Crupédix et Socose pour recalculer le débit de pointe d'occurrence décennale.

Nous obtenons des valeurs respectives de 53 m<sup>3</sup>/s et 39 m<sup>3</sup>/s avec ces deux formules.

Après comparaison, un débit de pointe de 40 m<sup>3</sup>/s est donc retenu pour l'occurrence décennale sur le ruisseau de l'Eau Salée. Pour l'occurrence centennale, un facteur de 2.6 est appliqué à partir du débit décennal, soit un débit de pointe d'occurrence centennale de 104 m<sup>3</sup>/s.

En résumé les débits de pointe estimés pour la rivière l'Eau Salée en amont immédiat de la confluence avec le ruisseau des Ecrevisses sont les suivants :

Période de retour	Débit (m <sup>3</sup> /s)
10 ans	40
100 ans	104

#### 5.2.4 Rivière l'Eau Salée à l'aval de la confluence

A l'aval de la confluence, la rivière l'Eau Salée présente une superficie de bassin versant trop faible pour pouvoir estimer ses débits par extrapolation des données issues uniquement du suivi hydrométrique de l'Argens à Châteauvert. Le bassin versant de l'Argens en ce point est de 485 km<sup>2</sup>, soit 3.5 fois plus que la superficie du bassin versant de l'Eau Salée. Cette forte différence de superficie rend aléatoire les résultats de l'extrapolation à partir d'une station unique. En revanche cette extrapolation de type Myer peut être réalisée à partir de plusieurs stations sur des cours d'eau voisins similaires :

- Châteauvert sur l'Argens – bassin versant de 485 km<sup>2</sup>,
- Comps-sur-Artuby sur le Jabron – bassin versant de 66.3 km<sup>2</sup>,
- la Bastide sur l'Artuby – bassin versant de 104 km<sup>2</sup>,
- Salernes sur la Bresque – bassin versant de 166 km<sup>2</sup>,
- Trans-en-Provence sur la Nartuby – bassin versant de 190 km<sup>2</sup>.
- Vins-sur-Caramy sur le Caramy – bassin versant de 215 km<sup>2</sup>,
- Cabasse sur l'Issole – bassin versant de 223 km<sup>2</sup>.

Une valeur moyenne de 62 m<sup>3</sup>/s est obtenue pour l'occurrence décennale.

Pour vérification, nous avons utilisé les formules de Crupédix et Socose pour recalculer le débit de pointe d'occurrence décennale.

Nous obtenons des valeurs respectives de 92 m<sup>3</sup>/s et 47 m<sup>3</sup>/s avec ces deux formules.

Après comparaison, un débit de pointe de 62 m<sup>3</sup>/s est donc retenu pour l'occurrence décennale sur le ruisseau de l'Eau Salée après la confluence. Pour l'occurrence centennale, un facteur de 2.6 est appliqué sur le débit décennal, soit un débit de pointe d'occurrence centennale de 160 m<sup>3</sup>/s.

En résumé les débits de pointe estimés pour la rivière l'Eau Salée en amont immédiat de la confluence avec le ruisseau des Ecrevisses sont les suivants :

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	14/34
---	---	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

Période de retour	Débit (m <sup>3</sup> /s)
<b>10 ans</b>	<b>62</b>
<b>100 ans</b>	<b>160</b>

Les débits retenus pour l'Eau Salée à l'aval de la confluence sont inférieurs à la somme des débits des trois cours d'eau pour une même occurrence. Deux phénomènes l'expliquent :

- une crue d'occurrence donnée sur l'Eau Salée à l'aval de la confluence n'équivaut pas forcément à la même occurrence de crue sur tous les affluents. La probabilité, et donc l'occurrence de crue, en deviendraient plus élevées,
- les différents affluents n'ont pas les mêmes temps de concentration (entre 3 et 6.5 heures). Par conséquent les pointes de crue des trois cours d'eau ne sont pas forcément concomitantes à la confluence et les débits de pointe ne s'ajoutent pas. Cette hypothèse a toutefois été considérée à la confluence des ruisseaux des Ecrevisses et de Pontevès.

### 5.2.5 Synthèse

Pour résumer, l'estimation des débits de chaque cours d'eau a nécessité l'usage de différentes méthodes adaptées au contexte hydrologique de chaque bassin versant.

Pour l'occurrence vicennale, un facteur courant de 1.4 est appliqué au débit décennal.

Pour l'occurrence exceptionnelle, un facteur de 1.8 est appliqué à partir du débit d'occurrence centennale. Ce facteur est recommandé dans l'Instruction Technique de 1977 à défaut de disposer de données suffisantes pour des occurrences exceptionnelles.

Ces méthodes simplistes permettent d'obtenir des résultats fiables et cohérents. L'usage de méthodes plus fines ne garantirait pas de meilleurs résultats compte tenu de la complexité du fonctionnement des bassins versants étudiés.

Au final, les débits suivants ont été retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique :

Cours d'eau	Débit décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit vicennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit centennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit exceptionnel (m <sup>3</sup> /s)
<b>Ruisseau des Ecrevisses</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	<b>46</b>	<b>83</b>
<b>Ruisseau de Pontevès</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>52</b>	<b>93</b>
<b>Eau Salée en amont de la confluence</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>104</b>	<b>187</b>
<b>Eau Salée à l'aval de la confluence</b>	<b>62</b>	<b>87</b>	<b>160</b>	<b>288</b>

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	15/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

## 6 - ETUDE HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

### 6.1 Modélisation

Les calculs des lignes d'eau sont effectués à l'aide du code HEC-RAS par modélisation des écoulements en régime permanent graduellement varié.

Le logiciel HEC-RAS fournit, pour une crue donnée, une cote en chaque profil ainsi que les débits débordés et les vitesses moyennes d'écoulement. Il présente la particularité de gérer les changements de régime (passage fluvial à torrentiel et réciproquement) et permettra la prise en compte des seuils.

Le modèle commence à l'aval immédiat de la RD 560 pour le ruisseau des écrevisses et à l'aval de la cascade et du bassin pour le ruisseau de Pontevès. Il se poursuit jusqu'à 120 m à l'aval de la confluence avec l'Eau Salée, soit un linéaire de 1 325 m. Pour cela 44 profils en travers ont été créés.

Les cascades, ponts et seuils ont été pris en compte. De même les obstacles aux écoulements que représentent potentiellement les habitations et autres bâtiments ont été modélisés.

La condition aval imposée au modèle est la cote normale pour une pente de ligne d'énergie de 0,006 m/m.

### 6.2 Calage

En l'absence de mesures sur la zone d'étude, le calage du modèle repose sur une estimation sur le terrain des paramètres de rugosité.

Les coefficients de Strickler, représentatifs de la rugosité du terrain, oscillent entre 10 et 13 dans les lits mineurs et entre 6 et 16 dans les champs majeurs.

Nous avons aussi voulu vérifier que les résultats du modèle correspondent aux observations de hauteurs de submersion faites sur les crues antérieures (cf. 3.2). L'absence de mesures des débits sur les épisodes pluvieux générant ces crues ne permet pas d'exploiter pleinement ces observations.

En effet les simulations des débits fournis par le Conseil Général pour la crue de novembre 2011 dans notre modèle hydraulique fournissent des résultats faibles par rapport aux témoignages et PHE mesurées :

- au niveau de l'ancienne tannerie en rive gauche à la confluence des ruisseaux des Ecrevisses et de Pontevès, la partie basse du bâtiment se retrouverait 50 cm au-dessus de la ligne d'eau selon les hypothèses hydrologiques issues du modèle du Conseil Général alors qu'elle a été inondée par 30 à 40 cm d'eau en réalité,
- au niveau du cabanon en aval du ruisseau des Ecrevisses, la ligne d'eau se retrouverait 0.9 m sous la cote plancher de l'habitation selon les hypothèses hydrologiques issues du modèle du Conseil Général alors qu'elle affleurerait le seuil du cabanon en réalité.

Le calage du modèle avec ces débits imposerait l'usage de paramètres (rugosité,...) irréalistes.

Il est donc probable que les débits réels du ruisseau des Ecrevisses et du ruisseau de Pontevès pour l'évènement de novembre 2011 soient plus importants que ceux issus du modèle du Conseil Général.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	16/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

Comme indiqué précédemment, le modèle hydrologique développé par le Conseil Général est à l'échelle de l'immense bassin versant de l'Argens. Peut-être que le nombre et l'importance des événements réels observés sur le secteur n'ont pas encore été suffisants pour fournir une bonne représentativité des événements rares, notamment d'occurrence centennale, à l'échelle du ruisseau des Ecrevisses.

L'utilisation du modèle hydraulique tend à montrer que les PHE observées sur le terrain pour la crue de novembre 2011 correspondent à peu près aux hauteurs d'eau obtenues pour la simulation des débits de pointe estimés pour une occurrence vicennale.

### 6.3 Résultats

Les résultats complets de la modélisation pour les crues décennale, vicennale, centennale et exceptionnelle sont rassemblés dans le tableau ci-après. Ce tableau présente les principales grandeurs hydrauliques : cotes d'eau, débits et vitesses d'écoulement.

Le profil en long et les profils en travers des ruisseaux des Ecrevisses et de Pontevès avec les lignes d'eau sont présentés en annexe.

L'emprise de la zone inondable des cours d'eau pour la crue d'occurrence centennale avec la distinction des hauteurs de submersion, des vitesses d'écoulement et de l'aléa est présentée sur les planches 3 à 5. Ainsi conformément au décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 pris en application de la loi du 2 février 1995, le bas du village et le quartier des Condamines ont été divisés en 4 zones d'aléa prenant en considération la crue de référence dite centennale (cf. planche 5 en annexe) :

- Zone ROUGE : zone estimée très exposée à l'aléa inondation,
- Zone BLEUE : zone estimée exposée à un aléa moindre,
- Zone BLEUE CIEL : zone dans laquelle, il n'y a pas de risque prévisible ou pour laquelle la probabilité d'occurrence est inférieure à celle de la crue de référence dite centennale.
- Zone BLANCHE : zone estimée non exposée à un aléa inondation prévisible.

Les zones rouges correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est supérieure à 1 m,
- la vitesse d'écoulement est supérieure à 1 m/s,
- la hauteur d'eau est comprise entre 0.5 et 1 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0.5 et 1 m/s.

Les zones bleues correspondent en général aux secteurs où :

- la hauteur d'eau est inférieure à 1 m et où la vitesse d'écoulement est inférieure à 0.5 m/s (zone souvent nommée B1),
- la hauteur d'eau est inférieure à 0.5 m **avec** des vitesses d'écoulement comprises entre 0.5 et 1 m/s (zone souvent nommée B2).

Les zones bleues ciel correspondent en général aux secteurs non exposés à l'aléa inondation pour une crue centennale mais inondable lors d'une crue exceptionnelle.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	17/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

### 6.3.1 Bas du village

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale	cote d'eau maximale	charge	Surface d'écoulement	Largeur au miroir	Débit débordé RG	Débit lit mineur	Débit débordé RD	Vitesse RG	Vitesse lit mineur	Vitesse RD
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>2</sup> /s)	(m <sup>2</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
<b>10 ans</b>											
P28.4	23.00	241.05	241.51	7.63	8.38		23.00			3.02	
P28.39	23.00	233.85	240.75	1.98	8.26		23.00			11.64	
P28.3	23.00	234.94	235.38	8.11	11.58	0.01	22.88	0.11	0.13	2.92	0.49
P28.29	23.00	233.23	235.15	3.75	8.41		23.00			6.13	
P28.25	23.00	233.39	233.96	6.88	8.47		23.00			3.34	
P28.24	23.00	231.97	233.74	3.90	8.39		23.00			5.90	
P28.2	23.00	231.98	232.66	6.28	8.47		23.00			3.66	
P28.19	23.00	231.51	231.80	9.77	8.48		23.00			2.35	
P28.1	23.00	231.14	231.58	7.82	8.75		23.00			2.94	
P28.09	23.00	226.39	230.99	2.42	8.26		23.00			9.51	
P28.0	23.00	227.10	227.42	11.76	20.98	3.06	19.42	0.52	0.73	2.69	1.49
P27.9	23.00	225.50	225.58	18.68	8.23		23.00			1.23	
P27.0	23.00	224.82	224.90	19.50	16.65	8.20	14.77	0.03	0.88	1.46	0.21
P26.0	23.00	224.00	224.10	16.75	15.11	1.78	15.21	6.02	0.78	1.51	1.38
P25.0	23.00	223.30	223.36	23.20	17.36	8.31	14.27	0.42	0.93	1.05	0.58
P24.5	Viaduc										
P24.0	23.00	223.26	223.31	23.06	15.20	9.68	12.72	0.60	0.94	1.13	0.41
P23.0	23.00	222.91	222.96	23.48	14.59		23.00	0.00		0.98	0.05
P22.0	23.00	222.67	222.77	18.07	19.34	0.95	21.29	0.76	0.55	1.43	0.52
P21.9	23.00	222.69	222.73	28.54	30.94	0.71	17.55	4.74	0.39	0.90	0.65
P21.0	23.00	222.65	222.71	25.23	37.12		18.75	4.25		1.20	0.44
P20.5	Pont										
P20.0	23.00	221.25	221.66	8.17	11.82		23.00			2.82	
P305.9	20.00	227.29	227.36	17.48	10.06		20.00			1.14	
P305.5	Passerelle										
P305.0	20.00	227.19	227.27	16.49	10.04		20.00			1.21	
P304.0	20.00	225.89	226.21	8.01	9.10		20.00			2.50	
P303.0	20.00	221.68	221.76	18.07	14.64	2.08	17.92		0.55	1.26	
P302.5	Pont										
P302.0	20.00	221.58	221.69	15.52	15.87	2.27	17.53	0.21	0.64	1.51	0.49
P301.0	20.00	221.56	221.65	15.92	15.84	2.11	17.75	0.13	0.91	1.35	0.32
P300.0	20.00	221.31	221.39	18.62	13.12	7.12	10.15	2.73	0.86	1.54	0.73

#### Éléments de situation

P28.4 à P20.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau des écrevisses  
P305.9 à P300.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau de Pontevès  
P28.4 à P27.9 : correspondent aux profils au niveau des cascades  
P303.0 : correspond au profil en amont du pont de la route de Tavernes

#### Éléments de comparaison

Seuil du local du menuisier situé à une altitude de 228.08 m NGF  
Seuil du RDC du bâtiment à la confluence situé à 220.68 m NGF  
Tablier du pont du chemin de Saint-Lazare situé à 222.45 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	18/34
---	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale (m <sup>3</sup> /s)	cote d'eau maximale (m)	charge (m)	Surface d'écoulement (m <sup>2</sup> )	Largeur au miroir (m)	Débit débordé RG (m <sup>3</sup> /s)	Débit lit mineur (m <sup>3</sup> /s)	Débit débordé RD (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse RG (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse RD (m/s)
<b>20 ans</b>											
P28.4	32.00	241.27	241.85	9.53	8.42		32.00			3.36	
P28.39	32.00	233.94	241.08	2.70	8.26		32.00			11.84	
P28.3	32.00	235.17	235.68	10.84	12.82	0.20	31.35	0.45	0.45	3.20	0.77
P28.29	32.00	233.38	235.45	5.03	8.45		32.00			6.36	
P28.25	32.00	233.52	234.35	7.93	8.50		32.00			4.04	
P28.24	32.00	232.12	234.12	5.10	8.41		32.00			6.28	
P28.2	32.00	232.12	233.06	7.46	8.50		32.00			4.29	
P28.19	32.00	231.77	232.14	11.95	8.51		32.00			2.68	
P28.1	32.00	231.36	231.91	9.72	8.78		32.00			3.29	
P28.09	32.00	226.49	231.32	3.29	8.67		32.00			9.73	
P28.0	32.00	227.26	227.64	15.27	23.01	5.27	25.76	0.97	0.85	3.01	1.83
P27.9	32.00	225.86	225.97	21.64	8.27		32.00			1.48	
P27.0	32.00	225.11	225.21	24.46	17.08	13.08	18.87	0.05	1.04	1.61	0.24
P26.0	32.00	224.29	224.41	21.36	16.32	3.05	19.78	9.18	0.90	1.64	1.54
P25.0	32.00	223.62	223.69	27.60	19.44	12.34	19.03	0.63	1.12	1.22	0.70
P24.5	Viaduc										
P24.0	32.00	223.56	223.64	27.30	19.78	14.30	16.71	0.99	1.12	1.32	0.52
P23.0	32.00	223.16	223.22	30.23	29.93		29.75	2.25		1.11	0.64
P22.0	32.00	222.89	223.00	23.36	28.52	1.15	26.73	4.12	0.59	1.63	0.83
P21.9	32.00	222.92	222.96	35.58	31.54	0.80	19.83	11.36	0.39	0.94	0.91
P21.0	32.00	222.88	222.94	32.52	37.86	0.04	21.22	10.74	0.06	1.27	0.71
P20.5	Pont										
P20.0	32.00	221.50	222.12	9.17	13.00		32.00			3.49	
P305.9	28.00	227.70	227.78	21.57	10.14		28.00			1.30	
P305.5	Passerelle										
P305.0	28.00	227.54	227.64	20.04	10.11		28.00			1.40	
P304.0	28.00	226.19	226.52	11.02	11.40		28.00			2.54	
P303.0	28.00	222.01	222.10	22.52	15.25	3.86	24.14		0.70	1.42	
P302.5	Pont										
P302.0	28.00	221.90	222.03	19.86	16.03	4.01	23.56	0.43	0.79	1.67	0.64
P301.0	28.00	221.89	221.99	20.80	17.37	3.69	23.83	0.47	1.11	1.47	0.39
P300.0	28.00	221.64	221.74	23.04	13.44	10.91	12.97	4.13	1.03	1.72	0.84

**Eléments de situation**

P28.4 à P20.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau des écrevisses

P305.9 à P300.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau de Pontevès

P28.4 à P27.9 : correspondent aux profils au niveau des cascades

P303.0 : correspond au profil en amont du pont de la route de Tavernes

**Eléments de comparaison**

Seuil du local du menuisier situé à une altitude de 228.08 m NGF

Seuil du RDC du bâtiment à la confluence situé à 220.68 m NGF

Tablier du pont du chemin de Saint-Lazare situé à 222.45 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	19/34
---	--	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale (m <sup>3</sup> /s)	cote d'eau maximale (m)	charge (m)	Surface d'écoulement (m <sup>2</sup> )	Largeur au miroir (m)	Débit débordé RG (m <sup>3</sup> /s)	Débit lit mineur (m <sup>3</sup> /s)	Débit débordé RD (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse RG (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse RD (m/s)
<b>100 ans</b>											
P28.4	46.00	241.61	242.31	12.49	12.34	0.01	45.98	0.01	0.15	3.71	0.13
P28.39	46.00	234.07	241.54	3.80	8.27		46.00			12.11	
P28.3	46.00	235.43	236.08	14.35	13.75	0.80	44.09	1.11	0.70	3.64	1.01
P28.29	46.00	233.61	235.86	6.93	8.49		46.00			6.64	
P28.25	46.00	233.75	234.85	9.90	8.54		46.00			4.65	
P28.24	46.00	232.32	234.62	6.84	8.43		46.00			6.72	
P28.2	46.00	232.31	233.62	9.05	8.54		46.00			5.08	
P28.19	46.00	232.13	232.61	15.05	8.56		46.00			3.06	
P28.1	46.00	231.67	232.36	12.62	10.58		45.97	0.03		3.67	0.31
P28.09	46.00	226.64	231.77	4.59	8.67		46.00			10.03	
P28.0	46.00	227.32	228.00	16.71	24.12	8.04	36.45	1.50	1.14	4.02	2.45
P27.9	46.00	226.30	226.47	25.26	8.31		46.00			1.82	
P27.0	46.00	225.48	225.61	30.90	18.00	20.86	25.04	0.10	1.25	1.82	0.27
P26.0	46.00	224.67	224.82	27.85	18.05	5.27	26.45	14.28	1.03	1.82	1.73
P25.0	46.00	223.98	224.08	32.62	21.75	18.68	26.37	0.95	1.38	1.46	0.87
P24.5	Viaduc										
P24.0	46.00	223.90	224.01	32.00	24.61	21.56	22.83	1.61	1.40	1.60	0.68
P23.0	46.00	223.44	223.51	38.56	30.68		36.83	9.17		1.21	1.12
P22.0	46.00	223.18	223.29	32.01	30.53	1.26	30.48	14.26	0.57	1.64	1.27
P21.9	46.00	223.20	223.26	44.50	32.28	0.91	22.75	22.34	0.39	0.98	1.17
P21.0	46.00	223.16	223.23	43.42	38.66	0.52	25.13	20.35	0.18	1.38	0.91
P20.5	Pont										
P20.0	46.00	221.81	222.81	10.38	14.46		46.00			4.43	
P305.9	52.00	228.89	228.97	44.08	30.96	1.72	43.39	6.89	0.65	1.28	0.91
P305.5	Passerelle										
P305.0	52.00	228.38	228.54	30.64	21.11		50.72	1.28		1.77	0.62
P304.0	52.00	226.69	227.17	16.89	11.81		52.00			3.08	
P303.0	52.00	222.70	222.85	31.75	16.50	9.55	42.45		1.06	1.87	
P302.5	Pont										
P302.0	52.00	222.52	222.73	28.23	16.11	9.30	41.57	1.13	1.16	2.18	0.98
P301.0	52.00	222.52	222.68	30.41	17.45	8.33	41.53	2.14	1.57	1.87	0.73
P300.0	52.00	222.18	222.36	30.40	13.90	22.02	21.61	8.37	1.54	2.39	1.19

**Eléments de situation**

P28.4 à P20.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau des écrevisses  
P305.9 à P300.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau de Ponteves  
P28.4 à P27.9 : correspondent aux profils au niveau des cascades  
P303.0 : correspond au profil en amont du pont de la route de Tavernes

**Eléments de comparaison**

Seuil du local du menuisier situé à une altitude de 228.08 m NGF  
Seuil du RDC du bâtiment à la confluence situé à 220.68 m NGF  
Tablier du pont du chemin de Saint-Lazare situé à 222.45 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	20/34
---	---	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale (m <sup>3</sup> /s)	cote d'eau maximale (m)	charge (m)	Surface d'écoulement (m <sup>2</sup> )	Largeur au miroir (m)	Débit débordé RG (m <sup>3</sup> /s)	Débit lit mineur (m <sup>3</sup> /s)	Débit débordé RD (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse RG (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse RD (m/s)
<b>Crue exceptionnelle</b>											
P28.4	83.00	242.36	243.10	27.62	23.62	2.09	74.86	6.05	0.82	3.99	0.96
P28.39	83.00	234.42	242.31	6.67	8.28		83.00			12.45	
P28.3	83.00	235.77	237.05	20.16	22.57	2.56	77.92	2.52	1.15	5.18	0.87
P28.29	83.00	234.13	236.83	11.40	8.60		83.00			7.28	
P28.25	83.00	234.28	235.96	14.44	8.63		83.00			5.75	
P28.24	83.00	232.81	235.74	10.94	8.49		83.00			7.59	
P28.2	83.00	233.55	233.67	76.18	25.08	42.01	40.15	0.84	0.77	2.03	0.47
P28.19	83.00	232.50	233.56	18.20	8.61		83.00			4.56	
P28.1	83.00	231.75	231.96	47.21	21.32	47.84	35.07	0.09	1.42	2.65	0.36
P28.09	83.00	227.15	231.48	9.00	8.69		83.00			9.22	
P28.0	83.00	227.50	228.92	21.36	27.36	16.83	62.80	3.37	1.71	5.94	3.57
P27.9	83.00	227.08	227.40	36.06	20.73	1.63	81.14	0.22	0.41	2.55	0.69
P27.0	83.00	226.20	226.41	44.97	25.31	38.68	43.47	0.84	1.51	2.45	0.54
P26.0	83.00	225.43	225.64	42.96	21.51	12.19	42.60	28.21	1.28	2.19	2.02
P25.0	83.00	224.65	224.85	42.01	23.02	35.81	45.37	1.82	1.98	2.02	1.25
P24.5	Viaduc										
P24.0	83.00	224.50	224.73	40.41	27.97	41.19	38.48	3.33	2.04	2.26	1.05
P23.0	83.00	223.92	224.05	53.74	31.95	0.02	52.87	30.12	0.20	1.42	1.83
P22.0	83.00	223.64	223.81	46.45	31.67	1.54	39.90	41.56	0.58	1.82	1.90
P21.9	83.00	223.66	223.78	59.64	33.05	1.21	30.79	51.00	0.44	1.16	1.68
P21.0	83.00	223.62	223.73	61.39	39.69	2.29	35.28	45.42	0.34	1.70	1.34
P20.5	Pont										
P20.0	83.00	223.12	223.31	45.03	42.11	4.02	51.07	27.91	0.84	2.10	1.75
P305.9	93.00	229.55	229.65	64.88	32.51	13.43	60.17	19.40	1.41	1.48	1.31
P305.5	Passerelle										
P305.0	93.00	229.35	229.48	58.47	32.11	10.52	64.87	17.61	1.43	1.68	1.40
P304.0	93.00	227.41	228.09	25.57	12.25		93.00			3.64	
P303.0	93.00	223.68	223.92	44.97	17.90	20.45	72.55		1.46	2.35	
P302.5	Pont										
P302.0	93.00	223.38	223.71	39.87	16.23	19.15	71.38	2.48	1.57	2.76	1.37
P301.0	93.00	223.40	223.65	43.85	17.57	16.76	70.44	5.81	2.07	2.31	1.09
P300.0	93.00	223.01	223.29	43.65	22.59	41.59	34.31	17.10	2.08	3.01	1.39

**Eléments de situation**

P28.4 à P20.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau des écrevisses  
P305.9 à P300.0 : correspondent aux profils sur le ruisseau de Pontevès  
P28.4 à P27.9 : correspondent aux profils au niveau des cascades  
P303.0 : correspond au profil en amont du pont de la route de Tavernes

**Eléments de comparaison**

Seuil du local du menuisier situé à une altitude de 228.08 m NGF  
Seuil du RDC du bâtiment à la confluence situé à 220.68 m NGF  
Tablier du pont du chemin de Saint-Lazare situé à 222.45 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	21/34
---	--	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

### 6.3.2 Quartier des condamines

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale (m <sup>3</sup> /s)	cote d'eau maximale (m)	charge (m)	Surface d'écoulement (m <sup>2</sup> )	Largeur au miroir (m)	Débit débordé RG (m <sup>3</sup> /s)	Débit lit mineur (m <sup>3</sup> /s)	Débit débordé RD (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse RG (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse RD (m/s)
<b>10 ans</b>											
P13.0	43.00	220.56	220.80	19.40	21.13	1.04	41.96		0.60	2.16	
P12.0	43.00	220.40	220.51	27.08	30.14	2.47	40.53	0.00	0.80	1.50	0.08
P11.0	43.00	219.78	219.95	17.58	29.13	2.16	35.03	5.81	1.07	1.99	0.61
P10.0	43.00	219.17	219.27	17.25	39.33	0.59	28.62	13.79	0.56	1.66	0.66
P9.0	43.00	218.48	218.52	21.46	52.08	11.04	24.84	7.12	0.65	1.16	0.52
P8.0	43.00	218.43	218.45	23.68	66.77	24.74	18.09	0.16	0.59	0.76	0.20
P7.6	43.00	217.70	217.79	21.03	40.25	0.82	31.40	10.78	0.59	1.49	0.60
P6.0	43.00	217.01	217.23	16.03	24.18	6.79	36.07	0.15	0.87	2.25	0.39
P5.2	43.00	216.12	216.27	21.99	27.58	3.68	38.88	0.44	0.79	1.77	0.47
P5.0	43.00	216.06	216.20	21.36	29.19	4.93	37.71	0.37	0.70	1.76	0.45
P4.4	43.00	215.14	215.30	21.41	27.45	0.66	39.17	3.18	0.67	1.83	0.63
P105.0	40.00	215.42	215.49	34.03	34.03		40.00			1.18	
P100.0	40.00	215.39	215.46	33.19	33.19		40.00			1.21	
P3.0	62.00	214.61	214.71	44.96	44.96		62.00			1.38	
P2.0	62.00	214.51	214.56	58.70	58.70		62.00			1.06	
P1.0	62.00	214.01	214.09	49.52	49.72		61.97	0.03		1.25	0.15
<b>20 ans</b>											
P13.0	60.00	220.86	221.13	22.83	28.25	5.55	54.45		1.02	2.39	
P12.0	60.00	220.69	220.83	32.75	38.03	5.29	54.71	0.01	1.01	1.67	0.23
P11.0	60.00	220.01	220.22	19.79	37.25	3.77	45.46	10.78	1.32	2.30	0.74
P10.0	60.00	219.41	219.52	20.12	53.18	1.70	35.15	23.15	0.79	1.75	0.75
P9.0	60.00	218.85	218.89	25.44	72.38	20.00	29.05	10.95	0.73	1.14	0.56
P8.0	60.00	218.82	218.84	27.35	90.74	39.59	20.13	0.28	0.64	0.74	0.21
P7.6	60.00	218.18	218.27	24.97	54.00	2.59	39.21	18.21	0.84	1.57	0.70
P6.0	60.00	217.44	217.64	18.44	34.50	17.91	41.86	0.23	1.16	2.27	0.41
P5.2	60.00	216.47	216.66	25.65	34.62	7.26	51.61	1.13	1.02	2.01	0.62
P5.0	60.00	216.43	216.59	25.24	38.82	11.30	47.72	0.99	0.95	1.89	0.57
P4.4	60.00	215.47	215.67	24.61	34.13	1.22	52.36	6.42	0.84	2.13	0.80
P105.0	56.00	215.71	215.81	41.56	41.56		56.00			1.35	
P100.0	56.00	215.68	215.78	40.63	40.63		56.00			1.38	
P3.0	87.00	215.08	215.17	63.79	63.97	0.01	86.97	0.02	0.14	1.36	0.16
P2.0	87.00	215.02	215.08	79.16	79.24		86.99	0.01		1.10	0.13
P1.0	87.00	214.58	214.68	60.99	62.80		86.42	0.58		1.42	0.32

#### Eléments de situation

P13.0 : correspond au profil au niveau de l'ancienne tannerie à la confluence amont  
P5.2 : correspond au profil au niveau du cabanon à l'aval du ruisseau des Ecrevisses  
P3.0 et P2.0 : correspondent aux profils au niveau du seuil à l'aval de la confluence  
P105.0 et P100.0 : correspondent aux profils sur l'Eau Salée amont

#### Eléments de comparaison

RDC de l'ancienne tannerie situé à une altitude de 220.68 m NGF  
Seuil de l'habitation (parcelle 654) en RD situé à 222.75 m NGF  
Seuil du cabanon en rive gauche à une altitude de 216.55 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	22/34
---	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

N° Profil	Débit pour la cote d'eau maximale (m <sup>3</sup> /s)	cote d'eau maximale (m)	charge (m)	Surface d'écoulement (m <sup>2</sup> )	Largeur au miroir (m)	Débit débordé RG (m <sup>3</sup> /s)	Débit lit mineur (m <sup>3</sup> /s)	Débit débordé RD (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse RG (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse RD (m/s)
<b>100 ans</b>											
P13.0	98.00	221.37	221.68	28.93	41.18	21.30	76.70		1.74	2.65	
P12.0	98.00	221.17	221.36	41.98	51.54	12.79	85.15	0.06	1.36	2.03	0.40
P11.0	98.00	220.40	220.66	23.55	56.88	7.41	63.29	27.30	1.65	2.69	0.95
P10.0	98.00	219.93	220.02	26.21	86.39	4.87	46.27	46.86	1.01	1.77	0.85
P9.0	98.00	219.53	219.58	32.84	113.87	40.73	37.80	19.47	0.83	1.15	0.61
P8.0	98.00	219.52	219.54	34.00	137.21	72.33	25.07	0.60	0.72	0.74	0.23
P7.6	98.00	218.97	219.08	31.58	78.54	7.03	56.13	34.84	1.07	1.78	0.86
P6.0	98.00	218.08	218.31	22.05	50.73	43.77	53.81	0.42	1.58	2.44	0.46
P5.2	98.00	217.13	217.37	32.40	51.41	17.35	77.14	3.51	1.17	2.38	0.83
P5.0	98.00	217.12	217.30	32.25	56.97	26.86	68.08	3.06	1.31	2.11	0.74
P4.4	98.00	216.48	216.67	34.63	62.84	3.98	75.03	18.99	0.56	2.17	0.90
P105.0	104.00	216.65	216.77	67.52	67.52		104.00			1.54	
P100.0	104.00	216.62	216.75	66.73	66.73		104.00			1.56	
P3.0	160.00	216.30	216.40	113.53	119.69	0.28	157.97	1.75	0.26	1.39	0.35
P2.0	160.00	216.27	216.35	131.63	136.51		158.19	1.81		1.20	0.37
P1.0	160.00	215.90	216.05	87.75	97.93		153.00	7.00		1.74	0.69
<b>Crue exceptionnelle</b>											
P13.0	176.00	221.99	222.48	36.90	57.61	55.77	120.23		2.69	3.26	
P12.0	176.00	221.76	222.09	53.45	74.57	29.33	142.27	4.40	1.88	2.66	0.80
P11.0	176.00	221.14	221.38	30.68	99.87	15.02	85.29	75.69	1.80	2.78	1.24
P10.0	176.00	220.85	220.94	37.20	153.28	12.20	64.62	99.18	1.12	1.74	0.94
P9.0	176.00	220.59	220.64	44.26	185.60	85.01	54.19	36.80	0.97	1.22	0.68
P8.0	176.00	220.59	220.62	44.14	213.87	139.70	34.87	1.43	0.85	0.79	0.26
P7.6	176.00	220.07	220.23	40.78	116.98	19.10	88.74	68.17	1.39	2.18	1.09
P6.0	176.00	219.19	219.45	28.24	79.68	100.71	74.39	0.90	2.03	2.63	0.52
P5.2	176.00	218.49	218.73	46.30	91.24	47.14	117.15	11.71	1.42	2.53	1.00
P5.0	176.00	218.47	218.68	46.09	97.86	55.49	109.65	10.87	1.38	2.38	0.94
P4.4	176.00	218.21	218.32	51.72	150.47	33.10	95.13	47.77	0.84	1.84	0.81
P105.0	187.00	218.27	218.40	118.57	122.25	0.80	185.85	0.35	0.34	1.57	0.27
P100.0	187.00	218.26	218.39	118.11	121.70	0.78	185.88	0.34	0.34	1.57	0.27
P3.0	288.00	218.10	218.19	186.93	244.94	11.00	263.29	13.70	0.42	1.41	0.43
P2.0	288.00	218.09	218.16	208.17	262.14	10.64	261.64	15.72	0.47	1.26	0.50
P1.0	288.00	217.72	217.93	124.74	148.58		262.70	25.30		2.11	1.06

**Éléments de situation**

P13.0 : correspond au profil au niveau de l'ancienne tannerie à la confluence amont  
P5.2 : correspond au profil au niveau du cabanon à l'aval du ruisseau des Ecrevisses  
P3.0 et P2.0 : correspondent aux profils au niveau du seuil à l'aval de la confluence  
P105.0 et P100.0 : correspondent aux profils sur l'Eau Salée amont

**Éléments de comparaison**

RDC de l'ancienne tannerie situé à une altitude de 220.68 m NGF  
Seuil de l'habitation (parcelle 654) en RD situé à 222.75 m NGF  
Seuil du cabanon en rive gauche à une altitude de 216.55 m NGF

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	23/34
---	--	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

## 6.4 Interprétation des résultats

### 6.4.1 Occurrence décennale

Lors d'une crue décennale, le ruisseau des Ecrevisses et le ruisseau de Pontevès ont déjà une capacité insuffisante pour canaliser les écoulements dans le lit mineur. Les débordements peuvent représenter de 10 % à 50 % du débit de pointe de crue.

La seule habitation inondée est le rez-de-chaussée du bâtiment situé en rive gauche, à l'angle des ruisseaux des Ecrevisses et de Pontevès. Une hauteur d'eau de 30 à 40 cm environ peut y être observée pour cette occurrence de crue.

Les vitesses d'écoulement sont globalement élevées que ce soit dans le lit mineur ou le champ majeur des deux ruisseaux sur l'ensemble de la zone d'étude. Cela s'explique par leur pente couplée à la faible largeur du champ d'expansion. La pente des cours d'eau varie entre 1 à 1.5 % pour le ruisseau des Ecrevisses en aval des cascades et s'élève à 3.5 % pour le ruisseau de Pontevès.

L'absence de dispersion des eaux dans le champ majeur ne génère pas d'écrêtement particulier du débit de pointe.

A l'aval, une crue de l'Eau Salée a peu d'incidence sur l'écoulement des crues du ruisseau des Ecrevisses. Le seuil à la confluence est noyé.

### 6.4.2 Occurrence vicennale

Lors d'une crue vicennale, les débordements du ruisseau des Ecrevisses et du ruisseau de Pontevès s'accroissent par rapport à l'occurrence décennale et peuvent atteindre 60 % du débit de pointe de crue. Les vitesses d'écoulement sont globalement élevées.

La partie basse de l'ancien bâtiment à la confluence est inondée par 50 cm d'eau environ.

Le cabanon sur la partie aval du ruisseau n'est pas encore inondé. Le niveau d'eau affleure à 8 cm du seuil du bâtiment.

Globalement les résultats de la modélisation correspondent aux observations faites et témoignages recueillis sur le terrain pour la crue de novembre 2011.

### 6.4.3 Occurrence centennale

Lors d'une crue centennale, les débordements sont généralisés sur l'ensemble de la zone d'étude aussi bien en rive droite que gauche avec des écoulements en champ majeur qui atteignent 15 % à 75 % du débit de pointe.

Les anciens bâtiments qui longent le ruisseau de Pontevès sont inondés par les remontées d'eau depuis les caves et par les débordements au niveau de la passerelle en sortie du bassin de la cascade.

La partie basse de l'ancien bâtiment à la confluence est inondée par plus d'un mètre d'eau.

Le cabanon en rive gauche sur la partie aval du ruisseau des Ecrevisses est inondé par 60 cm d'eau environ.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	24/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

En revanche la maison en rive droite à proximité de l'entrepôt municipal (parcelle cadastrale n°654) n'est pas inondée. La ligne d'eau atteint la cote 221.17 m NGF. Le seuil de la maison est à la cote 222.75 m NGF.

Les vitesses d'écoulement sont élevées : elles atteignent quasiment 2.7 m/s dans les lits mineurs et 1.8 m/s dans les champs majeurs.

A l'aval, une crue simultanée de l'Eau Salée a une incidence forte sur l'écoulement des crues du ruisseau des Ecrevisses. Elle génère un contrôle aval avec un réhaussement maximal de la ligne d'eau de 1.1 m au droit du profil PT 4.0. Ce contrôle aval devient quasiment nul à partir du profil 5.2, soit environ 160 m en amont de la confluence.

#### **6.4.4 Occurrence exceptionnelle**

Le fonctionnement du ruisseau des Ecrevisses et du ruisseau de Pontevès est identique à celui décrit pour une crue centennale mais prend encore plus d'ampleur :

- les débordements peuvent atteindre 80 % du débit de pointe,
- la partie basse de l'ancien bâtiment de tannerie est inondée par 1.90 m d'eau environ,
- le cabanon sur la partie aval du ruisseau est submergé par 2.40 m d'eau environ compte tenu de la réduction du champ majeur à cet endroit,
- le niveau habité (222.75 m NGF) de la maison en rive droite à proximité de l'entrepôt municipal n'est pas inondé mais le niveau d'eau atteint le sous-sol (221.86 m NGF),
- les vitesses d'écoulement sont élevées : elles atteignent 3.3 m/s dans le lit mineur et 2.7 m/s dans le champ majeur rendant l'aléa inondation très fort.

#### **6.4.5 Cas particulier des parcelles cadastrées 154 et 155**

Dans la configuration actuelle, le PLU de la commune considère les parcelles cadastrales 154 et 155 inondables, conformément aux indications de l'Atlas Départemental des zones inondables.

Ces deux parcelles sont situées en rive gauche du ruisseau des Ecrevisses peu avant sa confluence avec l'Eau Salée. Elles sont 2 mètres en surplomb de la RD 554, elle-même en surplomb de 5 m du ruisseau. Leur point bas est situé à la cote 220 m NGF environ. Pour une crue exceptionnelle, le niveau d'eau du ruisseau au droit des parcelles atteint la cote 218.5 m NGF.

Ces parcelles ne sont donc pas inondables par débordement du ruisseau des Ecrevisses.

Ces parcelles sont traversées en leur centre par un thalweg peu marqué drainant un bassin versant de 10 hectares. D'après la formule rationnelle, les débits pouvant transiter dans ce thalweg sont de 1.0 m<sup>3</sup>/s pour l'occurrence décennale et 3.0 m<sup>3</sup>/s pour l'occurrence centennale.

Compte tenu des profils en travers levés sur ces parcelles, l'écoulement de ces débits d'occurrences décennale et centennale nécessite des largeurs respectives de 10 m et 15 m en fond de thalweg, en limite sud des parcelles.

Ces parcelles peuvent donc être classées hors zone inondable tout en précisant qu'un axe d'écoulement de 15 m de large doit rester ouvert et libre en fond de thalweg. Aucun obstacle aux écoulements devra être présent dans cet axe d'écoulement.

Par mesure de sécurité, un vide-sanitaire de 20 à 50 cm peut être imposé aux futures habitations.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	25/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

## 7 - SOLUTIONS D'AMENAGEMENT

### 7.1 Objectifs et principes des aménagements

Le diagnostic mené par investigations de terrain et modélisation au cours de la phase précédente a permis de cartographier l'aléa inondation dans le bas du village et dans le quartier des Condamines. Cette cartographie met notamment en évidence la faible emprise de la zone inondable, même pour les crues rare à exceptionnelle.

L'analyse des éléments du diagnostic a permis de définir les types d'actions pouvant être réalisées sur les ruisseaux afin de répondre aux différentes problématiques observées ainsi qu'aux différents objectifs fixés par les services de l'Etat en charge de la prévention des risques et de la préservation du milieu naturel.

*La réduction du risque inondation* peut se décliner en actions visant à réduire chacune de ses composantes : l'aléa (hauteur, vitesse, emprise) et/ou la vulnérabilité (type d'occupation des sols).

- *La réduction de l'aléa* passe généralement par la mise en place d'aménagements (barrage, digue, recalibrage...). Cependant, les diverses contraintes (foncières, financières, techniques, réglementaires...) qui pèsent sur leur réalisation rendent leur mise en œuvre souvent difficile,
- *La réduction de la vulnérabilité* (rachat de bâtiments exposés, protection ou mise en hauteur des équipements sensibles, ...) est une piste à explorer car elle peut se faire par anticipation lors du choix de la stratégie d'urbanisation, avec une prise de conscience du risque préalable.

Il convient enfin de connaître et contrôler l'évolution de la situation dans le futur et à faire en sorte que les actions mises en œuvre pour la réduction du risque ne deviennent pas obsolètes. Il s'agit donc de s'assurer de la non-aggravation de la vulnérabilité et de l'aléa.

### 7.2 Aménagements pour la réduction de l'aléa inondation

Il n'est pas prévu d'envisager l'étude et la réalisation d'aménagements de réduction de l'aléa inondation compte tenu de la faible importance des enjeux à protéger (2 habitations et anciens ateliers) en comparaison avec l'ampleur des travaux qu'il conviendrait d'envisager.

En effet le faible étalement de la zone inondable génère de fortes hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement. Une réduction efficace de l'aléa inondation nécessiterait des aménagements considérables. Même sans étude, ces aménagements ne sembleraient pas se justifier des points de vue hydraulique, technique, foncier et économique.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	26/34
---	---	-------

Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

## 7.3 Aménagements pour la non-aggravation et la réduction de la vulnérabilité

### 7.3.1 Principes

Compte tenu des difficultés à réduire l'aléa inondation dans le bas du village et dans le quartier des Condamines, la non-aggravation de la vulnérabilité (interdiction de constructions nouvelles en zone à risque) est le premier principe à intégrer car cela peut se faire par anticipation lors du choix de la stratégie d'urbanisation, avec une prise de conscience du risque préalable.

**La réduction de la vulnérabilité est également une piste à explorer : rachat de bâtiments exposés, protection ou mise en hauteur des équipements sensibles, plans d'alerte et d'évacuation...**

Il s'agit ainsi de déterminer les mesures de prévention à mettre en œuvre contre les phénomènes naturels d'inondation au regard des articles L.216-1 à L.216-8 du Code de l'Environnement et du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995.

Ces dispositions sont applicables :

- aux biens et activités existants ainsi qu'à l'implantation de toutes constructions et installations,
- à la réalisation de tous travaux et exercices de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

Une hiérarchisation des dispositions à mettre en œuvre est souvent envisagée en fonction de l'importance de l'aléa inondation sur la zone considérée. La distinction de l'aléa pour une crue centennale ou exceptionnelle a été définie dans le chapitre 6.3 et cartographiée sur les planches 5.1 et 5.2.

Pour rappel, on distingue :

- Zone ROUGE : zone estimée très exposée et dans laquelle il ne peut y avoir de mesure de protection efficace,
- Zone BLEUE : zone estimée exposée à un aléa faible à modéré dans laquelle des parades peuvent être mises en œuvre,
- Zone BLEUE CIEL : zone estimée exposée à un aléa résiduel dans laquelle des mesures de précaution peuvent être mises en œuvre,
- Zone BLANCHE : zone dans laquelle il n'y a pas de risque prévisible.

### 7.3.2 Règles d'aménagement

Les règles d'aménagement sont à définir en concertation avec la mairie et les services de l'Etat.

En général **sont interdits dans les zones très exposées** tous travaux, remblais, constructions et installations de quelque nature qu'ils soient **à l'exception** des travaux d'entretien et de gestion normale des biens et activités existants, des cultures de plein champ, de la construction **éventuelle** de bâtiments agricoles, d'infrastructures publiques, ...et à condition qu'ils ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux et n'aggravent pas leurs effets.

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	27/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

Les dispositions applicables **dans les zones à risques faibles à modérés ou risques résiduels** sont souvent moins contraignantes du fait d'un aléa plus faible. Ainsi la modification des constructions existantes peut y être autorisée sous conditions de limitation de surface, d'agencement ne faisant pas obstacle à l'écoulement des crues, de non-aggravation de la vulnérabilité (construction en hauteur), ...

De même, en dernier recours, les constructions nouvelles peuvent être autorisées sous certaines conditions comme par exemple :

- que **l'emprise de la construction** ne dépasse pas un certain pourcentage de la parcelle concernée,
- que la construction soit en hauteur avec un **plancher le plus bas situé minimum 20 cm au-dessus de la cote de la crue de référence**,
- que le **soubassement des constructions permette une libre circulation des eaux** (constructions sur pilotis ou perméabilité à 70 % par vide sanitaire ouvert) et sans ouverture dans l'axe du courant),
- que les parties d'ouvrages situées à moins d'un mètre au-dessus de la cote de référence soient constituées de **matériaux imputrescibles et insensibles à l'eau**, et soient résistants à la pression hydraulique, à l'érosion et aux effets des affouillements,
- que les systèmes d'assainissement soient étanches,
- que les circuits électriques situés à moins d'un mètre au-dessus de la cote de référence puissent être coupés séparément,
- ....

**Cependant la faible emprise des zones à risques faibles à modérés ou risques résiduels et leur proximité avec la zone très exposée peut inciter la commune à appliquer le même règlement pour l'ensemble des zones inondables, quelque soit l'importance de l'aléa. Les règles des zones très exposées seraient alors appliquées.**

Une fois établies, ces règles d'aménagement sont ensuite soumises à enquête publique et intégrées dans les documents d'urbanisme.

Dressé à La Ciotat le 28 novembre 2013

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	28/34
---	---	-------

Mémoire	Commune de BARJOLS
EA 13 08 –EH - B	Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines

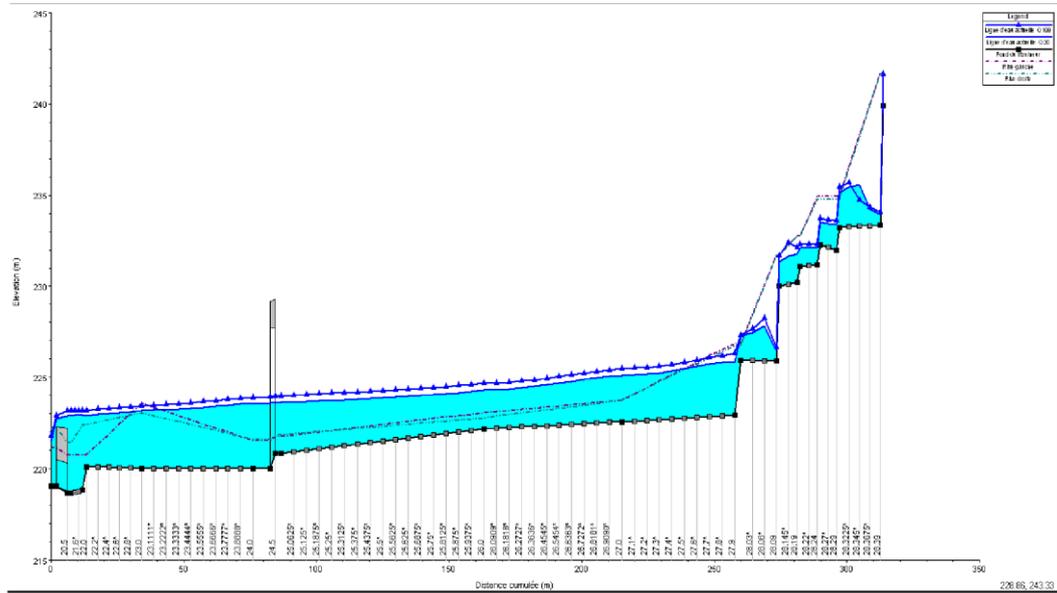
## 8 - ANNEXE 1

### Profils en long – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 20 et 100 ans

(Source : modélisation hydraulique, envéo, Novembre 2013)

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	29/34
---	--	-------

**Profil en long du ruisseau des écrevisses à l'amont de la confluence avec le ruisseau de Pontevès**

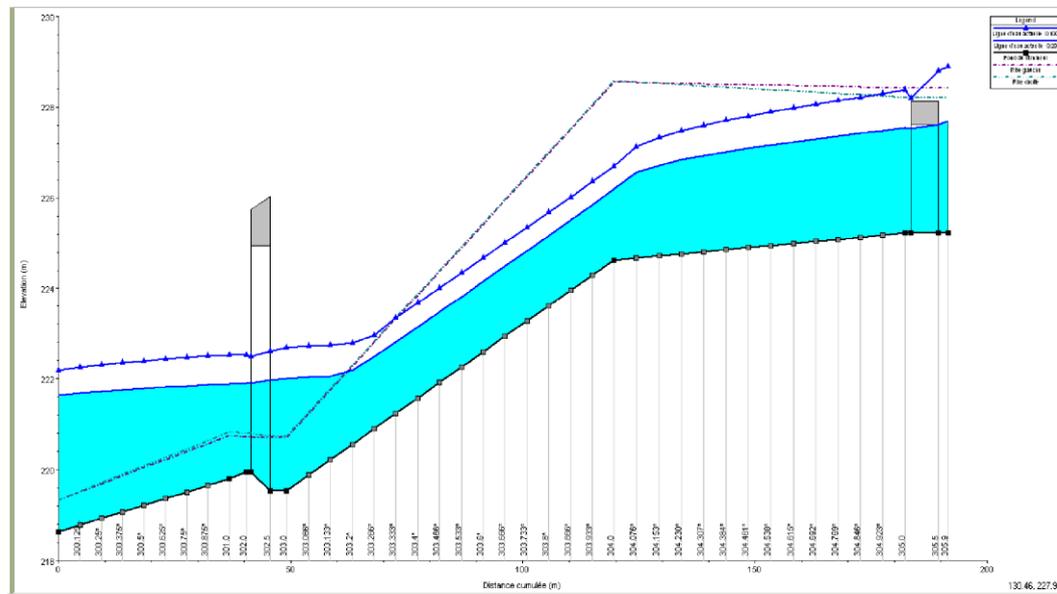


envéo Aménagement  
Ingénieurs Conseils  
Environnement, Eau et Infrastructures

ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU  
RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE

30/34

**Profil en long du ruisseau de Pontevès**

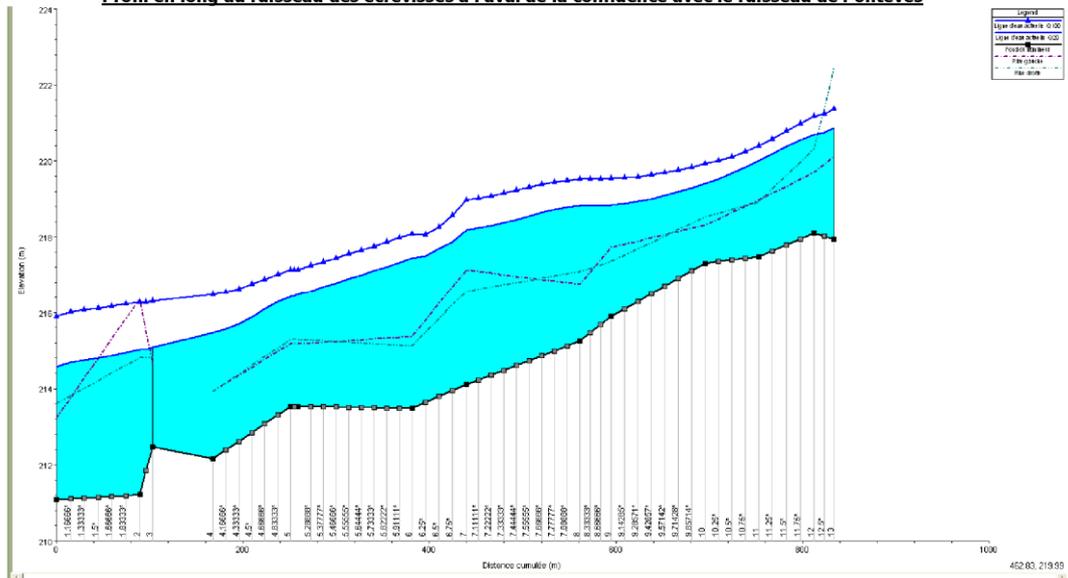


envéo Aménagement  
Ingénieurs Conseils  
Environnement, Eau et Infrastructures

ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU  
RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE

31/34

**Profil en long du ruisseau des écrevisses à l'aval de la confluence avec le ruisseau de Pontevès**



envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	32/34
---	--	-------

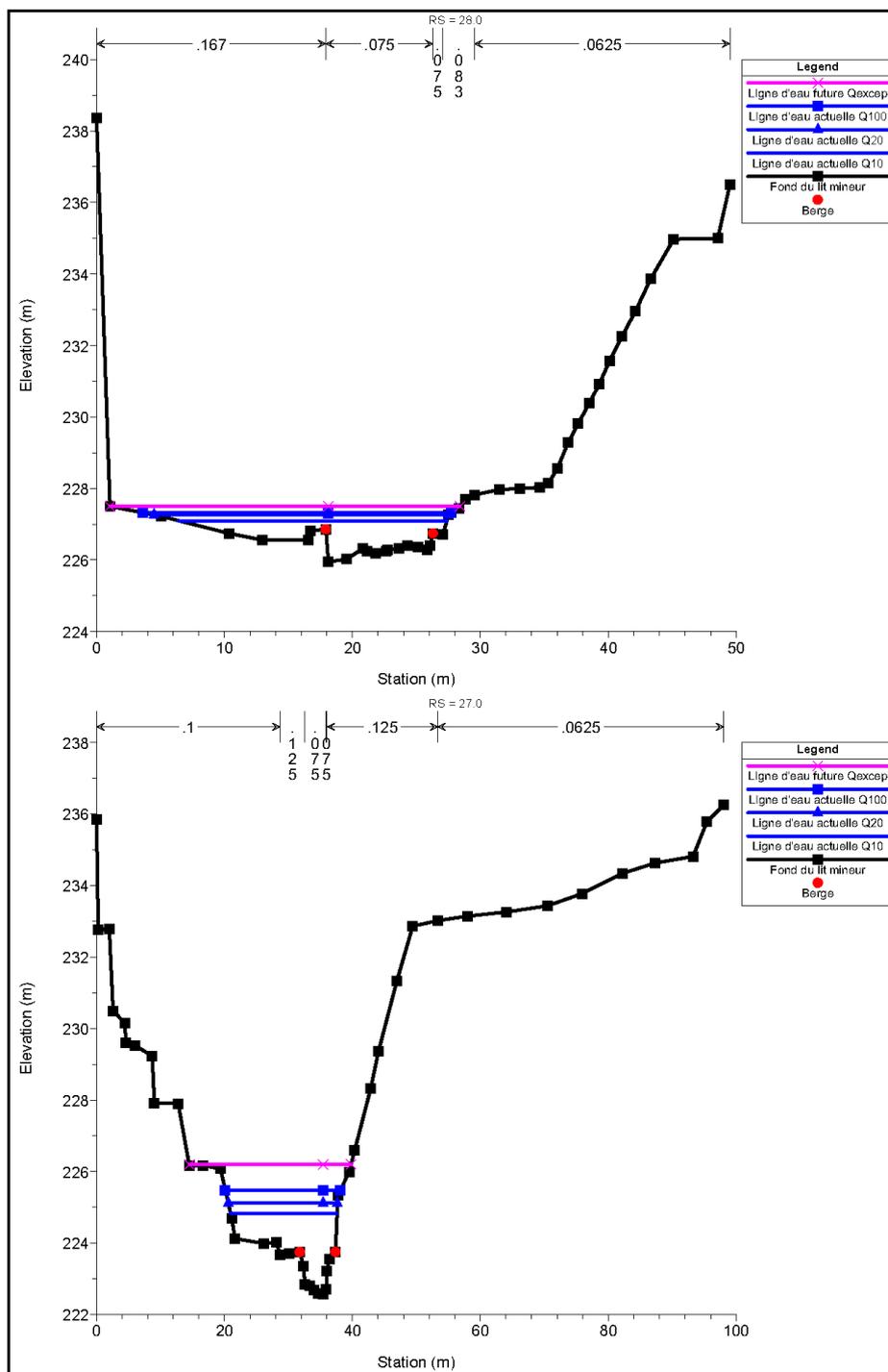
Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

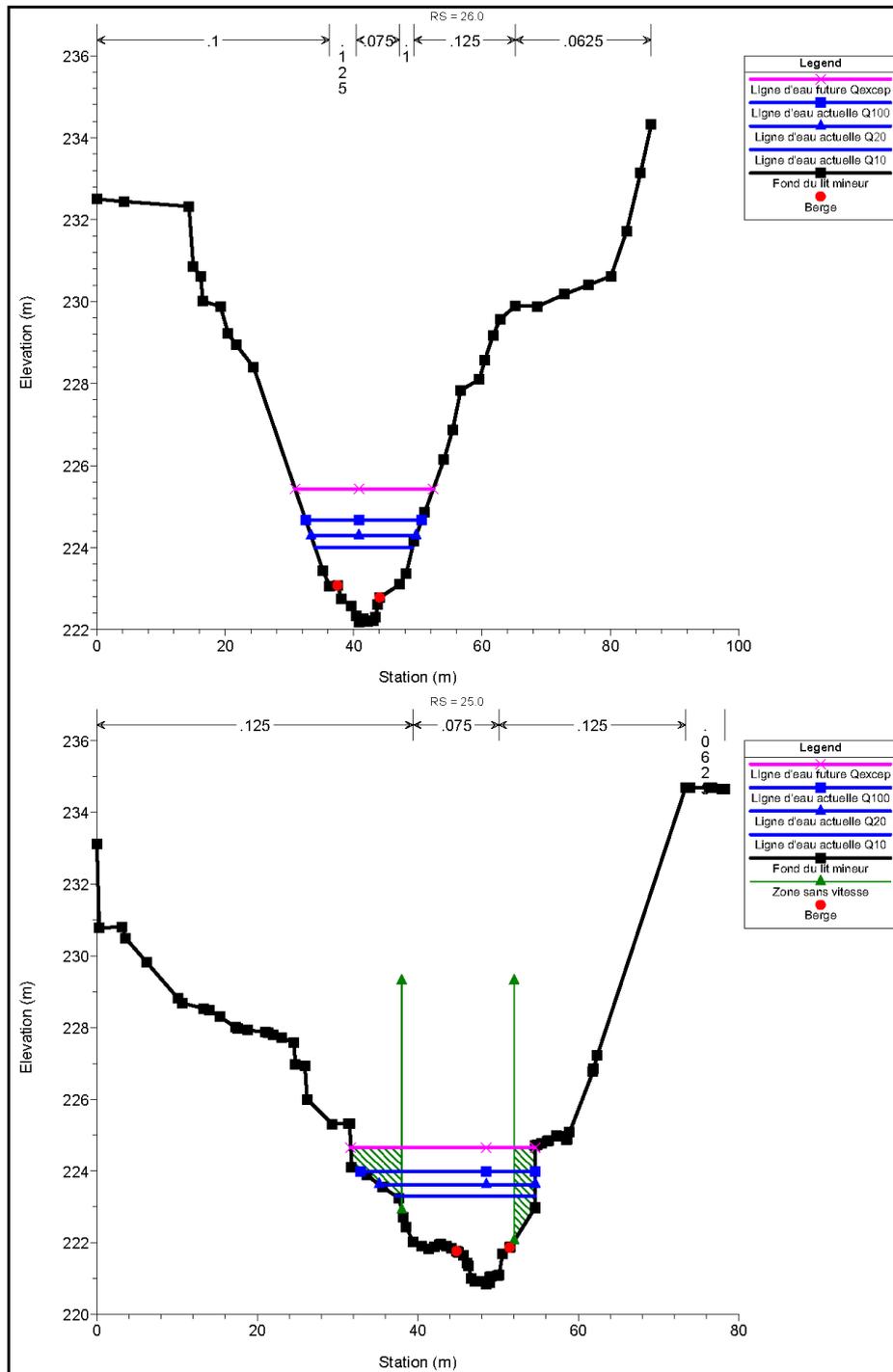
## 9 - ANNEXE 2

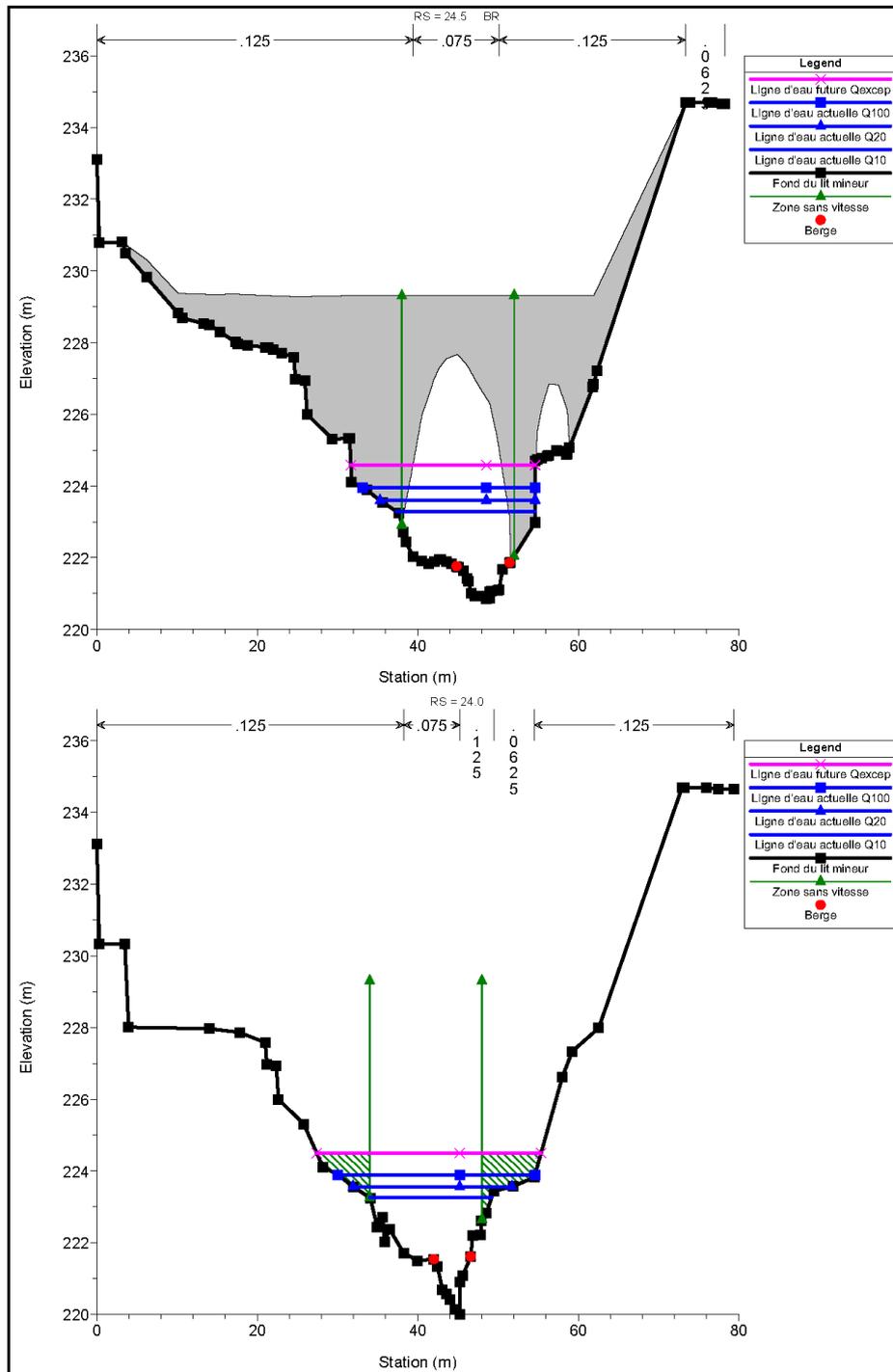
### Profils en travers – Lignes d'eau pour les crues de période de retour 20 et 100 ans

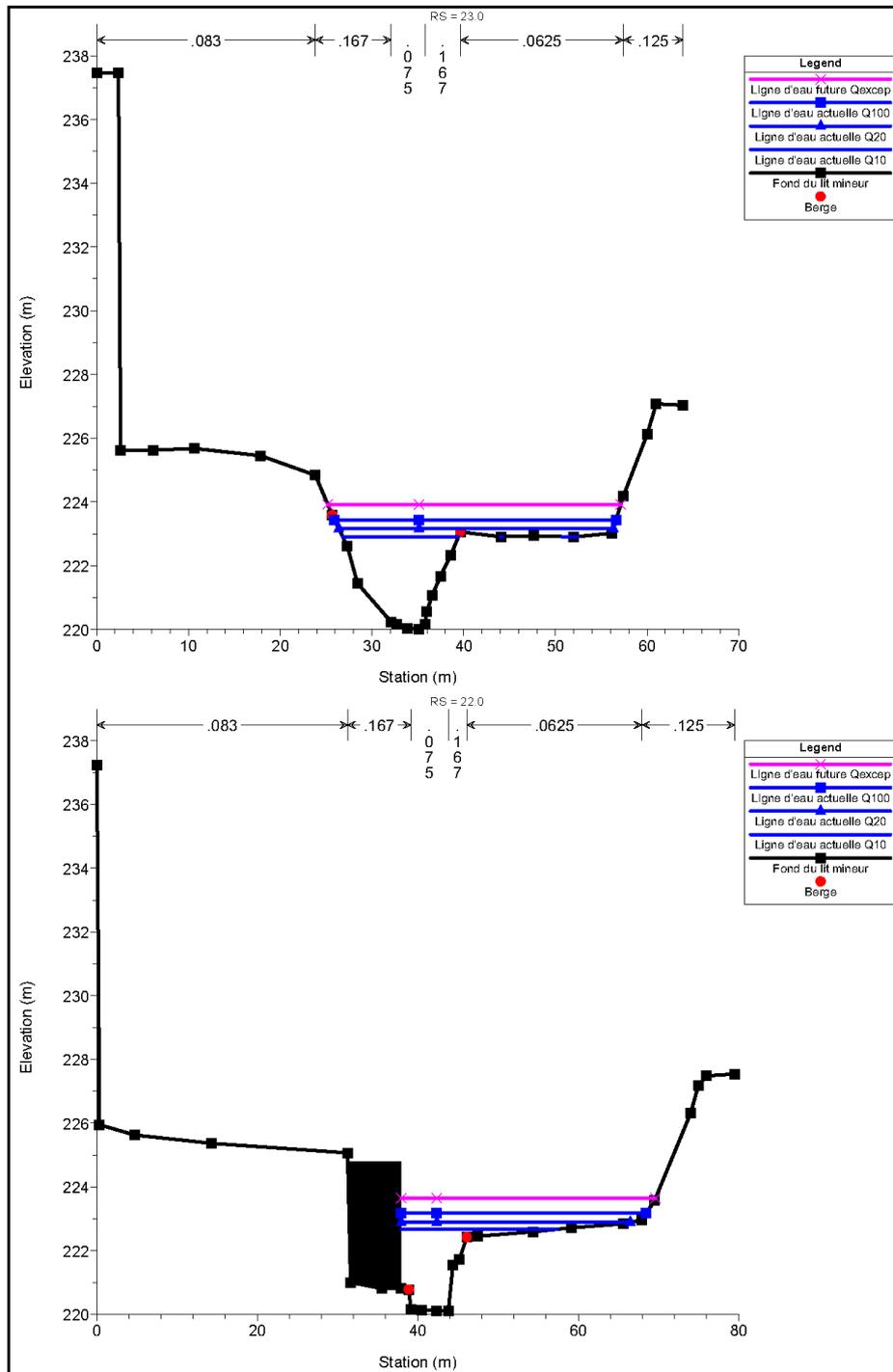
(Source : modélisation hydraulique, envéo, Novembre 2013)

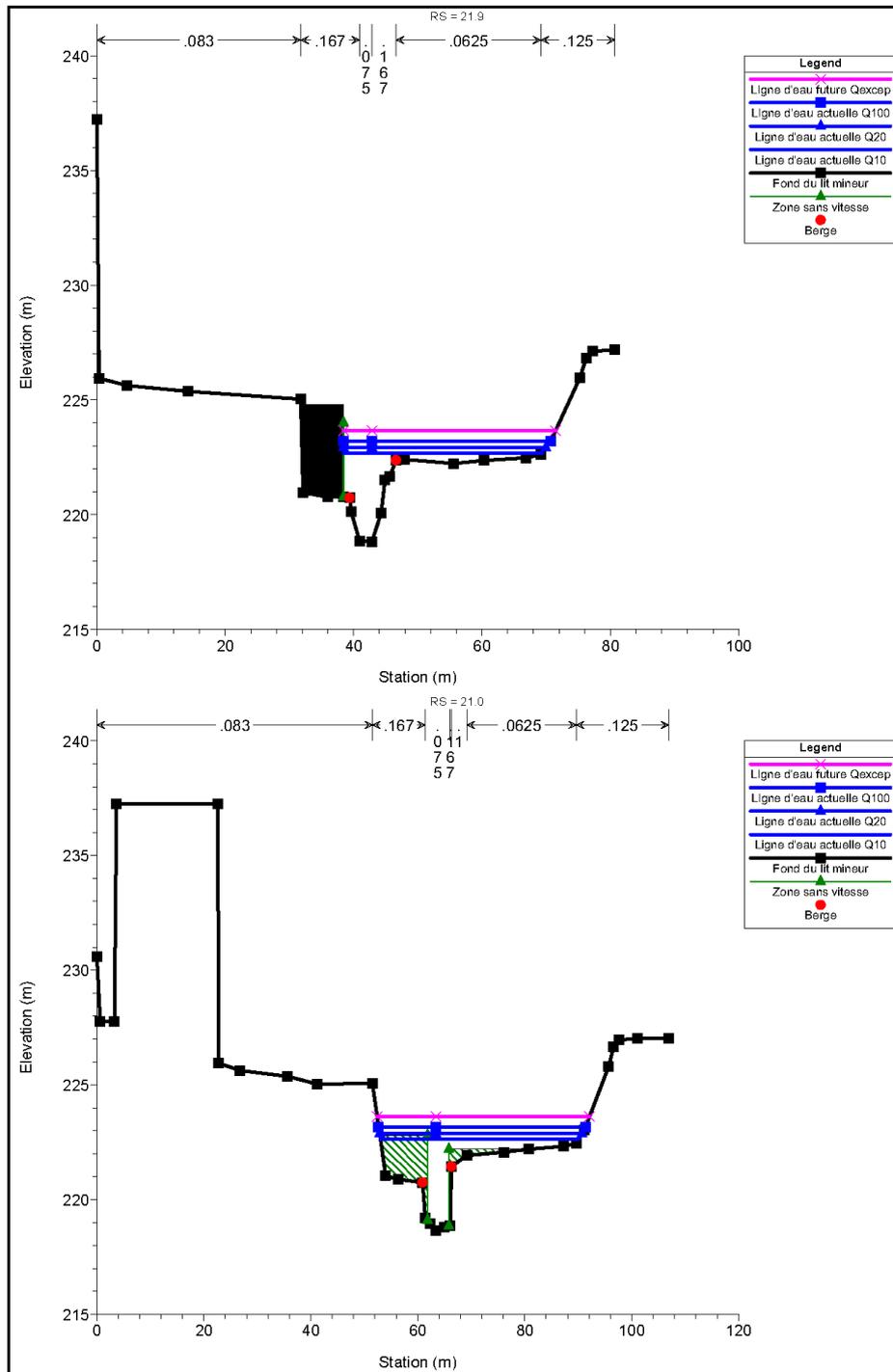
envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	33/34
---	---	-------

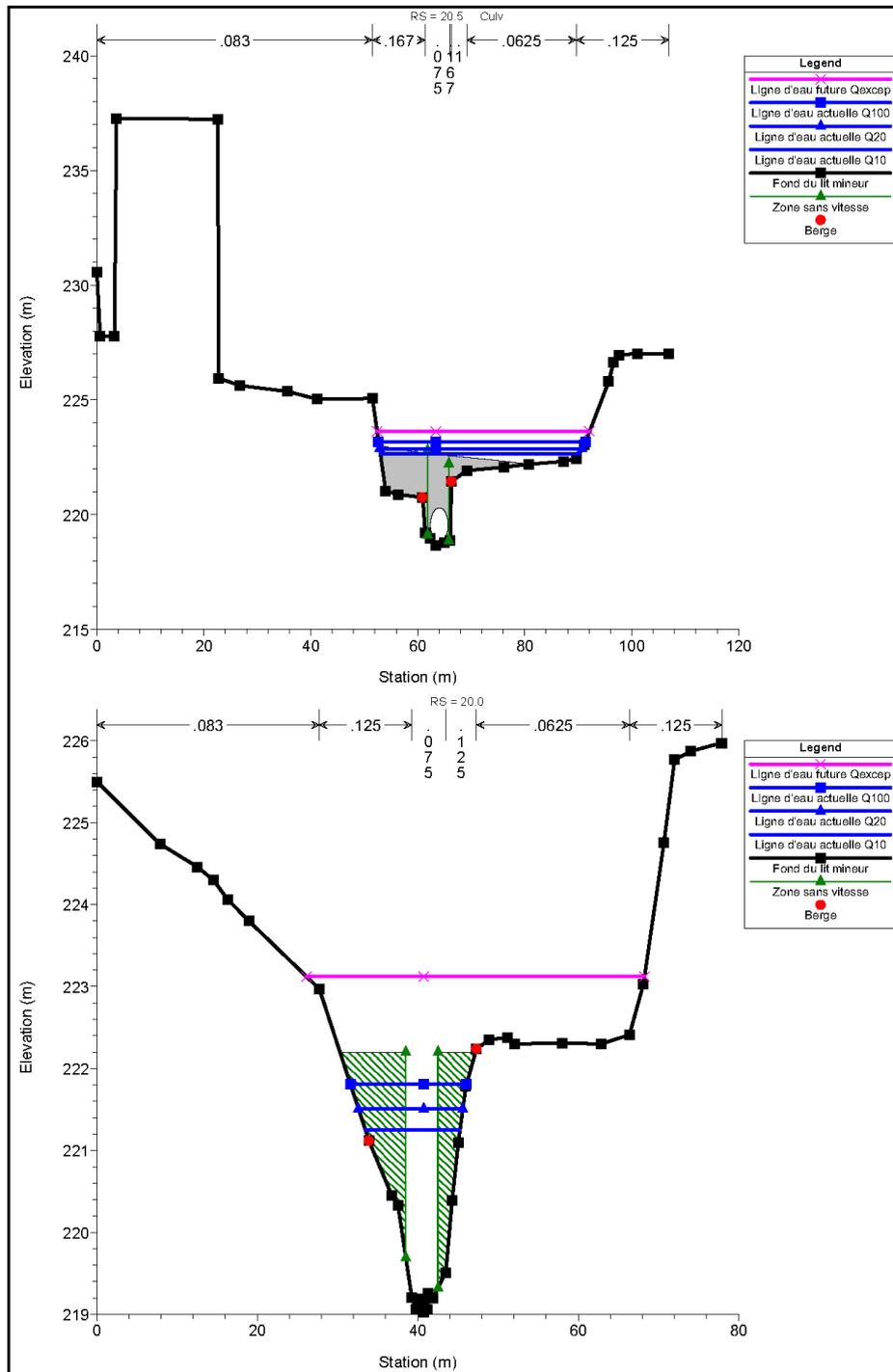


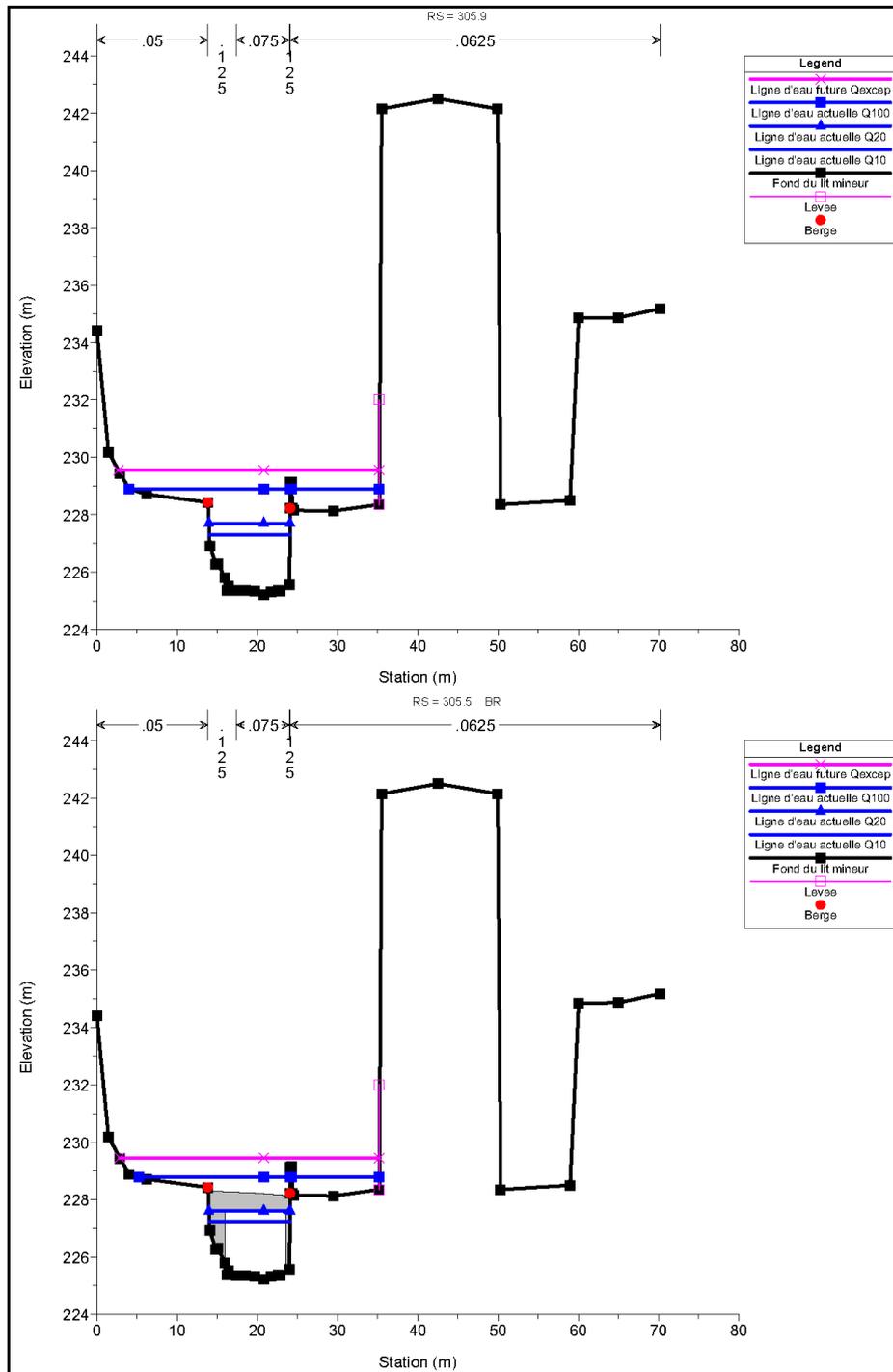


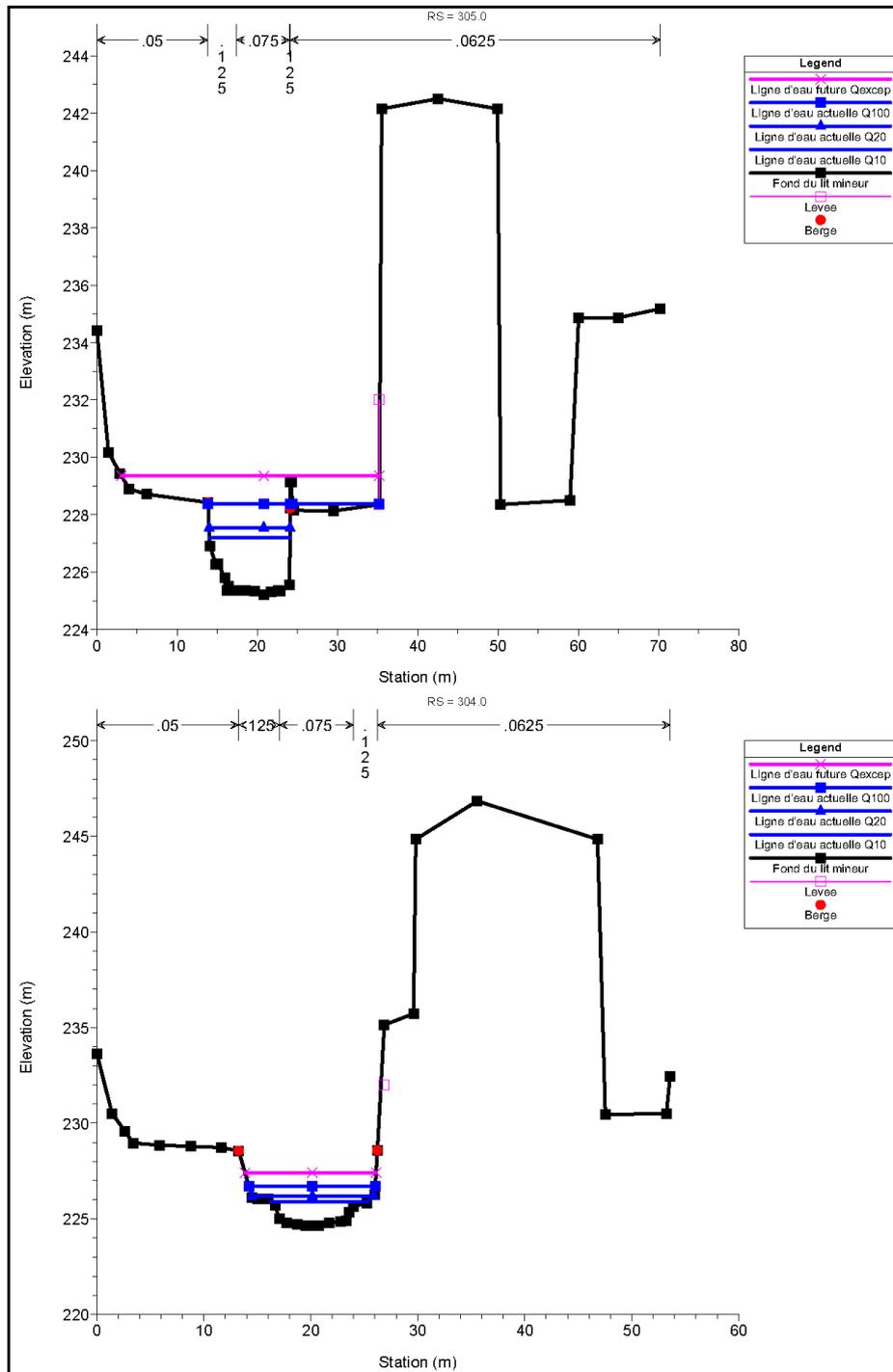


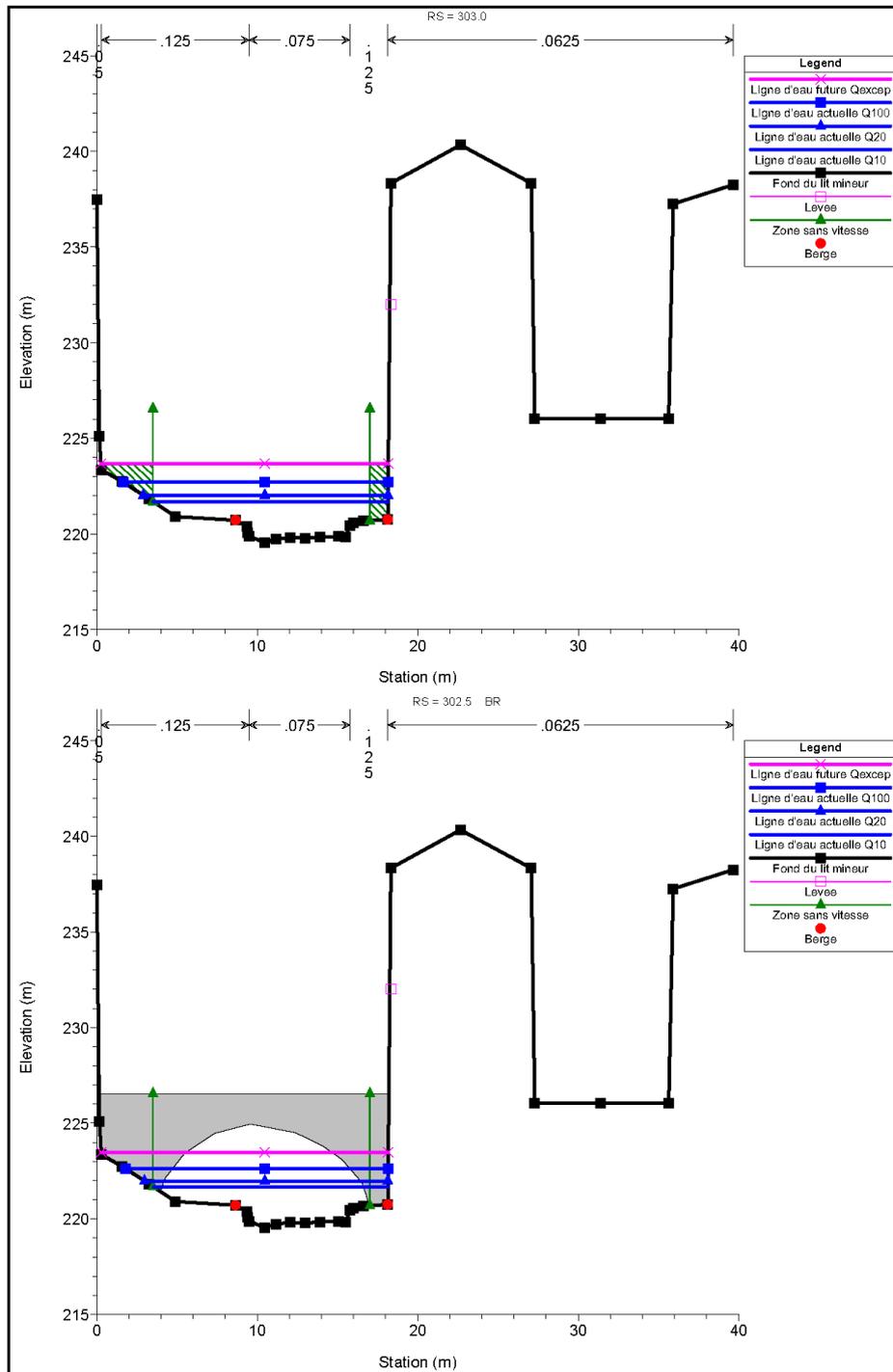


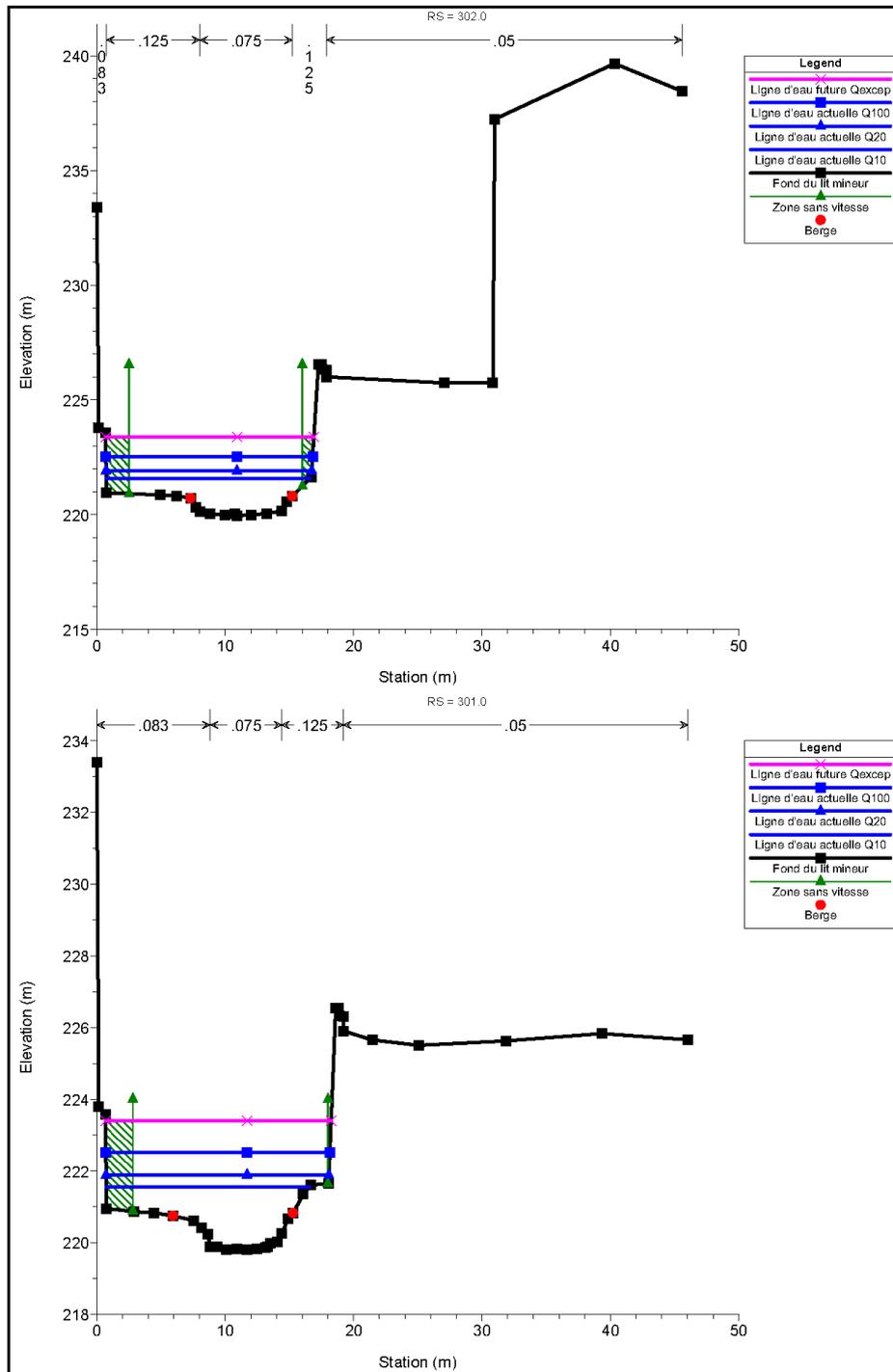


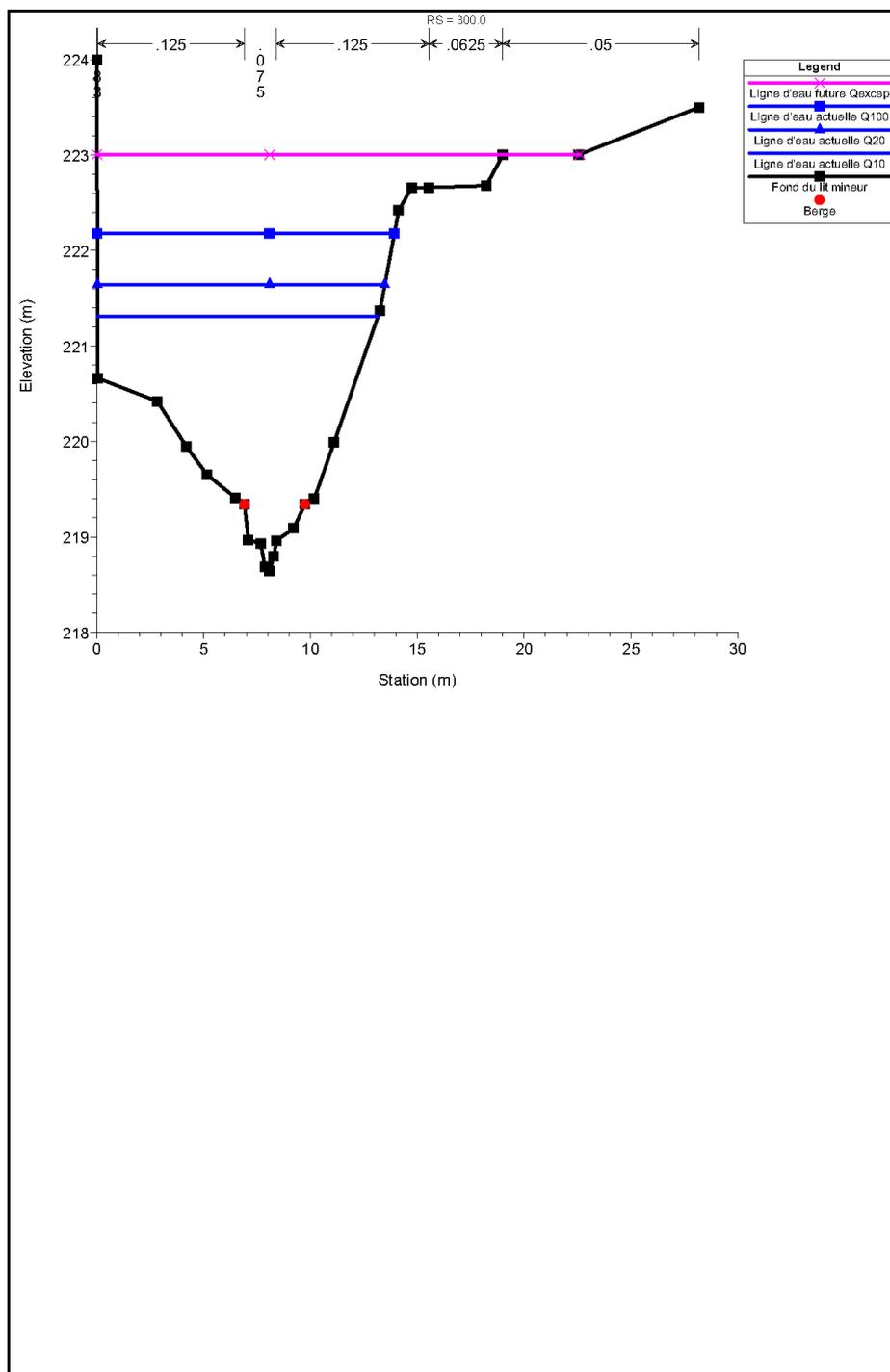


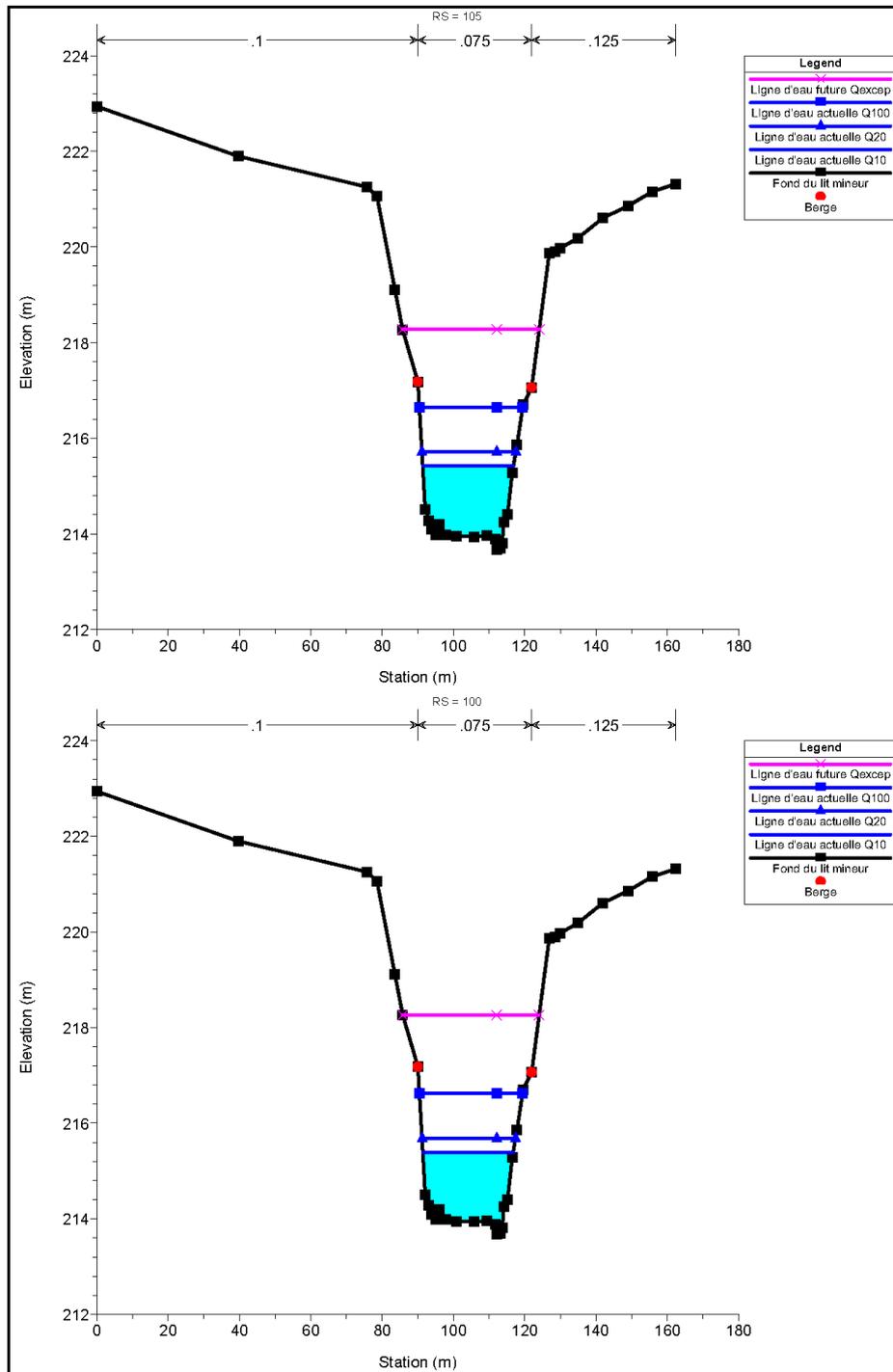


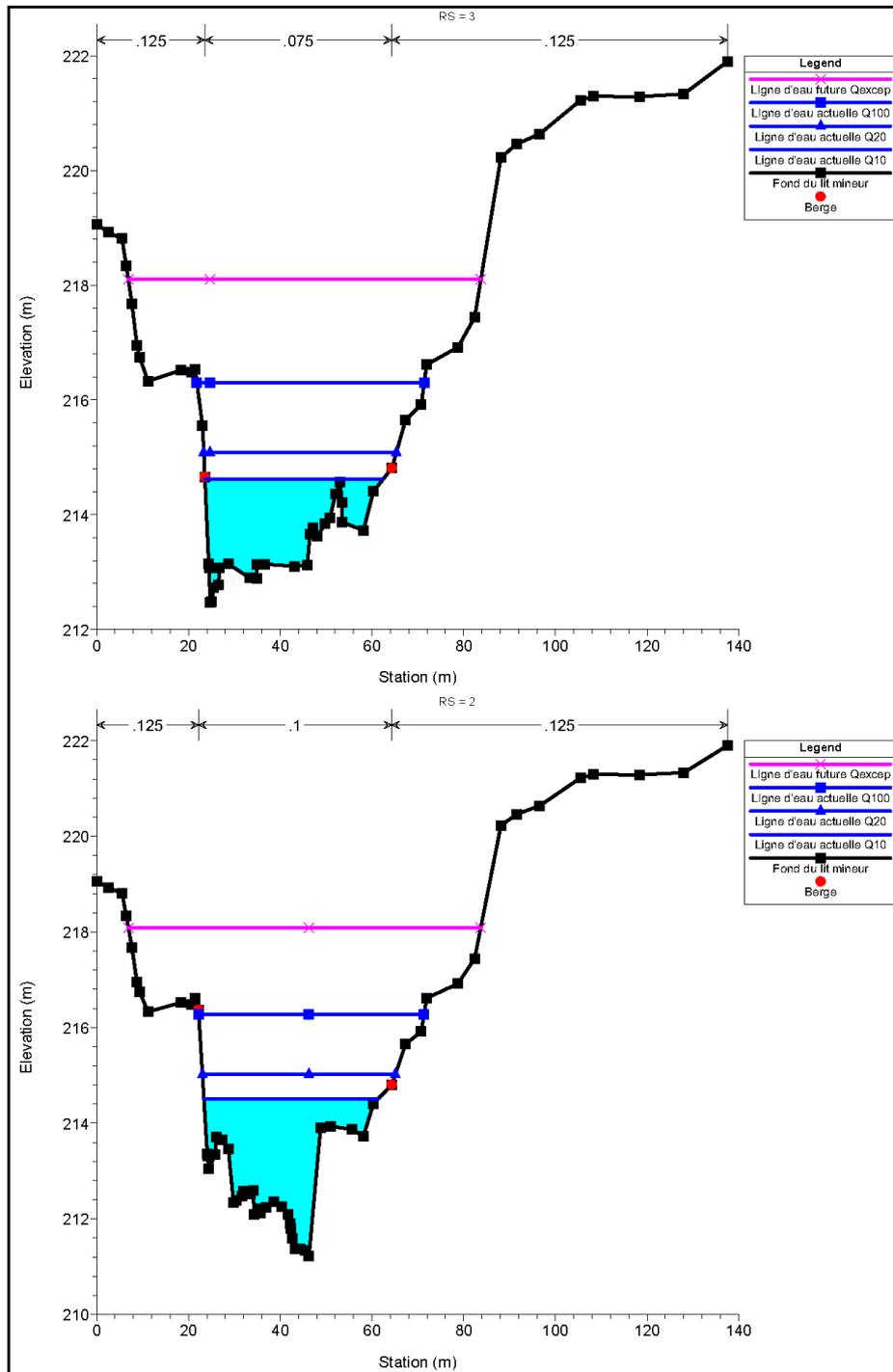


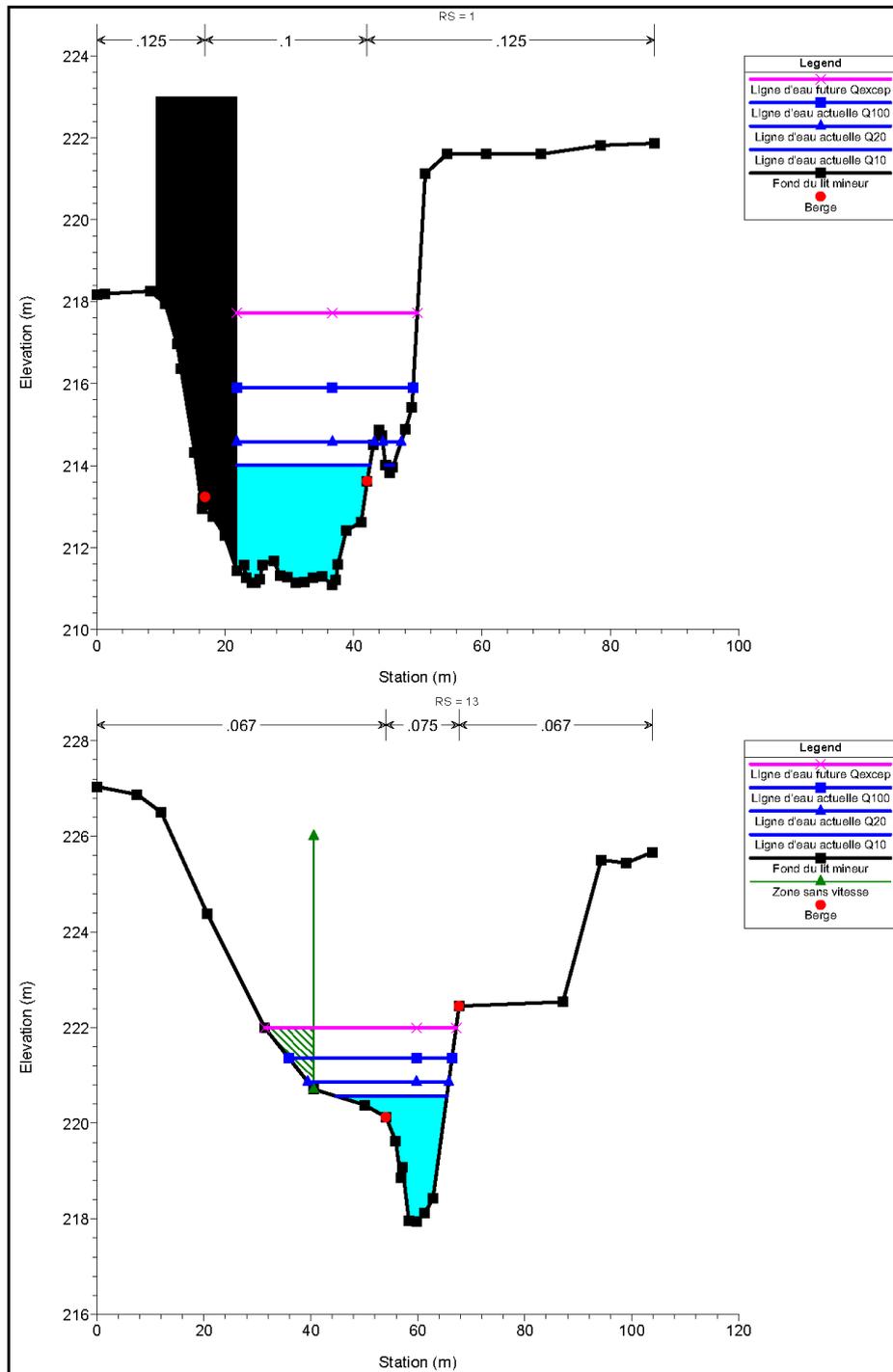


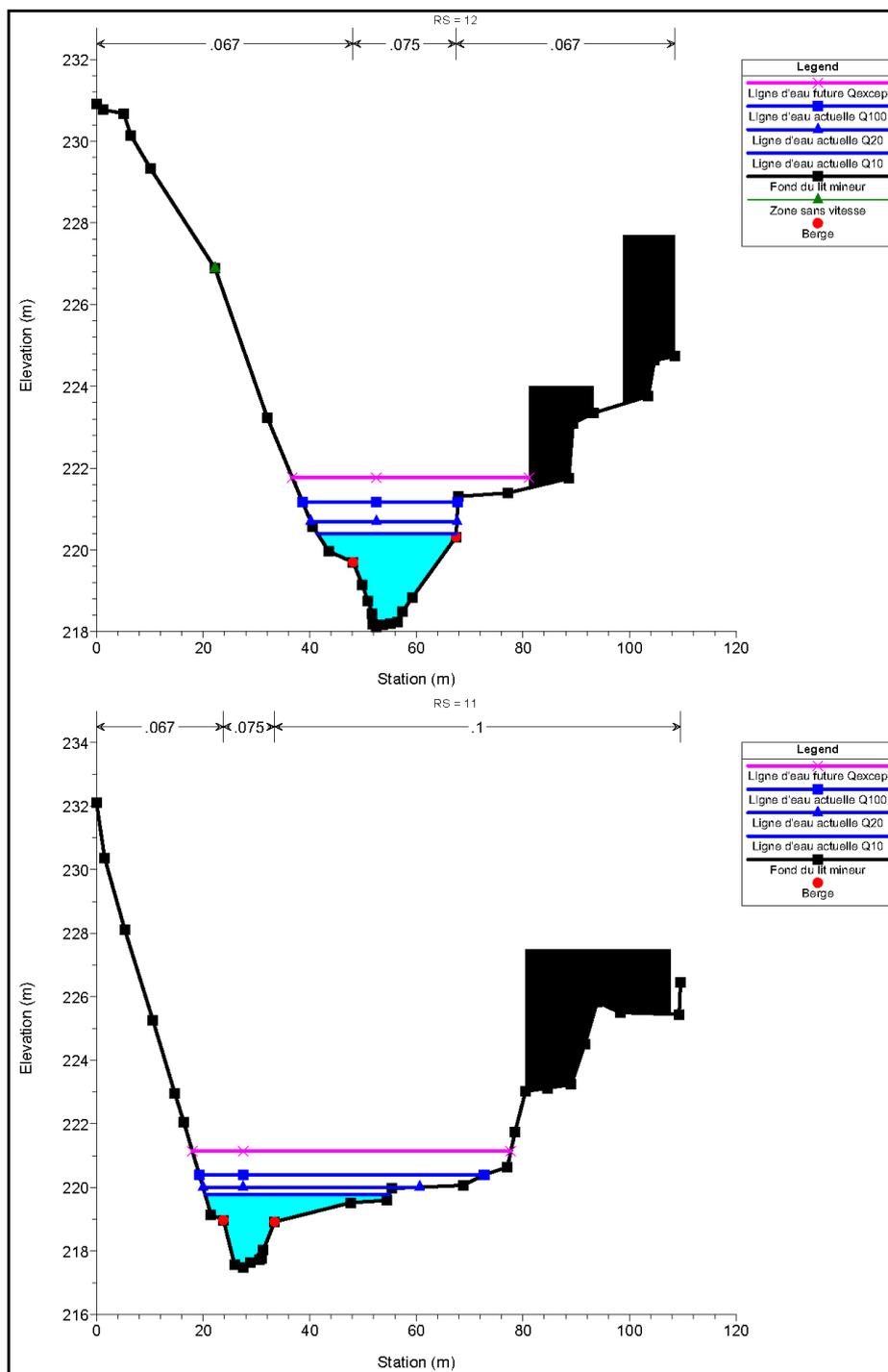


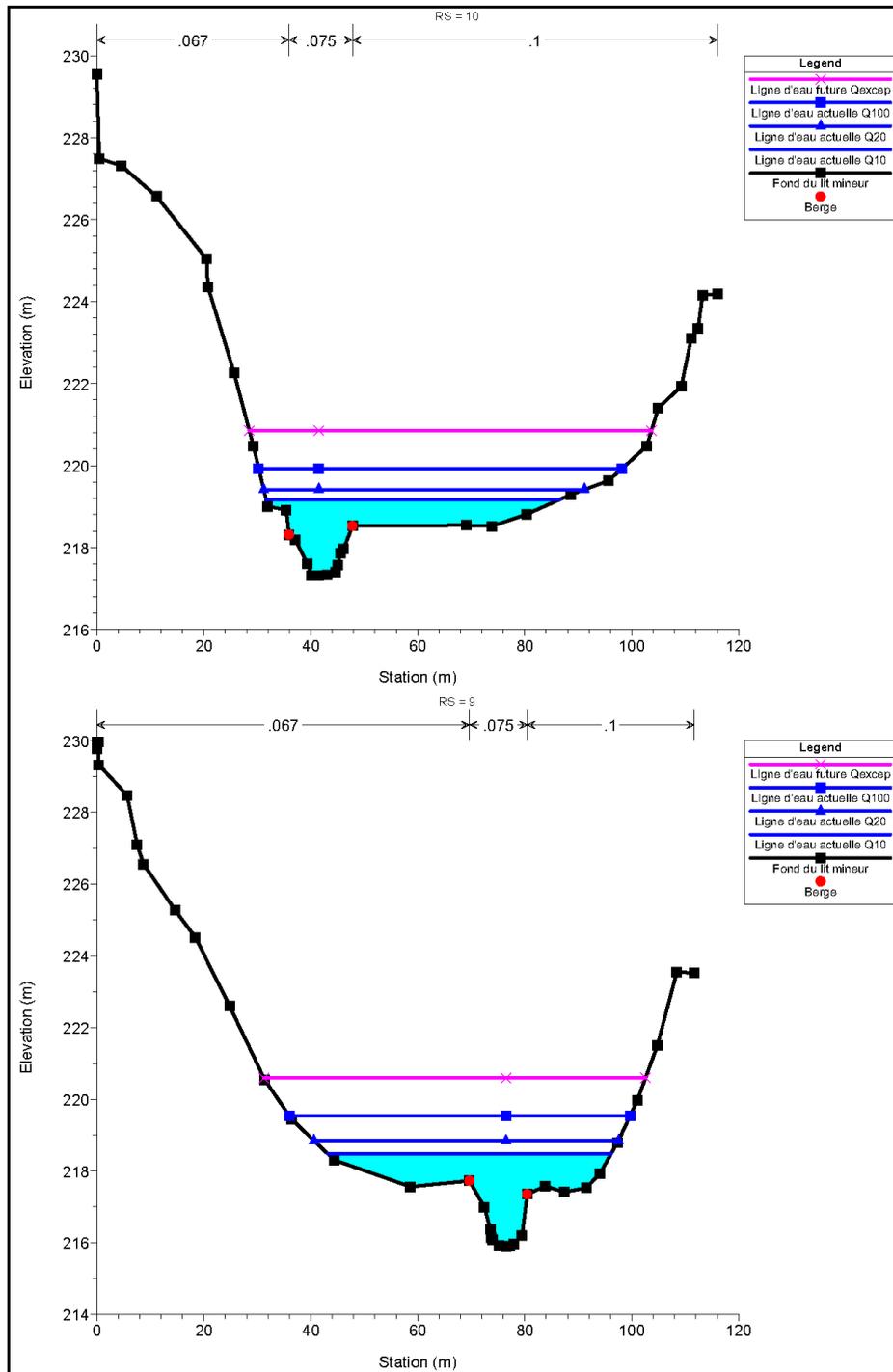


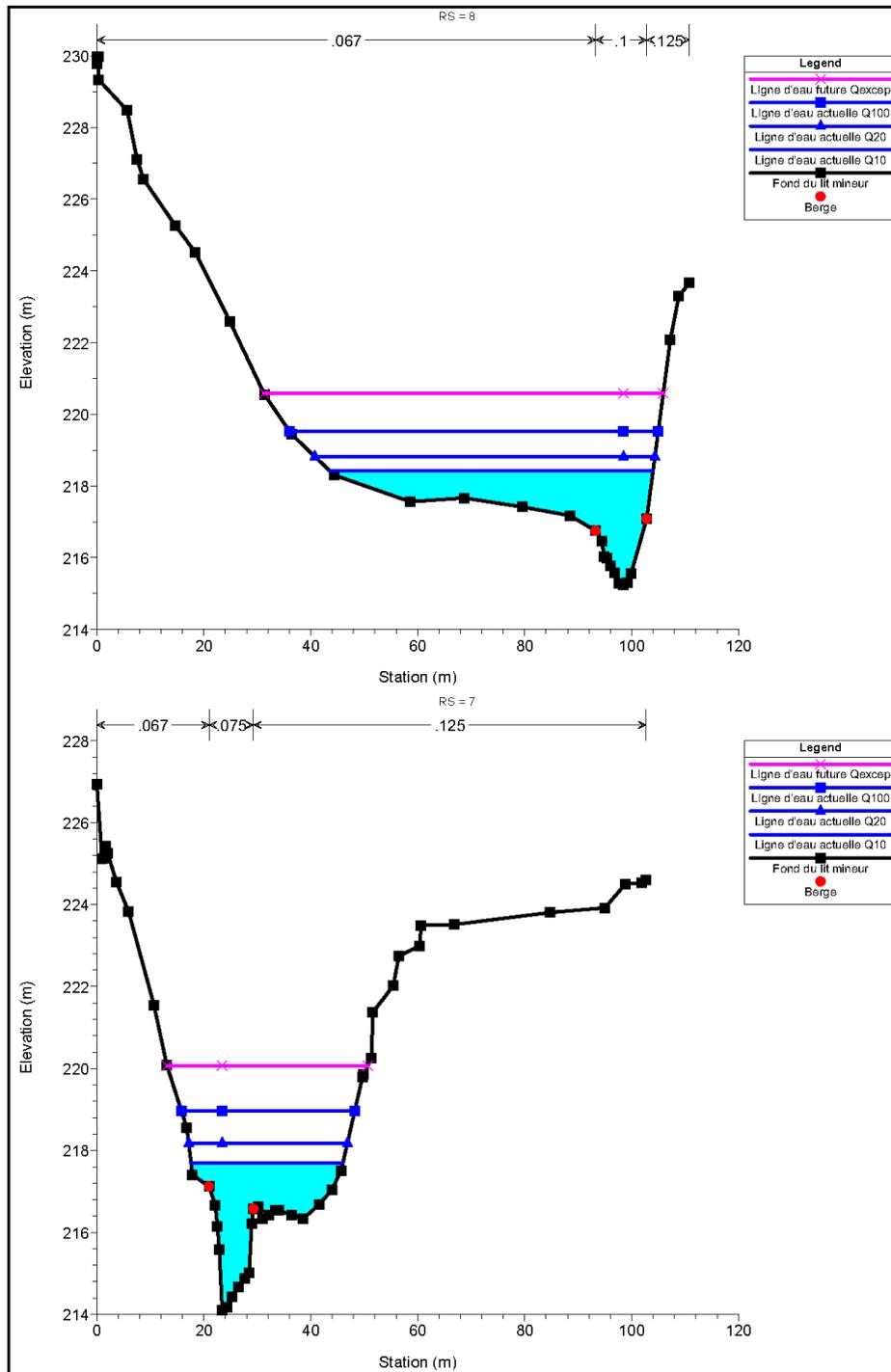


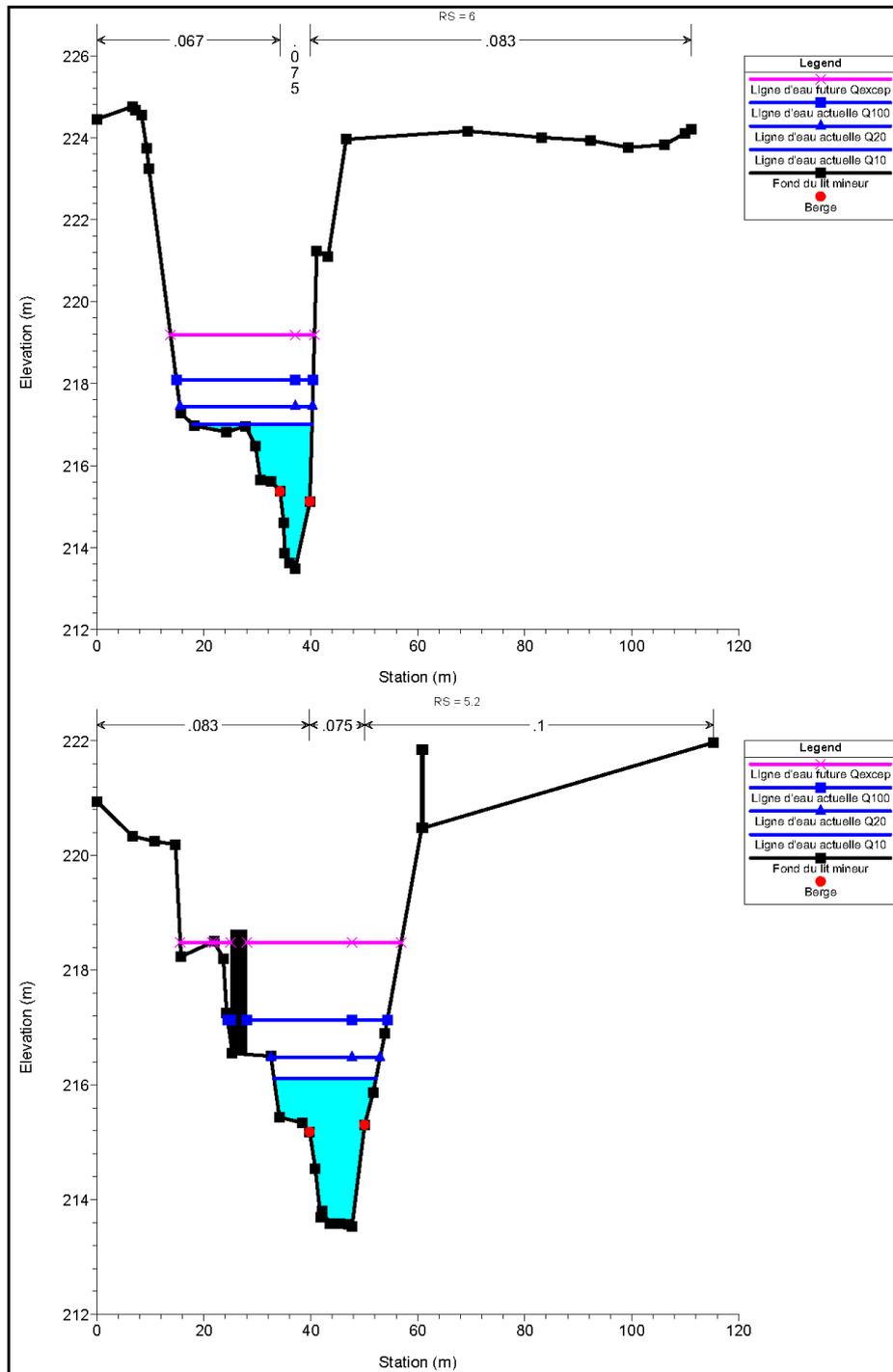


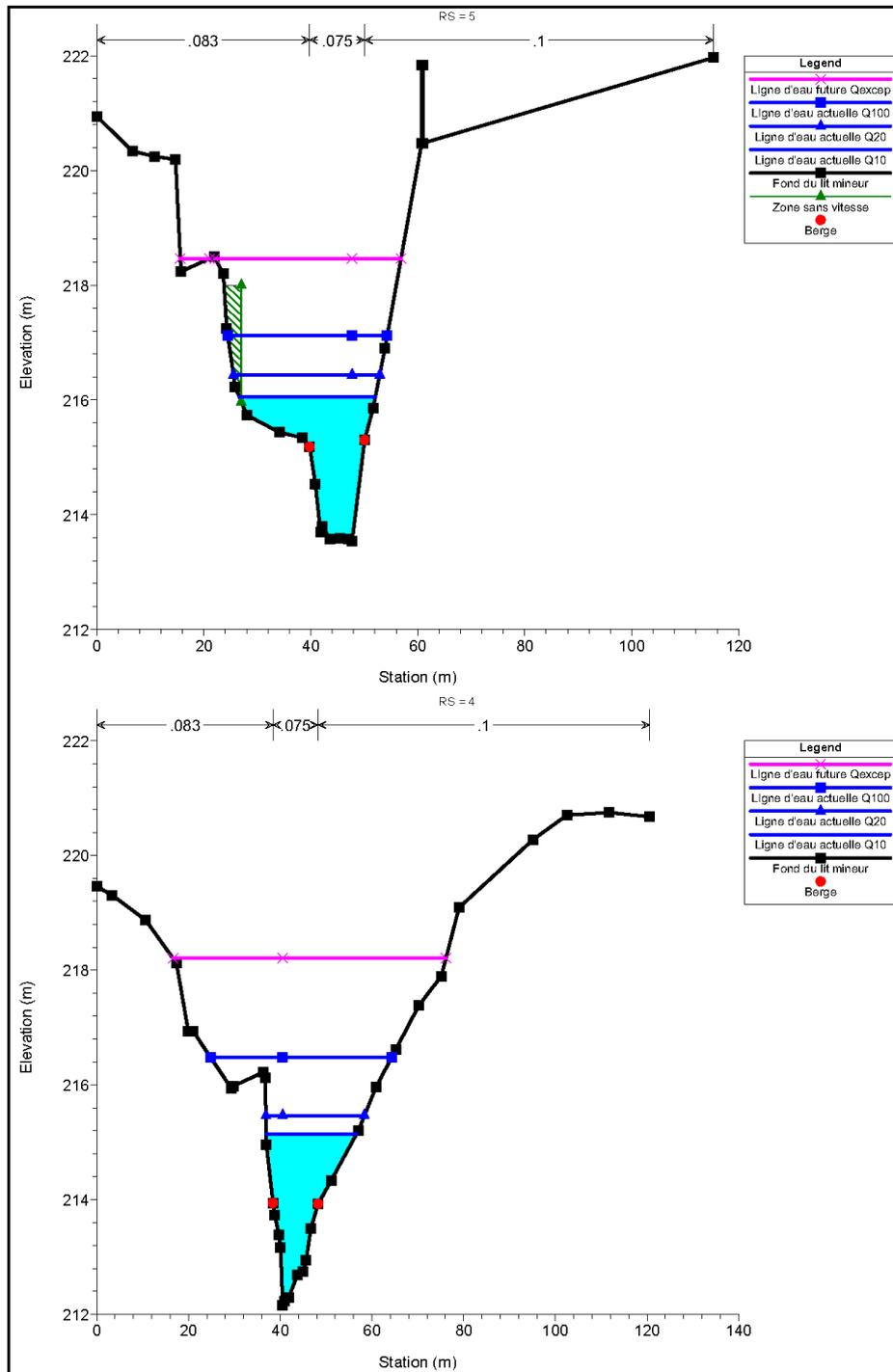












Mémoire EA 13 08 –EH - B	Commune de BARJOLS Etude hydraulique du bas du village et du quartier des Condamines
-----------------------------	---

## 10 - ANNEXE 3

### Planches graphiques

**Planche 1 Localisation géographique et délimitation des bassins versants**

**Planche 2 Présentation des levés topographiques**

**Planches 3 Hauteurs de submersion pour une crue d'occurrence 100 ans**

**Planches 3 Vitesses d'écoulement pour une crue d'occurrence 100 ans**

**Planches 4 Aléa inondation pour une crue d'occurrence 100 ans et aléa résiduel**

envéo Aménagement Ingénieurs Conseils Environnement, Eau et Infrastructures	ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DES ECREVISSES, DU RUISSEAU DE PONTEVES ET DE L'EAU SALEE	34/34
---	--	-------

