

6

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

**DOSSIER D'APPROBATION**

**ANNEXES INFORMATIVES**

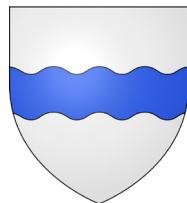
- 6.1. Le retrait-gonflement des sols argileux
- 6.2. Le radon
- 6.3. Le risque sismique
- 6.4. Les mouvements de terrain
- 6.5. Le risque inondation (hors PPRI)
- 6.6. La carte des périmètres et contraintes
- 6.7. Le guide de la couleur

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023









6.1

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023





Édité par la direction départementale des  
 territoires du Territoire de Belfort (90)

## **Le risque retrait gonflement des argiles sur le Territoire de Belfort**



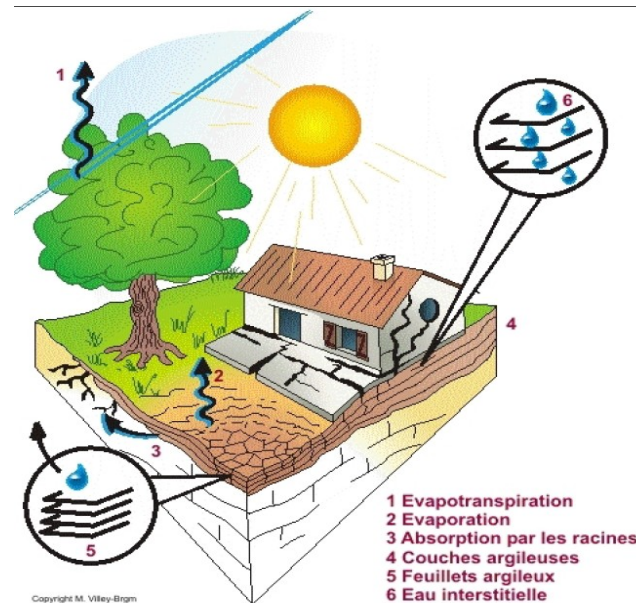
Mémento de l'élus local sur le phénomène de  
 retrait et de gonflements des sols argileux

## **Qu'est-ce que le risque de retrait gonflement des argiles (RGA) ?**

Le risque RGA est un risque naturel dû au changement de volume des argiles contenues dans le sol. Ce changement de volume dépend de l'humidité du sol :

- le gonflement a lieu lorsque la quantité d'eau est importante,
- le retrait survient quand celle-ci diminue.

Ces variations d'eau dans le sol peuvent être dues à des facteurs environnementaux comme la présence de végétation, les conditions climatiques (sécheresse, pluviométrie importante), etc ...



Copyright M. Villey-BRGM

©Copyright M. Villey BRGM

## **Quelle est ma responsabilité vis-à-vis du RGA ?**

Le RGA étant un risque naturel, votre responsabilité envers celui-ci est la même que pour les autres risques naturels et technologiques présents sur votre commune.

Vous avez de ce fait une obligation d'information auprès de vos administrés sur ce risque. Cela doit passer par le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), et peut être complété par de l'affichage communal.

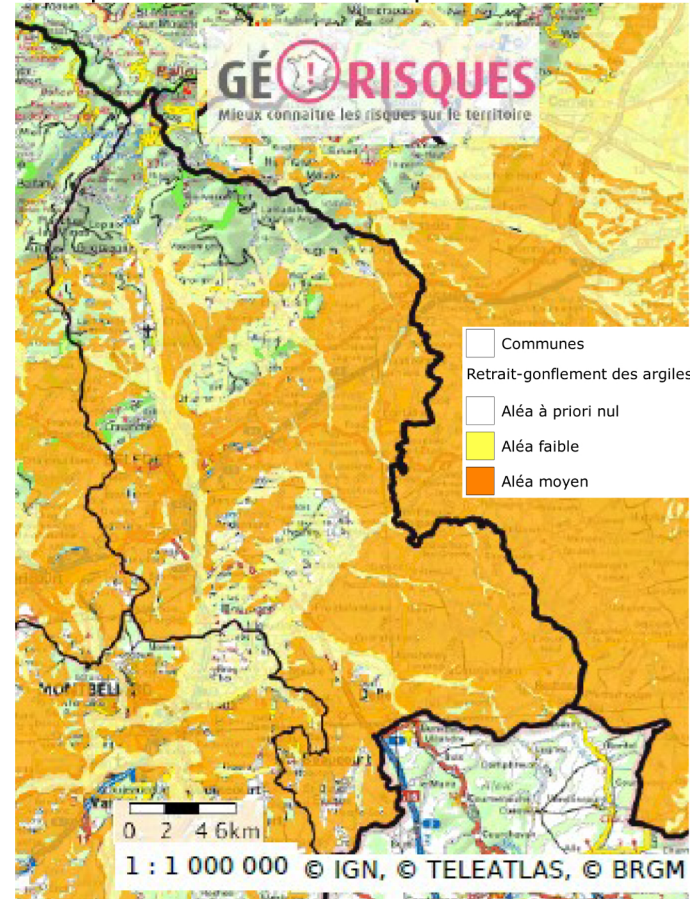
Pour les vendeurs et les bailleurs de biens immobiliers, il vous incombe de tenir à leur disposition les informations inclues dans le DICRIM et l'information aux acquéreurs locataires (IAL).

Dans le cadre de la compétence en matière de PLU, de document d'urbanisme en tenant lieu et de carte communale, vous avez une obligation de prévention auprès de vos administrés.





Quelques chiffres sur le département :



- Seule une commune n'est pas touchée par cet aléa sur le département (Lamadeleine-Val-Des-Anges).
- 58 % du département est concerné **par un aléa moyen (orange)**
- 17 % du département est concerné **par un aléa faible (jaune)**
- 25 % du département est concerné par **un aléa a priori nul**, toutefois il est possible de rencontrer localement de minces couches d'argile susceptibles de provoquer des sinistres.

## La procédure Cat Nat comment se déroule-t-elle ?

Pour qu'une commune soit reconnue en état de catastrophe naturelle, la mairie, doit remplir le cerfa n°13 669\*01 puis le transmettre à la préfecture.

La préfecture transmet l'ensemble des demandes du département au Ministère de l'Intérieur afin qu'elles soient soumises à un examen par la commission interministérielle compétente.

Dans le cadre du risque RGA, la commission se réunit **une fois par année civile (habituellement fin du second semestre de l'année suivant le phénomène)**, après réception des rapports d'experts annuels (rapports météorologiques notamment).

La demande de reconnaissance doit intervenir au plus tard 18 mois après le début de l'événement naturel qui lui a donné naissance (**loi 2007-1824 du 25 décembre 2007**).

Pour en savoir plus :

Dispositif de reconnaissance de l'État de catastrophe naturelle ministère de l'intérieur :

[Le dispositif de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle](#)

Guide « que faire en cas de dommage sur votre bien ? »

[https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-08/L19119\\_Secheresse\\_infog.pdf](https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-08/L19119_Secheresse_infog.pdf)

Site internet des services de l'Etat :

<http://www.territoire-de-belfort.gouv.fr>

Demandez conseil à la DDT ou à la préfecture.

Direction départementale des territoires du Territoire de Belfort

8 place de la révolution française

90020 BELFORT

[ddt@territoire-de-belfort.gouv.fr](mailto:ddt@territoire-de-belfort.gouv.fr)

## Comment savoir si ma commune est impactée par le RGA ?

Pour savoir si vous êtes impactés par ce risque, une carte départementale existe. Cette carte créée par le bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), s'appuie sur l'analyse des cartes géologiques, les analyses de sol ayant pu être effectuées, mais aussi sur l'examen des sinistres déclarés.

Il vous est possible de consulter ou télécharger cette carte gratuitement sur le site internet des services de l'État,

rubrique Politiques publiques > Sécurité et prévention > Protection de la population > Prévention des risques > Quels risques pour le territoire de Belfort ? > quels risques naturels concernent ma commune ?

## Que faire si des administrés sont victimes de RGA ?

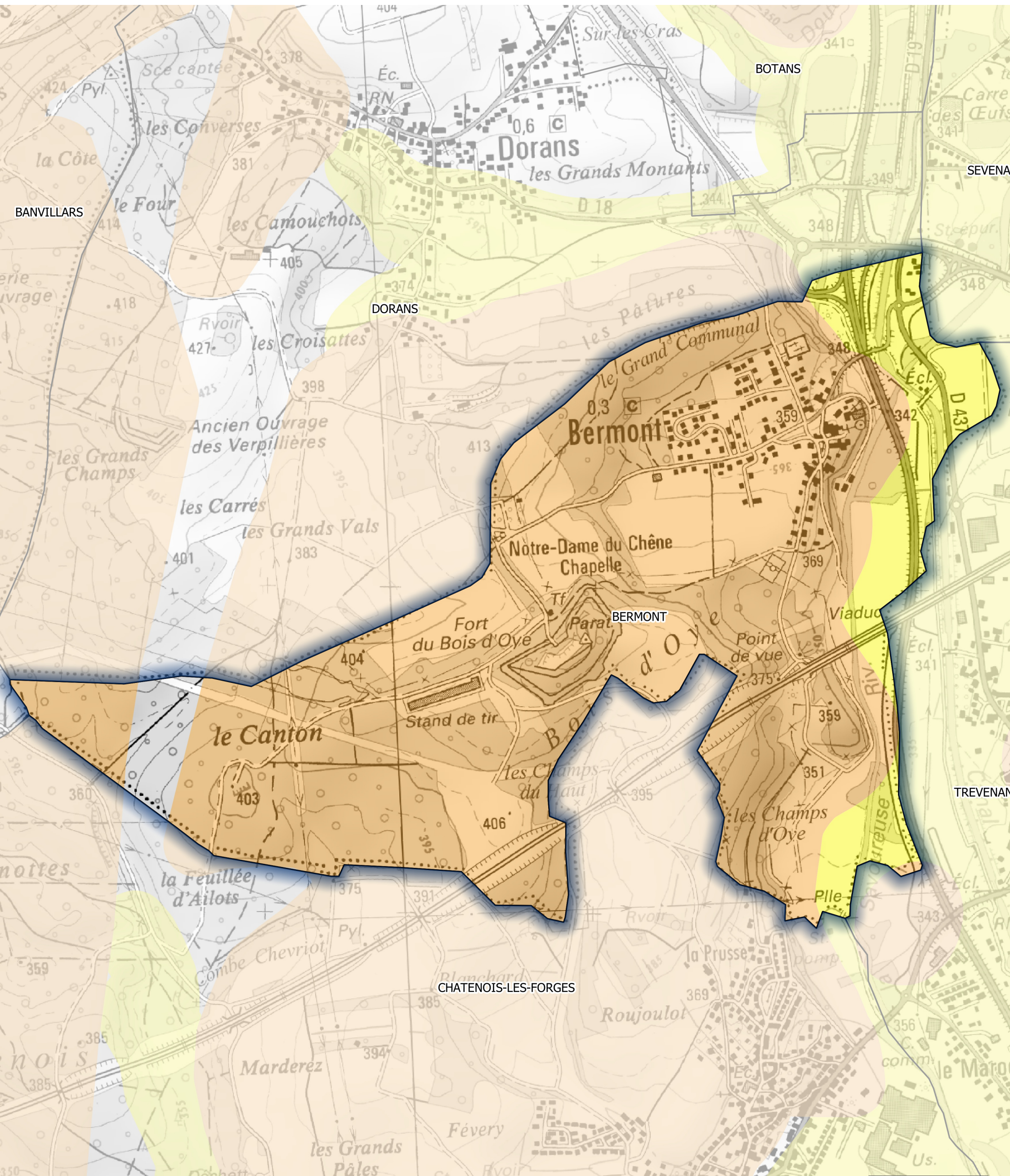
Suite à une période de sécheresse, il vous appartient de dresser un inventaire exhaustif des dégâts signalés, puis de transmettre un dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle à la Préfecture en remplissant le Cerfa n° 13 669\*01.

Vous pouvez retrouver ce document sur le site du ministère de l'intérieur, rubrique Mes démarches > Formulaires CERFA > Sécurité civile > Cerfa 13 669\*01 – Demande communale de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.



# Exposition au retrait-gonflement des argiles

## Commune de BERMONT



Aléa moyen  
Aléa faible

Note:  
Carte basée sur l'atlas de l'exposition retrait gonflement des argiles de 2019.  
L'étude repose sur des analyses de cartes géologiques et topographiques qui n'ont pas toujours été confirmées par des visites de terrain.  
Les informations présentées sont purement indicatives.

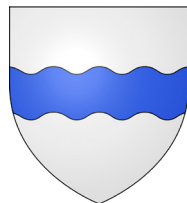
Sources:  
© IGN, BRGM, DDT 90 (Septembre 2019)



PREFETE  
DU TERRITOIRE  
DE BELFORT







6.2

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

**DOSSIER D'APPROBATION**

**LE RADON**

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023







## GESTION DU RISQUE RADON PAR LES PROPRIÉTAIRES

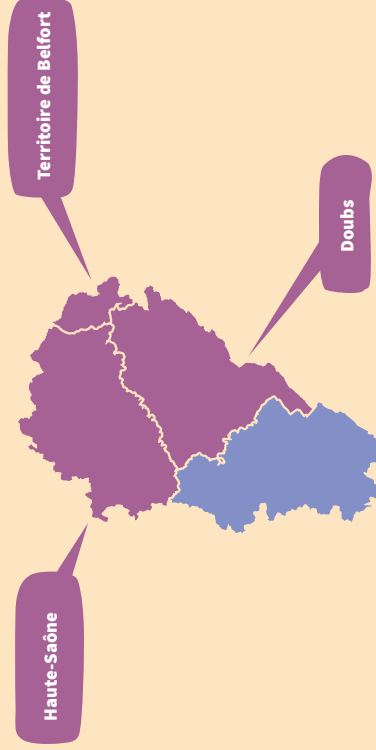
### Réglementation

Code de la santé publique

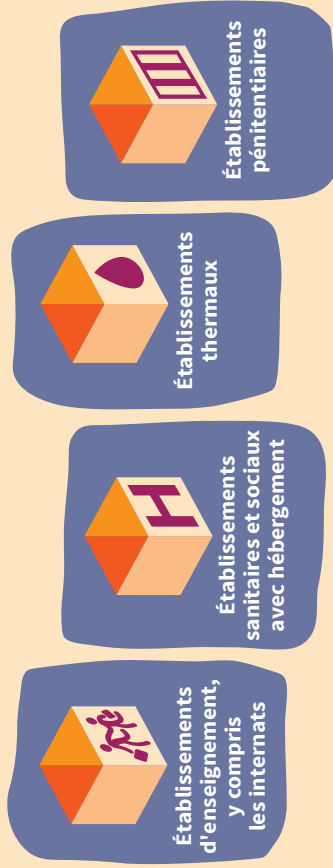
- article L1333-10 (obligation de surveillance et de réduction de l'exposition)
- article L1337-6 (sanctions pénales)
- article R1333-15 (champ et modalités d'application)
- article R1333-16 (communication des résultats des mesures)

Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public

### 3 départements à risque en Franche-Comté



### Établissements soumis à surveillance obligatoire



### Mesure du radon

par des organismes agréés par l'Autorité de sûreté nucléaire selon des méthodes normatives (normes ISO 11665).  
Résultats exprimés en Becquerel/mètre cube d'air intérieur (Bq/m³)

### Niveaux d'action

deux niveaux d'action réglementaires : **400 Bq/m³** et **1 000 Bq/m³**



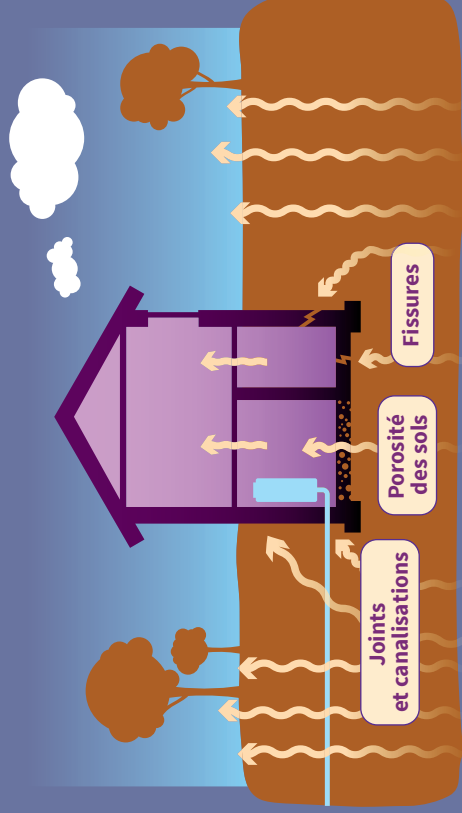
### Registre

pour assurer la traçabilité des résultats de mesures et des actions sur le bâtiment

### Communication

des résultats de mesures aux personnes fréquentant l'établissement

## SCHEMA DES VOIES D'ENTRÉE DU RADON DANS LE BÂTIMENT



## REMÉDIATION

Les travaux à entreprendre peuvent se regrouper en 3 familles de technique :

- 1 Assurer l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des entrées de radon
- 2 Augmenter le renouvellement d'air à l'intérieur des pièces habitées pour diluer le radon
- 3 Traiter le soubassement (vide sanitaire, cave, dallage sur terre-plein) pour réduire l'entrée du radon dans les pièces occupées du bâtiment

Attention, chaque bâtiment est unique :

- Adaptez les solutions de remédiation à votre cas particulier
- Traitez le bâtiment dans sa globalité
- Faites intervenir des professionnels du bâtiment dans leur spécialité
- Combinez les techniques d'étanchement et de ventilation

Référez-vous à l'**avis du 7 février 2005** du ministère chargé de la santé, annexé aux rapports des OA, relatif à la note d'information technique définissant les actions à mettre en œuvre sur les bâtiments pour la gestion du risque lié au radon (publié au JO du 22 février 2005)

## VOS INTERLOCUTEURS

- En cas de dépassement du niveau de **400 Bq/m³**, vous devez adresser à l'Agence régionale de santé le rapport complet de l'OA sous un mois :

### Agence régionale de santé de Franche-Comté

département santé environnement

La City - 3, avenue Louise Michel - 25044 Besançon cedex

Tél. : 03 81 47 82 30 - Fax : 03 81 83 22 05

[www.ars.franche-comte.sante.fr](http://www.ars.franche-comte.sante.fr)

- Pour les questions relatives aux agréments des organismes et à la réglementation :

### Division de Dijon de l'Autorité de sûreté nucléaire

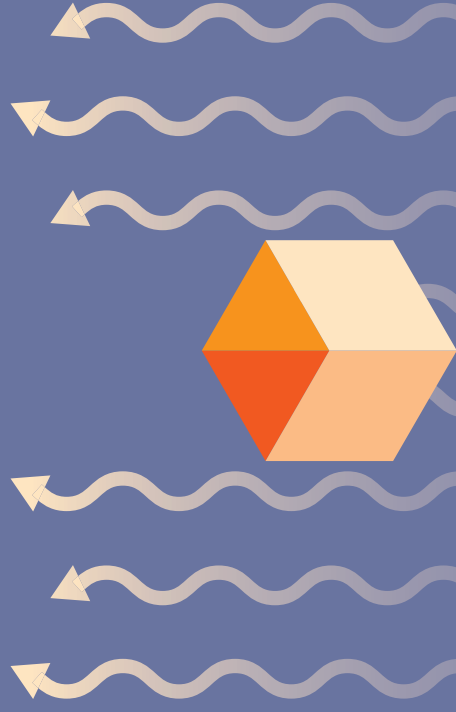
21 boulevard Voltaire - BP 37815 - 21078 Dijon cedex

Tél. : 03 45 83 22 66 - Fax : 03 45 83 22 94

[www.asn.fr](http://www.asn.fr)

Propriétaires de lieux ouverts au public,  
connaissez-vous vos obligations ?

# RADON EN FRANCHE-COMTÉ



Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle provenant de la désintégration d'éléments présents dans la croûte terrestre. Ce gaz et ses descendants solides inhalés émettent des rayonnements nocifs pour l'appareil respiratoire.

Le radon est un cancérigène pulmonaire certain.

Dans les espaces clos où il s'est concentré, une exposition régulière accroît le risque de développer un cancer du poumon. Cette exposition cumulée au tabagisme multiplie ce risque.

La Franche-Comté est concernée par ce risque : l'exposition de sa population est supérieure à la moyenne nationale.

Le radon est inodore et incolore. Il n'est détectable que par des mesures dosimétriques. Dans les zones à risque, les propriétaires de certains établissements doivent procéder à un dépistage du radon et mettre en œuvre des actions correctives selon les résultats.

## PROCESSUS DE GESTION DU RISQUE RADON

## DÉFINITIONS

### OA :

#### Organisme agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour réaliser des mesures de radon

- effectue, dans le cadre réglementaire, des mesures de l'activité volumique du radon exprimée en Bq/m<sup>3</sup>
- de niveau 1A (dépistage) et niveau 2 (investigations complémentaires) pour les lieux ouverts au public

<http://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Listes-agrements-d-organismes>

### DÉPISTAGE :

#### estimation périodique de l'exposition moyenne annuelle au radon

- **obligatoire**
- par mesure intégrée de l'activité volumique du radon (normes ISO 11665-4 et -8)
- effectué par un OA de niveau 1A
- au minimum pendant 2 mois (entre le 15 septembre et le 30 avril)
- **à renouveler tous les 10 ans ou après des travaux modifiant l'étanchéité ou la ventilation**

### ACTIONS SIMPLES :

#### actions correctives immédiates

- **obligatoires dès qu'une mesure dépasse 400 Bq/m<sup>3</sup>**
- étancher (porte de cave, entrées de gaine et canalisation...)
- vérifier et réaliser la maintenance de la ventilation
- améliorer la ventilation du sous-sol
- définir des consignes d'aération...

### DIAGNOSTIC DU BÂTIMENT :

#### inspection méthodique du bâtiment et de son environnement

- **obligatoire dès qu'une mesure dépasse 1 000 Bq/m<sup>3</sup> ou qu'un contrôle d'efficacité dépasse 400 Bq/m<sup>3</sup>**
- caractériser le bâtiment (âge, matériaux, surface, niveaux, sous-sol...)
- décrire les équipements (ventilation, aération, chauffage, eau chaude sanitaire)
- identifier les voies potentielles d'entrée du radon (porte, trappes, réseaux...)
- tester la faisabilité d'une mise en dépression du sous-sol

### INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES :

#### mesures complémentaires de radon

- par mesures ponctuelles ou en continu de l'activité volumique du radon (normes ISO 11665-5, -6 et -8)
- réalisées uniquement par un OA de niveau 2, à toutes périodes de l'année
- **nécessaires en complément du diagnostic du bâtiment** lorsque les voies d'entrées du radon ne sont pas identifiables par inspection visuelle

### TRAVAUX DE REMÉDIATION :

#### interventions sur le bâtiment pour faire baisser la concentration en radon

- modifier son étanchéité à l'air
- modifier la ventilation (renouvellement d'air, pressions)

### CONTRÔLE D'EFFICACITÉ :

#### mesure du radon après actions simples ou travaux de remédiation

- **obligatoire après des actions simples ou des travaux de remédiation**
- conditions de mesures intégrées identiques à celles du dépistage
- peut être précédée de mesures ponctuelles vérifiant rapidement l'efficacité des actions réalisées

### REGISTRE :

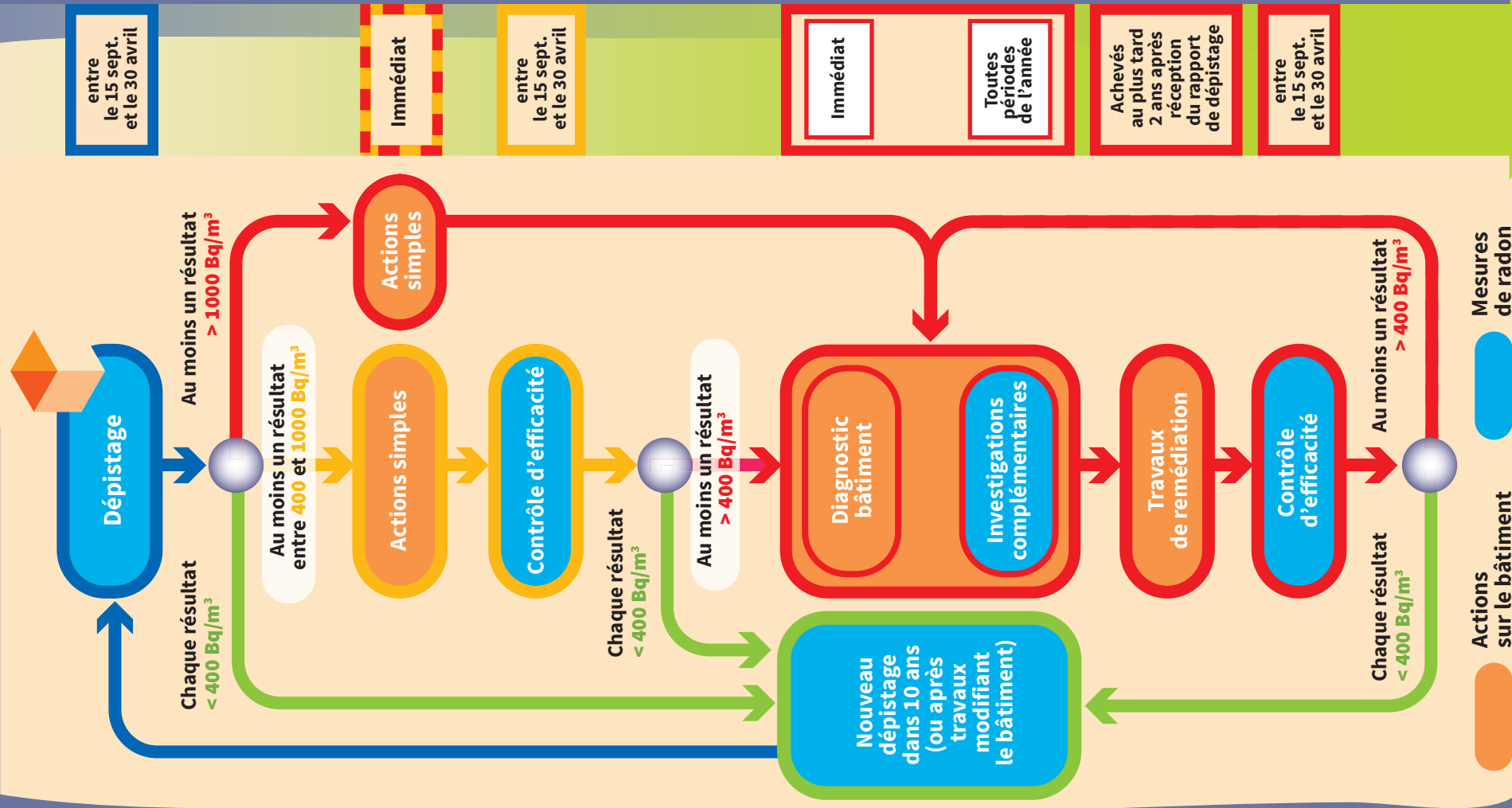
#### historique des mesures de radon et des actions simples ou travaux de remédiation

- **obligatoire**
- recense les mesures effectuées (type, localisation, dates, résultats, coordonnées de l'OA)
- détaille les actions simples et les travaux de remédiation réalisés (nature, localisation, date, intervenants)
- tenu à disposition des agents de contrôle, d'inspection ou de prévention visés par la réglementation
- fourni aux intervenants en charge d'effectuer des mesures (OA) ou des travaux
- transmis au nouveau propriétaire

### COMMUNICATION :

#### information sur les résultats des mesures de radon

- **obligatoire**
- au chef d'établissement et aux représentants du personnel
- aux médecins de prévention et aux médecins du travail si le bâtiment comporte des locaux de travail
- aux personnes fréquentant l'établissement
- à disposition des agents de contrôle, d'inspection ou de prévention visés par la réglementation

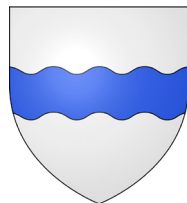




> ZONES À POTENTIEL RADON







6.3

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LE RISQUE SISMIQUE

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023







# La nouvelle RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE applicable aux bâtiments

dont le permis de construire est déposé  
à partir du 1<sup>er</sup> mai 2011

Janvier 2011



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergies et climat  
Prévention des risques  
Développement durable  
Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère  
de l'Écologie,  
du Développement  
durable,  
des Transports  
et du Logement

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

# La nouvelle réglementation

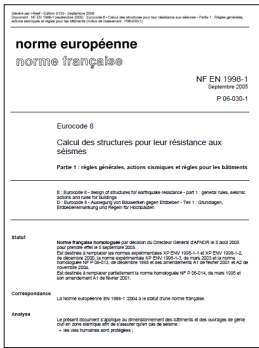
Le séisme de la Guadeloupe du 21 novembre 2004 et le séisme d'Epagny-Annecy du 15 juillet 1996 viennent nous rappeler que la France est soumise à un risque sismique bien réel. Les Antilles sont exposées à un aléa fort et ont connu par le passé de violents séismes. De même, bien que considérée comme un territoire à sismicité modérée, la France métropolitaine n'est pas à l'abri de tremblements de terre ravageurs comme celui de Lambesc de juin 1909 (46 victimes).

L'endommagement des bâtiments et leur effondrement sont la cause principale des décès et de l'interruption des activités. Réduire le risque passe donc par une réglementation sismique adaptée sur les bâtiments neufs comme sur les bâtiments existants. L'arrivée de l'Eurocode 8, règles de construction parasismique harmonisées à l'échelle européenne, conduit à la mise à jour de la réglementation nationale sur les bâtiments.

## Principe de la réglementation

La réglementation présentée concerne les bâtiments **à risque normal**, pour lesquels les conséquences d'un séisme sont limitées à la structure même du bâtiment et à ses occupants.

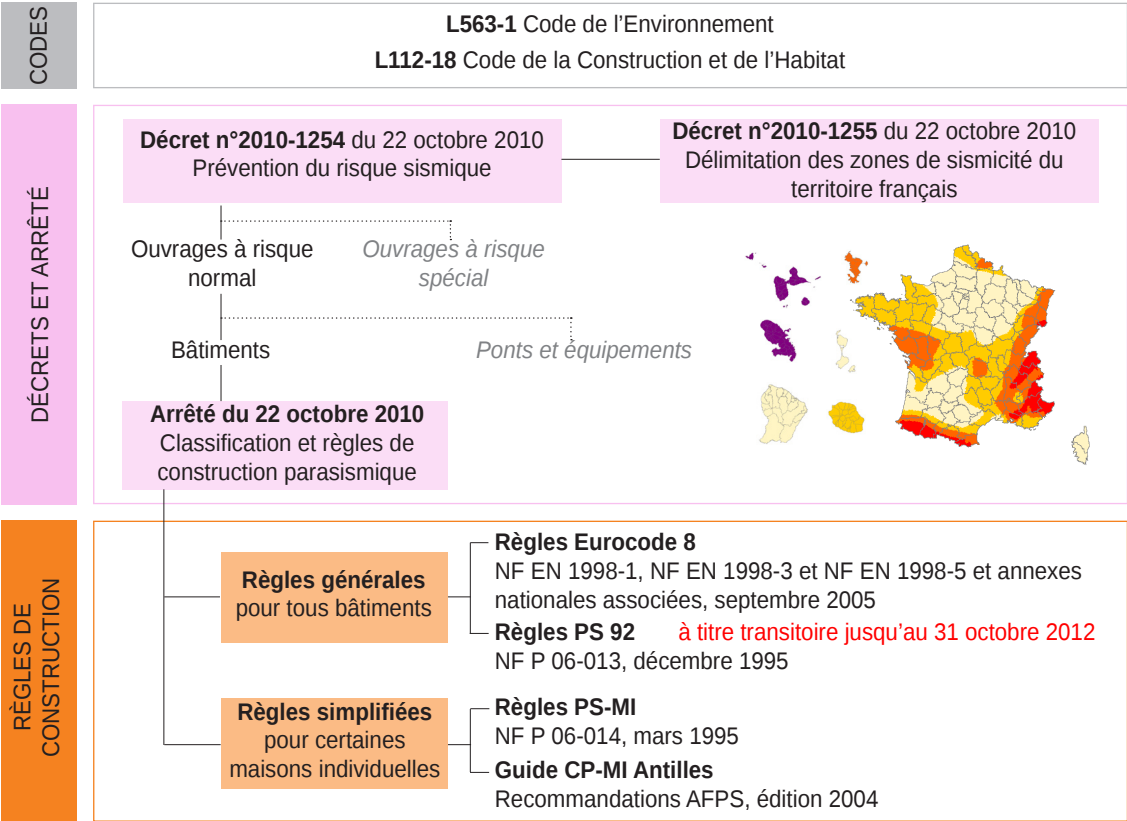
**Zonage sismique.** Le zonage sismique du territoire permet de s'accorder avec les principes de dimensionnement de l'Eurocode 8. Sa définition a également bénéficié des avancées scientifiques des vingt dernières années dans la connaissance du phénomène sismique.



**Réglementation sur les bâtiments neufs.** L'Eurocode 8 s'impose comme la règle de construction parasismique de référence pour les bâtiments. La réglementation conserve la possibilité de recourir à des règles forfaitaires dans le cas de certaines structures simples.

**Réglementation sur les bâtiments existants.** La réglementation n'impose pas de travaux sur les bâtiments existants. Si des travaux conséquents sont envisagés, un dimensionnement est nécessaire avec une minoration de l'action sismique à 60% de celle du neuf. Dans le même temps, les maîtres d'ouvrage volontaires sont incités à réduire la vulnérabilité de leurs bâtiments en choisissant le niveau de confortement qu'ils souhaitent atteindre.

## Organisation réglementaire

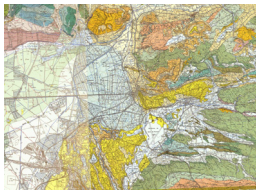




# Construire parasismique

## ■ Implantation

### ▪ Étude géotechnique



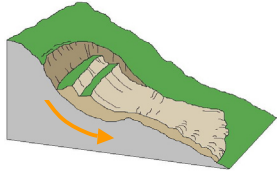
Extrait de carte géologique

Effectuer une étude de sol pour connaître les caractéristiques du terrain.  
  
Caractériser les éventuelles amplifications du mouvement sismique.

### ▪ Se protéger des risques d'éboulements et de glissements de terrain

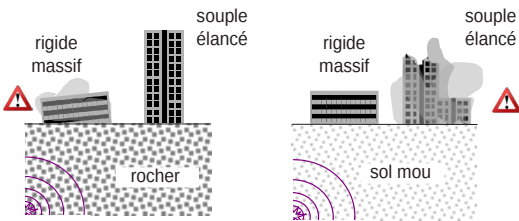
S'éloigner des bords de falaise, pieds de crête, pentes instables.

Le cas échéant, consulter le plan de prévention des risques (PPR) sismiques de la commune.



Glissement de terrain

### ▪ Tenir compte de la nature du sol



Privilégier des configurations de bâtiments adaptées à la nature du sol.

Prendre en compte le risque de la liquéfaction du sol (perte de capacité portante).

## ■ Exécution

### ▪ Soigner la mise en oeuvre

Respecter les dispositions constructives.

Disposer d'une main d'oeuvre qualifiée.

Assurer un suivi rigoureux du chantier.

Soigner particulièrement les éléments de connexion : assemblages, longueurs de recouvrement d'armatures...



Nœud de chaînage - Continuité mécanique



Mise en place d'un chaînage au niveau du rampant d'un bâtiment

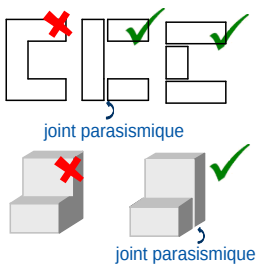
## ■ Conception

### ▪ Préférer les formes simples

Privilégier la compacité du bâtiment.

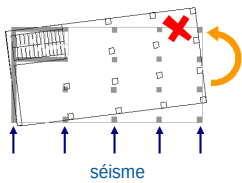
Limiter les décrochements en plan et en élévation.

Fractionner le bâtiment en blocs homogènes par des joints parasismiques continus.



### ▪ Limiter les effets de torsion

Distribuer les masses et les raideurs (murs, poteaux, voiles...) de façon équilibrée.

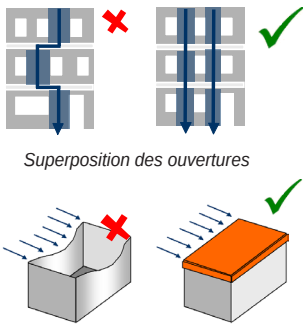


### ▪ Assurer la reprise des efforts sismiques

Assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure.

Superposer les éléments de contreventement.

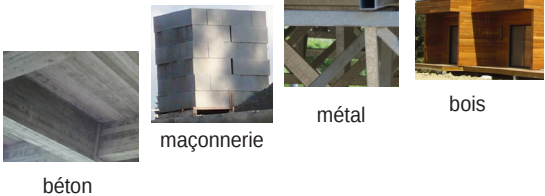
Créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux.



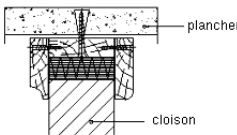
Limitation des déformations : effet «boîte»

### ▪ Appliquer les règles de construction

### ▪ Utiliser des matériaux de qualité



### ▪ Fixer les éléments non structuraux



Liaison cloison-plancher (extrait des règles PS-MI)

Fixer les cloisons, les plafonds suspendus, les luminaires, les équipements techniques lourds.

Assurer une liaison efficace des cheminées, des éléments de bardage...

# Comment caractériser les séismes ?

## Le phénomène sismique

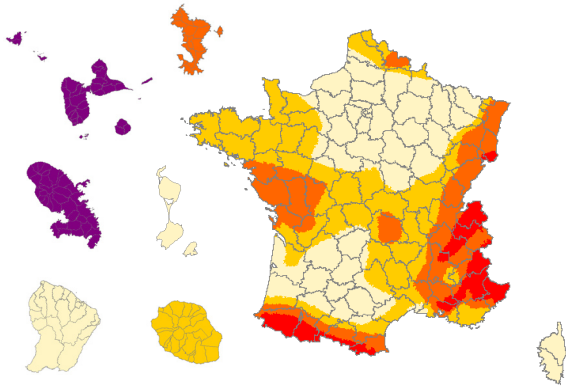
Les ondes sismiques se propagent à travers le sol à partir d'une source sismique et peuvent être localement amplifiées par les dernières couches de sol et la topographie du terrain. Un séisme possède ainsi de multiples caractéristiques : durée de la secousse, contenu fréquentiel, déplacement du sol... La réglementation retient certains paramètres simples pour le dimensionnement des bâtiments.

## Zonage réglementaire

Le paramètre retenu pour décrire l'aléa sismique au niveau national est une accélération  $a_{gr}$ , accélération du sol «au rocher» (le sol rocheux est pris comme référence).

Le zonage réglementaire définit cinq zones de sismicité croissante basées sur un découpage communal. La zone 5, regroupant les îles antillaises, correspond au niveau d'aléa le plus élevé du territoire national. La métropole et les autres DOM présentent quatre zones sismiques, de la zone 1 de très faible sismicité (bassin aquitain, bassin parisien...) à la zone 4 de sismicité moyenne (fossé rhénan, massifs alpin et pyrénéen).

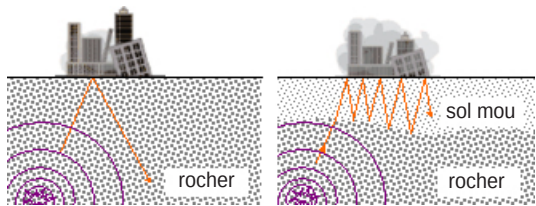
| Zone de sismicité | Niveau d'aléa | $a_{gr}$ (m/s²) |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Zone 1            | Très faible   | 0,4             |
| Zone 2            | Faible        | 0,7             |
| Zone 3            | Modéré        | 1,1             |
| Zone 4            | Moyen         | 1,6             |
| Zone 5            | Fort          | 3               |



## Influence du sol

La nature locale du sol (dizaines de mètres les plus proches de la surface) influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue cinq catégories principales de sols (de la classe A pour un sol de type rocheux à la classe E pour un sol mou) pour lesquelles est défini un coefficient de sol  $S$ . Le paramètre  $S$  permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

| Classes de sol | $S$ (zones 1 à 4) | $S$ (zone 5) |
|----------------|-------------------|--------------|
| A              | 1                 | 1            |
| B              | 1,35              | 1,2          |
| C              | 1,5               | 1,15         |
| D              | 1,6               | 1,35         |
| E              | 1,8               | 1,4          |



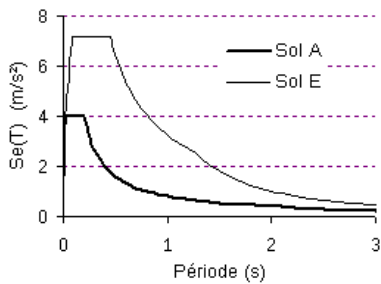
Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

## POUR LE CALCUL ...

### Pour le dimensionnement des bâtiments

Dans la plupart des cas, les ingénieurs structures utilisent des spectres de réponse pour caractériser la réponse du bâtiment aux séismes. L'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 définit les paramètres permettant de décrire la forme de ces spectres.

Exemple : spectre horizontal, zone de sismicité 4, catégorie d'importance II



# Comment tenir compte des enjeux ?

## Pourquoi une classification des bâtiments ?

Parmi les bâtiments à risque normal, le niveau de protection parasismique est modulé en fonction de l'enjeu associé. Une classification des bâtiments en catégories d'importance est donc établie en fonction de paramètres comme l'activité hébergée ou le nombre de personnes pouvant être accueillies dans les locaux.

Les conditions d'application de la réglementation dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment, tant pour les bâtiments neufs que pour les bâtiments existants. Les paramètres utilisés pour le calcul et le dimensionnement du bâtiment sont également modulés en fonction de sa catégorie d'importance.

## Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en quatre catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

| Catégorie d'importance |                                                                                     | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                      |    | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| II                     |   | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Habitations individuelles.</li><li>■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5.</li><li>■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.</li><li>■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, <math>h \leq 28</math> m, max. 300 pers.</li><li>■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes.</li><li>■ Parcs de stationnement ouverts au public.</li></ul>                              |
| III                    |  | <ul style="list-style-type: none"><li>■ ERP de catégories 1, 2 et 3.</li><li>■ Habitations collectives et bureaux, <math>h &gt; 28</math> m.</li><li>■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes.</li><li>■ Établissements sanitaires et sociaux.</li><li>■ Centres de production collective d'énergie.</li><li>■ Établissements scolaires.</li></ul>                                                                                                                    |
| IV                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public.</li><li>■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie.</li><li>■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.</li><li>■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.</li><li>■ Centres météorologiques.</li></ul> |

Pour les structures neuves abritant des fonctions relevant de catégories d'importance différentes, la catégorie de bâtiment la plus contraignante est retenue.

Pour l'application de la réglementation sur les bâtiments existants, la catégorie de la structure à prendre en compte est celle résultant du classement après travaux ou changement de destination du bâtiment.

## POUR LE CALCUL ...

### Le coefficient d'importance $\gamma_I$

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance  $\gamma_I$  qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8.

| Catégorie d'importance | Coefficient d'importance $\gamma_I$ |
|------------------------|-------------------------------------|
| I                      | 0,8                                 |
| II                     | 1                                   |
| III                    | 1,2                                 |
| IV                     | 1,4                                 |

# Quelles règles pour le bâti neuf ?

Le dimensionnement des bâtiments neufs doit tenir compte de l'effet des actions sismiques pour les structures de catégories d'importance III et IV en zone de sismicité 2 et pour les structures de catégories II, III et IV pour les zones de sismicité plus élevée.

## ■ Application de l'Eurocode 8

La conception des structures selon l'Eurocode 8 repose sur des principes conformes aux codes parasismiques internationaux les plus récents. La sécurité des personnes est l'objectif du dimensionnement parasismique mais également la limitation des dommages causés par un séisme.

De plus, certains bâtiments essentiels pour la gestion de crise doivent rester opérationnels.

## POUR LE CALCUL ...

### Décomposition de l'Eurocode 8

La **partie 1** expose les principes généraux du calcul parasismique et les règles applicables aux différentes typologies de bâtiments.

La **partie 5** vient compléter le dimensionnement en traitant des fondations de la structure, des aspects géotechniques et des murs de soutènement.

## ■ Règles forfaitaires simplifiées

Le maître d'ouvrage a la possibilité de recourir à des règles simplifiées (qui dispensent de l'application de l'Eurocode 8) pour la construction de bâtiments simples ne nécessitant pas de calculs de structures approfondis. Le niveau d'exigence de comportement face à la sollicitation sismique est atteint par l'application de dispositions forfaitaires tant en phase de conception que d'exécution du bâtiment.

- Les règles **PS-MI** «Construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés» sont applicables aux bâtiments neufs de catégorie II répondant à un certain nombre de critères, notamment géométriques, dans les zones de sismicité 3 et 4.
- Dans la zone de sismicité forte, le guide AFPS «Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles» **CP-MI** permet de construire des bâtiments simples de catégorie II, sous certaines conditions stipulées dans le guide.

## ■ Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

|        | I                                                                                   | II                                                                                  |                                                                                     | III                                                                                 | IV                                                                                    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|        |  |  |  |  |  |
| Zone 1 | aucune exigence                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
| Zone 2 |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
| Zone 3 | PS-MI <sup>1</sup>                                                                  |                                                                                     | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,1 m/s <sup>2</sup>                    | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =0,7 m/s <sup>2</sup>                    |                                                                                       |
| Zone 4 | PS-MI <sup>1</sup>                                                                  |                                                                                     | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,6 m/s <sup>2</sup>                    | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,1 m/s <sup>2</sup>                    |                                                                                       |
| Zone 5 | CP-MI <sup>2</sup>                                                                  |                                                                                     | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =3 m/s <sup>2</sup>                      | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,6 m/s <sup>2</sup>                    |                                                                                       |
|        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =3 m/s <sup>2</sup>                      |                                                                                       |

<sup>1</sup> Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

<sup>2</sup> Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

<sup>3</sup> Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

## ■ Cas particulier : les établissements scolaires simples en zone 2

Les établissements scolaires sont systématiquement classés en catégorie III. Cependant, pour faciliter le dimensionnement des bâtiments scolaires simples, les règles forfaitaires simplifiées PS-MI peuvent être utilisées en zone 2 sous réserve du respect des conditions d'application de celles-ci, notamment en termes de géométrie du bâtiment et de consistance de sol.



# Quelles règles pour le bâti existant ?

## Gradation des exigences

| TRAVAUX | Principe de base                                                                                                     | Je souhaite <b>améliorer le comportement</b> de mon bâtiment                                                               | Je réalise des <b>travaux lourds</b> sur mon bâtiment                                                                                                                                 | Je crée une <b>extension</b> avec joint de fractionnement                                               |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | L'objectif minimal de la réglementation sur le bâti existant est la non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment. | L'Eurocode 8-3 permet au maître d'ouvrage de moduler l'objectif de confortement qu'il souhaite atteindre sur son bâtiment. | Sous certaines conditions de travaux, la structure modifiée est dimensionnée avec les mêmes règles de construction que le bâti neuf, mais en modulant l'action sismique de référence. | L'extension désolidarisée par un joint de fractionnement doit être dimensionnée comme un bâtiment neuf. |

## Travaux sur la structure du bâtiment

Les règles parasismiques applicables à l'ensemble du bâtiment modifié dépendent de la zone sismique, de la catégorie du bâtiment, ainsi que du niveau de modification envisagé sur la structure.

|        | Cat. | Travaux                                                                                                             | Règles de construction                                         |
|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Zone 2 | IV   | > 30% de SHON créée<br>> 30% de plancher supprimé à un niveau                                                       | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=0,42 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 3 | II   | > 30% de SHON créée<br>> 30% de plancher supprimé à un niveau<br>Conditions PS-MI respectées                        | <b>PS-MI<sup>1</sup></b><br>Zone 2                             |
|        |      | > 30% de SHON créée<br>> 30% de plancher supprimé à un niveau                                                       | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$ |
|        | III  | > 30% de SHON créée                                                                                                 | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=0,66 \text{ m/s}^2$ |
|        | IV   | > 30% de plancher supprimé à un niveau                                                                              |                                                                |
| Zone 4 | II   | > 30% de SHON créée<br>Conditions PS-MI respectées                                                                  | <b>PS-MI<sup>1</sup></b><br>Zone 3                             |
|        |      | > 30% de SHON créée<br>> 30% de plancher supprimé à un niveau                                                       | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$ |
|        | III  | > 20% de SHON créée                                                                                                 | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=0,96 \text{ m/s}^2$ |
|        | IV   | > 30% de plancher supprimé à un niveau<br>> 20% des contreventements supprimés<br>Ajout équipement lourd en toiture |                                                                |
| Zone 5 | II   | > 30% de SHON créée<br>Conditions CP-MI respectées                                                                  | <b>CP-MI<sup>2</sup></b>                                       |
|        |      | > 20% de SHON créée<br>> 30% de plancher supprimé à un niveau<br>> 20% des contreventements supprimés               | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$  |
|        | III  | > 20% de SHON créée                                                                                                 | <b>Eurocode 8-1<sup>3</sup></b><br>$a_{gr}=1,8 \text{ m/s}^2$  |
|        | IV   | > 30% de plancher supprimé à un niveau<br>> 20% des contreventements supprimés<br>Ajout équipement lourd en toiture |                                                                |

<sup>1</sup> Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI

<sup>2</sup> Application **possible** du guide CP-MI

<sup>3</sup> Application **obligatoire** des règles Eurocode 8, partie 1

} La zone sismique à prendre en compte est celle immédiatement inférieure au zonage réglementaire (modulation de l'aléa).

## Agir sur les éléments non structuraux

Les éléments non structuraux du bâti (cloisons, cheminées, faux-plafonds etc.) peuvent se révéler dangereux pour la sécurité des personnes, même sous un séisme d'intensité modérée. Pour limiter cette vulnérabilité, l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans le bâtiment doit s'effectuer conformément aux prescriptions de l'Eurocode 8 partie 1 :

- pour les bâtiments de catégories III et IV en zone de sismicité 2,
- pour l'ensemble des bâtiments de catégories II, III et IV dans les zones 3, 4 et 5.

## ■ Entrée en vigueur et période transitoire

Les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 entrent en vigueur le **1<sup>er</sup> mai 2011**.

Pour tout permis de construire déposé avant le **31 octobre 2012**, les règles parasismiques PS92 restent applicables pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III ou IV ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire, d'une déclaration préalable ou d'une autorisation de début de travaux.

Cependant, les valeurs d'accélération à prendre en compte sont modifiées.

### POUR LE CALCUL ...

Valeurs d'accélération modifiées (m/s<sup>2</sup>) pour l'application des PS92 (à partir du 1<sup>er</sup> mai 2011)

|        | II  | III | IV  |
|--------|-----|-----|-----|
| Zone 2 | 1,1 | 1,6 | 2,1 |
| Zone 3 | 1,6 | 2,1 | 2,6 |
| Zone 4 | 2,4 | 2,9 | 3,4 |
| Zone 5 | 4   | 4,5 | 5   |

## ■ Plan de prévention des risques (PPR) sismiques

Les plans de prévention des risques sismiques constituent un outil supplémentaire pour réduire le risque sismique sur le territoire.

Ils viennent compléter la réglementation nationale en affinant à l'échelle d'un territoire la connaissance sur l'aléa (microzonage), la vulnérabilité du bâti existant (prescriptions de diagnostics ou de travaux) et les enjeux.

## ■ Attestation de prise en compte des règles parasismiques

Lors de la demande du permis de construire pour les bâtiments où la mission PS est obligatoire, une attestation établie par le contrôleur technique doit être fournie. Elle spécifie que le contrôleur a bien fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques au niveau de la conception du bâtiment.

A l'issue de l'achèvement des travaux, le maître d'ouvrage doit fournir une nouvelle attestation stipulant qu'il a tenu compte des avis formulés par le contrôleur technique sur le respect des règles parasismiques.

## ■ Contrôle technique

Le contrôleur technique intervient à la demande du maître d'ouvrage pour contribuer à la prévention des aléas techniques (notamment solidité et sécurité). Le contrôle technique est rendu obligatoire pour les bâtiments présentant un enjeu important vis-à-vis du risque sismique (article R111-38 du code de la construction et de l'habitation). Dans ces cas, la mission parasismique (PS) doit accompagner les missions de base solidité (L) et sécurité (S).

## POUR EN SAVOIR PLUS

Les organismes que vous pouvez contacter :

- Le ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)
- La direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN)
- La direction générale de la prévention des risques (DGPR)
- Les services déconcentrés du ministère :
  - Les Directions départementales des territoires (et de la mer) - DDT ou DDTM
  - Les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DREAL
  - Les Directions de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DEAL
  - Les Centres d'études techniques de l'équipement - CETE

Des références sur le risque sismique :

- Le site du Plan Séisme, programme national de prévention du risque sismique [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr)
- Le portail de la prévention des risques majeurs [www.prim.net](http://www.prim.net)

Janvier 2011



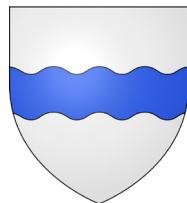
Direction générale de l'aménagement,  
du logement et de la nature  
Direction de l'habitat, de l'urbanisme  
et des paysages  
Sous-direction de la qualité et du développement  
durable dans la construction  
Arche sud 92055 La Défense cedex  
Tél. +33 (0)1 40 81 21 22











6.4

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023





## Le risque mouvement de terrain

### Définition

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements plus ou moins brutaux du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle (fonte des neiges, pluviométrie anormalement forte, séisme...) ou d'origine humaine (occasionnée par l'homme : terrassement, fuites de réseaux ou défauts dans la maîtrise des écoulements d'eau, vibrations, déboisements, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères)

Deux types de mouvements de terrain peuvent être distingués :

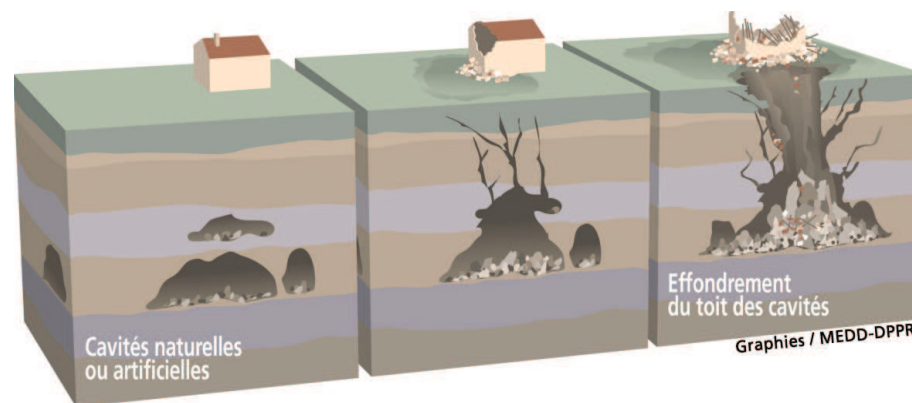
● les mouvements lents et continus :

- affaissements
- tassements
- phénomènes de retrait gonflement des argiles
- glissements de terrain

Dans ce cas, les conséquences sont essentiellement socio-économiques.

● les mouvements rapides et discontinus :

- effondrements
- écroulements et chutes de blocs
- coulées boueuse ou torrentielles



**Seuls les mouvements rapides sont directement dangereux pour l'homme.**

## Mouvement de terrain lié à l'activité minière

Dans le département du Territoire de Belfort, l'activité minière a généré des risques de mouvements de terrain avec les puits de mines exploités entre le XVI et le XVIII<sup>ème</sup> siècle.

Les travaux miniers souterrains représentent un facteur de risques qu'il est difficile de prévenir lorsque leur exploitation a été abandonnée et que leur localisation a été oubliée.

Les conséquences de ces travaux peuvent être diverses :

- affaissement en surface
- déstabilisation d'ouvrage construit au-dessus
- éboulement
- chute
- noyade





Entre 2005 et 2008, 36 anciennes mines souterraines (dont minières) ont été répertoriées sur 40 communes du Territoire de Belfort dans le cadre de l'étude dite de « Scanning des titres miniers ». Pour un bon nombre de ces anciennes mines ou minières, l'étude scanning conclut à l'absence de risque de mouvement de terrain en surface.

### **Deux catégories de mines existent dans le département**

#### ***Des anciennes mines polymétalliques (cuivre, plomb, argent et autres métaux)***

La région a connu une forte activité minière du 16<sup>ème</sup> siècle à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. Les mines ont été exploitées par intermittence et de façon artisanale pendant deux siècles. Le secteur au Nord et à l'Est de Giromagny présente une forte concentration de ces types de mines

#### ***Des anciennes mines de fer***

Elles ont été, pour la plupart, recensées dans le secteur de Belfort entre Châtenois-les-Forges au Sud et Eguenique au Nord-Est.





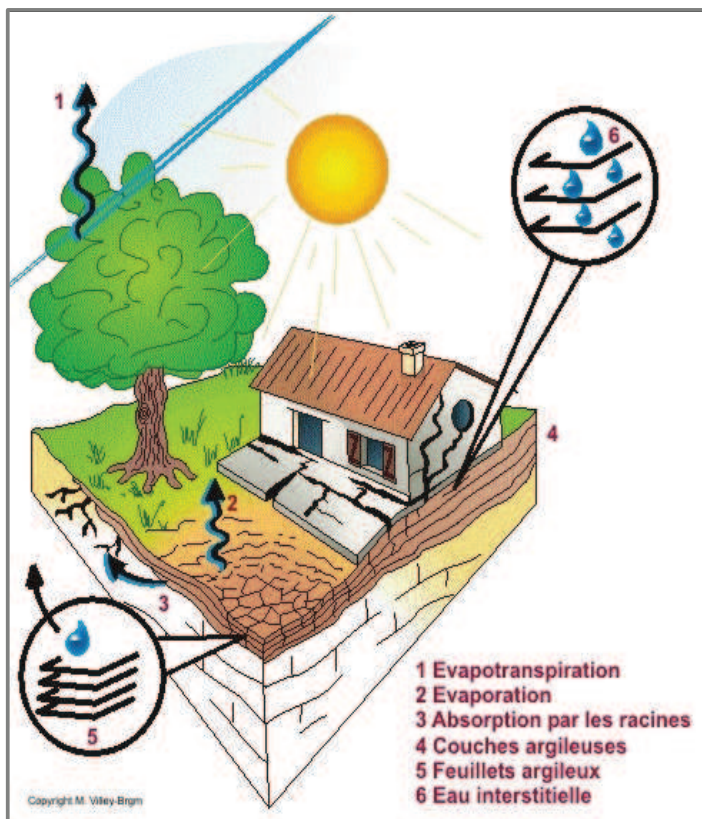
**Liste des communes concernées par un risque de mouvement de terrain résiduel en surface à cause d'au moins une ancienne mine :**

Andelnans, Auxelles-Bas, Auxelles-Haut, Bessoncourt, Châtenois-les-Forges, Chèvremont, Danjoutin, Deney, Eguenigue, Giromagny, Lacollonge, Lepuix-Gy, Menoncourt, Nommay, Pérouse, Phaffans, Plancher-Bas, Roppe, Sevenans, Trévenans, Vézelois.

**Pour information :** liste des communes concernées par une ancienne activité minière (un ou plusieurs titres et / ou minière(s)) mais pour lesquelles l'étude scanning conclut, sur la totalité du territoire et pour la totalité des titres, à une absence de risque résiduel de mouvement de terrain en surface : Angeot, Anjoutey, Belfort, Bethonvilliers, Bourg-sous-Châtelet, Delle, Fêche-l'Eglise, Felon, La Chapelle-sous-Rougemont, Lagrange, Lamadeleine-Val-des-Anges, Leval, Offemont, Petitefontaine, Plancher-les-Mines, Romagny-sous-Rougemont, Rougemont-le-Château, Saint-Germain-le-Châtelet, Vétrigne.



## Mouvement de terrain lié au retrait-gonflement des sols argileux



### Un phénomène naturel

Un sol argileux change de volume selon son degré d'humidité. Lorsque la quantité d'eau augmente, il gonfle, et lorsque la quantité d'eau diminue, il se rétracte. Ces variations d'eau sont dues à l'environnement (présence ou disparition d'eau de façon naturelle ou anthropique, présence de végétaux, conditions climatiques, ...)

### Les conséquences

Les désordres aux constructions pendant une sécheresse intense sont dus aux tassements différentiels du sol de fondation, pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ils résultent des fortes différences de teneur en eau au droit des façades (zone de transition entre le sol exposé à l'évaporation et celui qui en est protégé) et, le cas échéant, de la végétation proche. L'hétérogénéité des mouvements entre deux points de la structure va conduire à une déformation pouvant entraîner fissuration, voire rupture de la structure (murs, cloisons, huisseries, canalisations, ...).

La prise en compte, par les compagnies d'assurance, des sinistres liés à la sécheresse a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis l'année 1989 (début d'application de cette procédure aux sinistres résultant de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et la réhydratation des sols), près de 8 000 communes françaises, réparties dans 90 départements, ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle à ce titre.





## Identification des zones sensibles

### Carte départementale de l'aléa retrait gonflement

La réalisation de cette carte départementale s'appuie sur l'analyse des cartes géologiques, des essais et des analyses de sol (susceptibilité) ainsi que sur l'examen des sinistres.

Son échelle de validité est le 1/50 000 : pour une identification à l'échelle de la parcelle, une étude de sol s'impose.

De plus, dans les zones identifiées comme non argileuses (aléa a priori nul), il n'est pas exclu de rencontrer localement des lentilles argileuses susceptibles de provoquer des sinistres.

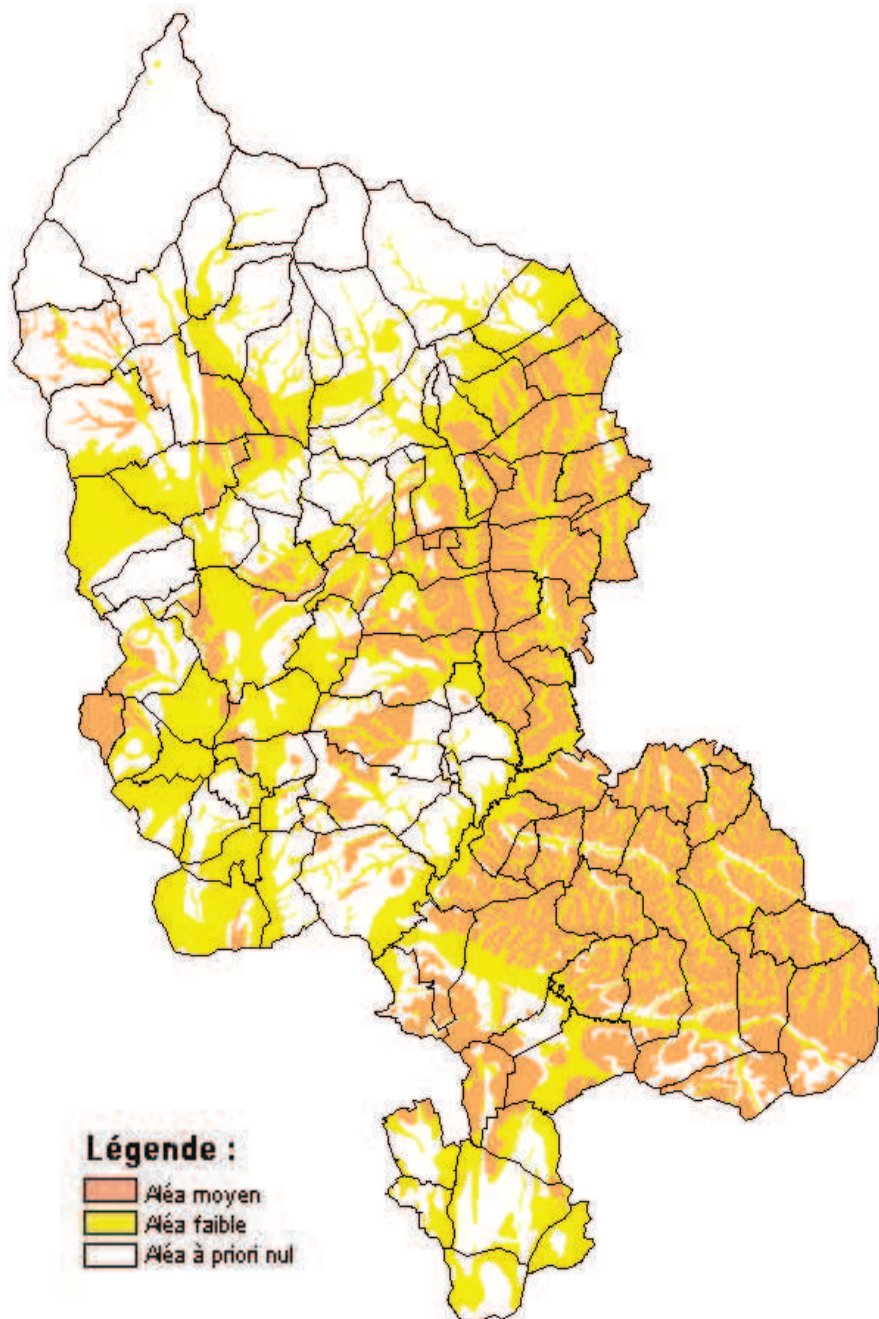
Quelques chiffres clés (rapport BRGM 2010)

- 9 sinistres localisés dans le Territoire de Belfort
- aléa moyen (en marron) 171 km<sup>2</sup> soit 28% du département
- aléa faible (en jaune) 207 km<sup>2</sup> soit 34% du département
- aléa a priori nul (en blanc) 232 km<sup>2</sup> soit 38% du département

A ce jour, dans le département, 2 communes (Buc et Rougemont-le-Château) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de l'été 2003 (185 dans le Jura, 34 en Haute Saône, 10 dans le Doubs).

#### Pour en savoir plus

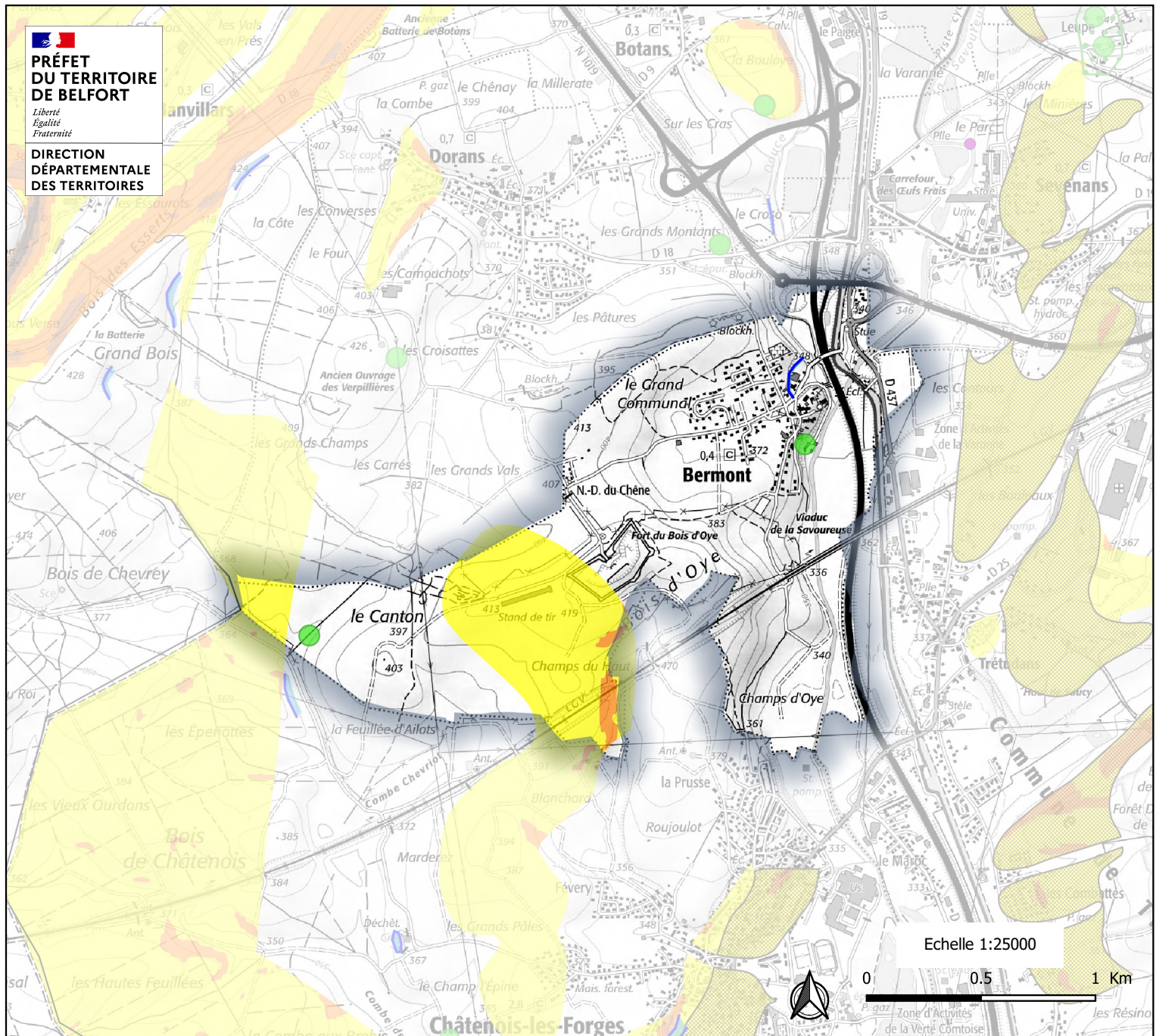
- Retrouvez les cartes d'aléa et des précisions sur les recommandations techniques sur le site dédié du BRGM : [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr)
- Téléchargez le guide « Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ? » sur le site du ministère en charge de l'écologie : [www.prim.net](http://www.prim.net)
- Demandez conseil à votre architecte ou maître d'œuvre ou renseignez-vous auprès de votre mairie, DDT, Préfecture ou du BRGM
- Trouvez les coordonnées d'un bureau d'étude géotechnique auprès de l'USG ([www.u-s-g.org](http://www.u-s-g.org)), de Syntec-Ingenierie ([www.syntec-ingenierie.fr](http://www.syntec-ingenierie.fr))





# Atlas des mouvements de terrain du Territoire de Belfort

## Commune de Bermont



### Phénomènes d'Eboulement

- Eboulement avéré
- Falaise
- Zone de potentielle chute de blocs

### Phénomènes d'Erosion de berges

- Erosion de berge avérée

### Phénomènes d'Affaissements / Effondrements

- Zonage de forte densité d'indices
- Zonage de moyenne densité d'indices
- Indice ponctuel (diam. 90 m)

### Phénomènes de Liquéfaction des sols

- Zone sensible à la liquéfaction en zone de sismicité 3
- Zone sensible à la liquéfaction en zone de sismicité 4

### Phénomènes de Glissements de terrain

- Éboulis
- Glissement avéré (BD-MVT)
- Zone de faible susceptibilité aux glissements (pente < 8°)
- Zone de moyenne susceptibilité aux glissements (8° < pente < 14°)
- Zone de forte susceptibilité aux glissements (14° < pente < 21°)
- Zone de très forte susceptibilité aux glissements (pente > 21°)



## Description des phénomènes

Un affaissement est une déformation souple sans rupture et progressive de la surface du sol. Elle se traduit par une dépression topographique en forme de cuvette généralement à fond plat et bords fléchis.

Un effondrement est un abaissement à la fois violent et spontané de la surface sur parfois plusieurs hectares et plusieurs mètres de profondeur, tout le terrain au dessus de la cavité s'effondrant d'un coup. La zone effondrée est limitée par des fractures sub-verticales.

Les affaissements et les effondrements surviennent au niveau de cavités souterraines qu'elles soient d'origines anthropiques (carrières, mines) ou naturelles (phénomènes de karstification et de suffosion). Ces cavités restent souvent invisibles en surface, sont de tailles variables (du mètre à la dizaine de mètres) et peuvent être interconnectées ou isolées.



Schéma de principe d'un affaissement – effondrement  
(Source Graphies MEDDAT)

## Conditions d'apparition

Il existe deux phénomènes naturels pouvant créer des cavités : la karstification et la suffosion.

La karstification est le phénomène de dissolution des **calcaires**, du **gypse** ou du **sel** par des eaux chargées en dioxyde de carbone.

L'intensité de ce phénomène s'accroît en fonction de la quantité d'eau, de sa teneur en dioxyde de carbone et de sa basse température. En effet, plus une eau est froide plus la teneur en gaz dissout peut y être élevée et ainsi rendre cette eau plus acide.

Ce phénomène permet la mise en place de faciès particuliers que l'on retrouve dans la partie souterraine (endokarst) sous forme de gouffres, grottes ou galeries, et à la surface (exokarst) sous forme de dolines, aven (gouffre) ou lapiaz.

La suffosion est un phénomène mécanique. Elle correspond à l'érosion interne générée par des circulations d'eaux souterraines. Dans les formations sédimentaires meubles, des écoulements d'eaux souterraines peuvent dans certains cas provoquer l'entraînement des particules les plus fines (sables fins et silts). Ce transport de matériaux engendre des instabilités et favorise le développement de vides pouvant parfois atteindre plusieurs mètres cubes. Les matériaux entraînés sont évacués soit par les fissures ouvertes d'un horizon rocheux proche, soit dans une cavité voisine (vide karstique, cave, ouvrage d'assainissement, etc...).



## Effets et conséquences

Les emplacements de cavités représentent des zones de fragilité géotechnique (effondrement, déstabilisation de la couverture pédologique...). L'évolution naturelle de la cavité peut petit à petit mener à un point d'instabilité. Les cavités associées à un réseau de nappes doivent leur stabilité aux appuis et reports de charges sur les matériaux avoisinants mais également au maintien des écoulements.

Suite à une modification de l'organisation de l'infiltration et du ruissellement, qu'elle soit naturelle ou anthropique (imperméabilisation des surfaces d'absorption, réactivation de dolines, colmatage de cavités ou injection d'eaux pluviales), le type de fonctionnalité de la cavité en place peut être transformée. Ces modifications fonctionnelles créent un déséquilibre de forces pouvant engendrer des effondrements brutaux ainsi que des affaissements qui auront pour conséquence la ruine de constructions et de possibles victimes. La perturbation des réseaux hydriques peut également créer de nouvelles zones inondables ou amplifier des zones préexistantes.



Conséquence d'un affaissement  
(Somme) – (Source : BRGM)

## Principales techniques de protection et de prévention

**Il conviendra de penser autant en protection et prévention des biens et infrastructures que de la préservation du milieu souterrain (sols et eaux).**

Autant du point de vue de la protection que de la prévention, il est fortement déconseillé (lorsqu'il n'est pas possible de l'interdire) de construire dans les zones d'influence des dolines et autres phénomènes karstiques.

Il est aussi important de ne pas obstruer ou reboucher les dolines, les avens, les pertes, ...

Dans le cas de projets de constructions ou d'aménagements dans des zones potentiellement karstifiées, il conviendra de réaliser une étude destinée à analyser l'aléa. Outre un volet géologique et géotechnique, cette étude devra impérativement comporter un volet hydro-géologique (recherche des éventuelles venues d'eau et autres nappes, description précise des adaptations techniques pour la prise en compte de ces dernières dans le cadre du projet, y compris des rejets) à l'échelle plus large que la parcelle. Le programme d'investigation de l'étude géotechnique devra clairement montrer la prise en compte du volet hydro-géologique. Cette étude devra faire apparaître les conséquences des aménagements envisagés, ainsi que les mesures de prévention à prendre pour garantir la pérennité des aménagements.

Les terrains aux abords des dolines sont en général très hétérogènes et de mauvaises caractéristiques géotechniques. Ainsi, on s'abstiendra autant que faire se peut, d'aménager le fond et le bord d'une doline.

**Les systèmes de protection et de prévention doivent être déterminés et dimensionnés par une étude spécifique de l'aléa. Chaque cas a sa solution spécifique.**



## Description des phénomènes

Les glissements de terrain sont des déplacements lents (quelques millimètres par an à quelques mètres par jour) d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture généralement courbe ou plane. Les coulées de boues résultent de l'évolution des glissements et prennent naissance dans leur partie aval. Ce sont des mouvements rapides d'une masse de matériaux remaniés.

L'extension des glissements de terrain est variable, allant du simple glissement de talus très localisé au mouvement de grande ampleur pouvant concerner l'ensemble d'un versant. Les profondeurs des surfaces de glissement varient ainsi de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

On parle de glissements superficiels dont les signes visibles en surface sont souvent spectaculaires (fissures dans les murs des habitations, bourrelets dans les champs, poteaux penchés...) et de glissements profonds qui présentent moins d'indices observables et qui sont donc plus difficilement détectables.

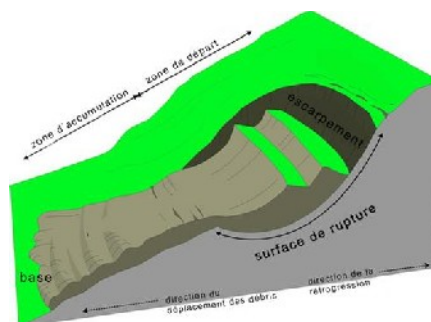


Schéma d'un glissement « parfait »  
(Source : DDT71)

## Conditions d'apparition

Les conditions d'apparition du phénomène sont liées à la nature et à la structure des terrains, à la morphologie du site, à la pente topographique et à la présence d'eau.

Les matériaux affectés sont très variés (roches marneuses ou schisteuses, formations tertiaires altérées, colluvions fines, moraines argileuses, etc.) mais globalement la présence d'argile en forte proportion est toujours un élément défavorable compte tenu de ses mauvaises caractéristiques mécaniques. La saturation des terrains en eau (présences de sources, fortes précipitations, fonte des neiges brutales) joue aussi un rôle moteur dans le déclenchement de ces phénomènes.

D'autre part, des facteurs déclenchant peuvent être la source d'un glissement. Ces facteurs peuvent être d'origine naturelle (fortes pluies, fonte des neiges qui entraînent une augmentation des pressions interstitielles, affouillement des berges, effondrement de cavités sous-minant le versant, ou séisme, etc.), ou d'origine anthropique suite à des travaux (surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, rejets d'eau, certaines pratiques culturelles, déboisement, etc.).

## Effets et conséquences

Du fait des fissures, des déformations et des déplacements en masse, les glissements peuvent entraîner des dégâts importants aux constructions. Dans certains cas, ils peuvent provoquer leur ruine complète (formation d'une niche d'arrachement d'ampleur plurimétrique, poussée des terres incompatible avec la résistance mécanique de la structure).

L'expérience montre que les accidents de personnes dus aux glissements et coulées sont peu fréquents, mais possibles.



Conséquence d'un glissement de terrain (Calvados) – (Source : DIREN)

## Principales techniques de protection et de prévention

**Les techniques de protections collectives sont à privilégier par rapport aux techniques de protections individuelles. C'est-à-dire que, lors d'une étude, il convient dans un premier temps d'agir sur l'aléa. Si, techniquement et/ou financièrement, cela n'est pas possible, alors l'action sera orientée vers les enjeux.**

Il existe 3 grandes familles de techniques de protection et de prévention, qui, de la moins chère à la plus onéreuse, sont :

- les drainages,
- les terrassements,
- la mise en place d'inclusions rigides.

D'un glissement déclaré ou d'une zone à glissements potentiels dépendra l'utilisation d'une technique ou d'une autre. En effet, pour un glissement déclaré d'ampleur maîtrisable, les trois familles sont utilisables alors que pour une zone sensible, un drainage est parfois suffisant.

La prévention la plus simple (donc la moins onéreuse) consiste à maîtriser tous les rejets d'eau (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage) et à éviter tout terrassement susceptible de déstabiliser le terrain.

**Les systèmes de protection et de prévention doivent être déterminés et dimensionnés par une étude spécifique de l'aléa. Chaque cas a sa solution spécifique.**



**PRÉFET  
DU TERRITOIRE  
DE BELFORT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**DIRECTION  
DÉPARTEMENTALE  
DES TERRITOIRES**

# **Guide départemental de recommandations pour la prise en compte des mouvements de terrain dans l'urbanisme**

## **TERRITOIRE DE BELFORT**

## Sommaire

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Contexte.....                                                                                                                          | 3  |
| II. Objectifs du guide de recommandations.....                                                                                            | 4  |
| III. Prise en compte au stade de la planification.....                                                                                    | 5  |
| 1. Principe général.....                                                                                                                  | 5  |
| 2. Cas particulier.....                                                                                                                   | 6  |
| IV. Prise en compte dans l'instruction des autorisations d'urbanisme.....                                                                 | 10 |
| V. Liste de prescriptions pour certains projets.....                                                                                      | 13 |
| VI. Règles de bonne pratique.....                                                                                                         | 18 |
| 1. Bonne pratique en zone de glissement de terrain.....                                                                                   | 18 |
| 2. Bonne pratique pour les phénomènes d'érosion de berges.....                                                                            | 19 |
| VII. Études géotechniques.....                                                                                                            | 20 |
| 1. Qu'est-ce qu'une étude géotechnique ?.....                                                                                             | 20 |
| 2. Quelles sont ses étapes et son contenu ?.....                                                                                          | 21 |
| 3. Contenu requis en zone soumise aux phénomènes d'affaissement et effondrement d'origine karstique.....                                  | 22 |
| Contenu requis en zone soumise aux phénomènes de glissement de terrain.....                                                               | 23 |
| Contenu requis en zone soumise aux phénomènes de liquéfaction des sols.....                                                               | 23 |
| VIII. Études de faisabilité face aux phénomènes d'éboulement et de chutes de blocs.....                                                   | 24 |
| IX. Glossaire.....                                                                                                                        | 25 |
| X. Annexes.....                                                                                                                           | 28 |
| 1. Exemple de rédaction d'un avis au titre du R.111-2 du code de l'urbanisme.....                                                         | 28 |
| 2. Logigramme d'aide à l'instruction des autorisations d'urbanisme (utilisation exclusive du guide départemental de recommandations)..... | 29 |



# I. Contexte

---

Les mouvements de terrains sont des phénomènes d'origine très diverses. Ils présentent parfois un danger pour la vie des personnes et les dommages qu'ils occasionnent peuvent avoir des conséquences socio-économiques considérables.

Ils regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et des millions de mètres cubes de terrain. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quasi instantanés).

Le Territoire de Belfort se situe à cheval sur trois domaines géographiques et géologiques distincts : la partie montagneuse du massif des Vosges au nord, les hautes plaines du Sundgau à l'est et les collines calcaires pré-jurassiennes au sud et à l'ouest. Dans ce contexte, le département est soumis à des phénomènes de mouvements de terrain, que l'on distingue en cinq classes :

- les affaissements et effondrements\* ;
- les glissements de terrains\* ;
- les éboulements et chutes de blocs\* ou de pierres ;
- les érosions de berges\* ;
- la liquéfaction des sols\*.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de prévention des risques naturels, les services de l'État élaborent des outils qui permettent de recenser et de communiquer cette connaissance relative aux phénomènes naturels. Dans cette optique que la direction départementale des territoires du Territoire de Belfort (DDT 90) a mandaté le CEREMA, département laboratoire d'Autun, en 2012, pour recenser les mouvements de terrain en présence et en établir un atlas cartographique.

En 2019, la DDT 90 a chargé le CEREMA de mettre à jour l'atlas des mouvements de terrain du Territoire de Belfort. De nouvelles cartes d'aléas ont ainsi été produites en octobre 2020 à l'échelle du département sur la base de visites de terrain, d'analyse des récentes cartes IGN et des bases de données du bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Un rapport d'étude détaille les méthodes appliquées, et propose, sur la base des réflexions menées au sein d'un groupe de travail régional de Bourgogne Franche-Comté, des recommandations pour la prise en compte des phénomènes de mouvements de terrain dans les documents et autorisations d'urbanisme.

Le présent guide départemental s'appuie sur ces propositions et recommandations pour proposer des règles communes au Territoire de Belfort. Elle émane de la volonté des services de l'État d'aménager le territoire de manière résiliente face à ces aléas, dont la survenue et l'intensité pourraient s'aggraver dans le contexte du changement climatique.

---

\* Voir glossaire

## II. Objectifs du guide de recommandations

---

Les mouvements de terrain cartographiés et présentés dans l'atlas des mouvements de terrains du Territoire de Belfort sont des phénomènes naturels, dont la probabilité d'occurrence et l'intensité sont difficiles à réduire. Afin de limiter les risques, il convient donc d'agir sur les enjeux et leur développement. Le présent guide départemental a donc pour objectifs d'apporter aux autorités compétentes en matière d'aménagement du territoire, des recommandations pour la prise en compte des mouvements de terrain dans leur projet et de proposer des mesures de réduction de vulnérabilité face à ces aléas.

Les recommandations des chapitres suivants reprennent les mesures d'aménagement proposées dans le rapport d'étude du CEREMA pour les projets situés dans les zones soumises à un ou des phénomènes de mouvements de terrain. Ces mesures découlent par ailleurs du « guide de recommandations pour l'instruction du droit des sols et la planification du territoire de la région Bourgogne Franche-Comté ».

Ce guide de recommandation a vocation d'être un outil d'aide à la décision pour les collectivités lors de l'élaboration de leur document d'urbanisme (PLU, PLUi, cartes communales) et lors de l'instruction des demandes d'autorisations d'urbanisme.

Elles pourront à ce titre s'y référer pour rédiger le règlement écrit qui accompagnera le zonage graphique de leur PLU(i) ou pour appliquer l'article R. 111-2 du Code de l'urbanisme pour refuser ou accompagner de prescriptions spéciales les autorisations d'urbanisme relatives aux projets de construction qui, par leur situation ou leurs dimensions, seront de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique. Les autorités compétentes pourront donc refuser un projet ou émettre des prescriptions particulières pour l'autoriser.

Le fil conducteur de cet guide demeure toutefois le principe d'évitement. Dans un premier temps, doit être recherché, de manière privilégiée, le développement de l'urbanisation en dehors des zones soumises aux aléas de mouvements de terrain. Si cela n'est pas possible, il conviendra, dans un second temps, d'orienter les aménagements vers les zones de plus faibles intensité d'aléa ou présentant le moindre risque.

### III. Prise en compte au stade de la planification

---

Il convient de prendre en compte le plus en amont possible l'existence des aléas naturels sur le territoire d'étude. Une bonne connaissance des aléas permet de localiser les secteurs non propices à l'ouverture à l'urbanisation, et les secteurs où l'urbanisation est admissible en respectant certaines prescriptions afin de limiter leur vulnérabilité aux aléas mouvements de terrains.

Dans le cadre de l'élaboration ou de la révision de leur document de planification (PLU, PLUi, cartes communes), les collectivités devront intégrer la connaissance, la plus fine et complète possible, sur les phénomènes de mouvements de terrain qui sont à leur disposition.

#### 1. Principe général

L'atlas départemental des mouvements de terrain a été dressé à l'échelle départementale. Il pourra utilement servir de socle à l'élaboration d'une étude d'aléas plus fine à l'échelle communale ou intercommunale, mais en tout état de cause, il n'est pas conseillé de le reprendre directement pour la rédaction d'un document d'urbanisme.

À cet égard, les collectivités pourront mener une étude à l'échelle de leur projet pour préciser les contours des aléas et réévaluer leur intensité. Elles auront la possibilité, selon les conclusions de l'étude, de proposer des règles d'urbanisme et d'aménagement propres à leur territoire, qui seront dans la mesure du possible être compatibles avec le principe d'évitement et le guide départemental de recommandation.

Le rapport de présentation du document d'urbanisme résumera la ou les différentes études à disposition, comportera les cartographies détaillées et les conclusions générales dûment justifiées.

En fonction des aléas et de leur niveau, les plans de zonage pourront aboutir au classement des secteurs les plus à risque en zone inconstructible.

#### Exemple de la ville de Belfort

La ville de Belfort, dans le cadre de la révision de son plan local d'urbanisme (PLU), a voulu mettre à jour et préciser la cartographie des phénomènes de mouvements de terrain sur son territoire. En 2019, elle a ainsi fait réaliser par le BRGM une « cartographie des aléas effondrement/affaissement lié au karst, glissement de terrain et chute de blocs sur la commune de Belfort (90) »

Cette étude, conduite à l'échelle communale, a abouti à une cartographie des aléas plus fine que l'atlas des mouvements de terrain du Territoire de Belfort, avec une classification selon 5 niveaux d'aléas (fort, moyen, faible, très faible et *a priori* nul).

Les plans du PLU reprennent les cartes d'aléas et le règlement contient des recommandations et des prescriptions propres à chacun des niveaux d'aléas identifiés.

L'instruction des autorisations d'urbanisme s'effectue sur la base de ces cartes et règles, qui se substituent aux recommandations du guide départemental.

Les dispositions générales du règlement sont ainsi rédigées :

*« L'atlas mouvement de terrains » réalisé par le CETE en 2012 à l'échelle départementale a mis en évidence des zones de susceptibilités à divers mouvements de terrains. Ces zones de susceptibilités sont reportées sur le plan des contraintes géologiques (voir Règlement graphique).*

*Cet atlas n'étant pas assez détaillé pour connaître précisément les risques encourus et les mesures à prendre pour remédier, il a été demandé au Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de définir clairement les zones impactées et de caractériser chaque phénomène en définissant les différents types et niveaux d'aléas. Cette étude (voir annexe du Rapport de Présentation), réalisée en 2018/2019 a ainsi permis de préciser les aléas impactant la commune et liés aux mouvements de terrain :*

- l'aléa affaissement-effondrement lié au karst,*
- l'aléa glissement de terrain,*
- l'aléa chute de blocs avec la présence d'éléments ponctuels.*

*Les secteurs concernés sont reportés sur la carte d'aléa correspondante (voir Règlements graphiques : Cartes des aléas ).*

*Pour tout projet de construction ou d'extension situé dans un secteur concerné par cet aléa, il est fortement conseillé de faire réaliser une étude géotechnique par un bureau d'études spécialisé afin de déterminer et dimensionner les systèmes de protections et de prévention. Cette étude doit notamment permettre de :*

- définir la nature du sol,*
- l'impact du projet sur la stabilité du terrain (et notamment d'évaluer l'impact des rejets d'eau pluviale) de définir les moyens de conservation de la stabilité du terrain comme :*
  - des fondations adaptées,*
  - des rejets d'eaux pluviales contrôlée, soit directement dans la couche karstique soit travers les sols de couverture de manière la plus lente*
  - possible,... »*

*Dans chaque zone il est précisé que « sauf à ce que le risque ait été écarté (voir article 2 des zones concernées), les prescriptions suivantes s'appliquent nonobstant toutes autres dispositions contraires du règlement des zones impactées. »*

## **2. Cas particulier**

A titre exceptionnel, et bien que cela ne soit pas conseillé, la collectivité pourra reprendre strictement les zonages de l'atlas départemental.

Le rapport de présentation du document d'urbanisme s'appuiera sur l'atlas départemental des mouvements de terrain pour dresser le portrait de la collectivité face à ces aléas. Seront rappelés les éléments de contexte sur l'élaboration de l'atlas, les phénomènes touchant la collectivité, ainsi que les limites à l'utilisation d'un tel document à une échelle inappropriée.



La prise en compte dans les plans de zonage de ces aléas pourra aboutir au classement des secteurs les plus à risque en zones inconstructibles suivant les principes édités dans le tableau 1.

Le règlement écrit pourra intégrer les principes de gestion des eaux pluviales et les règles d'urbanisme pour les nouvelles constructions et les projets sur constructions existantes listées dans le tableau 2.

Dans les secteurs à risques, le règlement pourra conditionner la levée des interdictions par la garantie, apportée par le demandeur et sous sa responsabilité, de la prise en compte des caractéristiques du terrain et des aléas en présence, de la mise en œuvre de solutions constructives adaptées (fondations, gestion des eaux pluviales, assainissement, etc) et/ou de parades pour les mouvements de terrain et de leur surveillance.

**Tableau 1 : Recommandations pour la prise en compte des aléas dans les documents d'urbanisme**

| Phénomène                     |                                                                                       | Ouverture à l'urbanisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Affaissement/effondrement     | Indices ponctuels* (surface de la dépression réelle augmentée d'un périmètre de 20 m) | Interdite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                               | Zone forte de densité d'indices                                                       | En principe interdite, sauf si le porteur de projet atteste sous sa responsabilité du caractère constructible de la zone et/ou de la prise en compte de l'aléa par des mesures constructives adaptées (choix de l'implantation, solutions constructives,...). A ce titre, une étude géotechnique est très vivement recommandée. |
|                               | Zone moyenne de densité d'indices                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Éboulement et chutes de blocs | Indice linéaire                                                                       | Interdite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                               | Zone de propagation des éboulements                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Glissement de terrain         | Eboulis                                                                               | En principe interdite, sauf si le porteur de projet atteste sous sa responsabilité du caractère constructible de la zone et/ou de la prise en compte de l'aléa par des mesures constructives adaptées (choix de l'implantation, solutions constructives,...). A ce titre, une étude géotechnique est très vivement recommandée. |
|                               | Susceptibilité très forte au glissement                                               | Interdite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                               | Susceptibilité forte au glissement                                                    | En principe interdite, sauf si le porteur de projet atteste sous sa responsabilité du caractère constructible de la zone et/ou de la prise en compte de l'aléa par des mesures constructives adaptées (choix de l'implantation, solutions constructives,...). A ce titre, une étude géotechnique est très vivement recommandée. |

\* Voir glossaire

|                       |                                      |                                                                                                                                       |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Susceptibilité moyenne au glissement | En principe interdite, sauf si impossibilité de réaliser hors zone d'aléa. Une étude géotechnique reste vivement recommandée          |
|                       | Susceptibilité faible au glissement  | Possible<br><br><i>Une étude géotechnique est recommandée sur les zones urbanisées et à urbaniser, intégrant la gestion des eaux.</i> |
| Liquéfaction des sols | En zone de sismicité 3 et 4          | Interdite                                                                                                                             |
| Érosion de berges     | /                                    | Il est vivement recommandé de ne pas construire en bordure immédiate des berges.                                                      |

## IV. Prise en compte dans l’instruction des autorisations d’urbanisme

---

Le service instructeur du droit des sols appliquera le document d’urbanisme en vigueur si celui-ci contient un zonage et des règles relatifs aux phénomènes de mouvement de terrain. En l’absence de telles informations, il devra identifier les phénomènes de mouvements de terrain auxquels pourraient être assujettis le projet. Il listera dans un premier temps ceux indiqués par l’atlas départemental des mouvements de terrain du territoire de Belfort, qui, rappelons-le, demeure peu précis à l’échelle parcellaire.

Dans second temps, il devra vérifier que les aléas retenus précédemment n’ont pas été levés au moyen d’une étude géotechnique, si tant est qu’une telle étude soit jointe à la demande d’autorisation. Les conclusions de l’étude devront clairement mentionner les phénomènes concernés et les raisons ayant permis les supprimer.

En synthèse de ces deux étapes, le service instructeur saura alors quels aléas s’appliquent au projet. S’il estime qu’il y a une atteinte à la sécurité des personnes et des biens il pourra faire usage de l’article R.111-2 du Code de l’urbanisme pour interdire le projet ou émettre des prescriptions. Pour ce faire, il pourra s’appuyer sur les principes d’acceptabilité recommandés dans le tableau 2, qui distingue, pour chacun des niveaux d’aléas :

- Les projets interdits,
- Les projets interdits mais dont l’interdiction peut être levée si une étude géotechnique, fournie par le pétitionnaire, conclut à l’absence d’aléa ou à la faisabilité du projet. Dans ce dernier cas, le pétitionnaire devra suivre les prescriptions émises dans le chapitre V., en complément de celles inscrites dans l’étude. Attention, un service instructeur du droit des sols ne peut pas exiger d’étude géotechnique d’un pétitionnaire. Cependant, en application l’article R.111-2 du Code de l’urbanisme, il peut refuser une autorisation d’urbanisme s’il a connaissance d’un risque et s’il estime que les garanties de sécurité ne sont pas remplies, et que pour cela une telle étude sera nécessaire.
- Les projets admis avec des prescriptions, listées dans le chapitre V.
- Les projets admis sans condition, pour lesquels il est suggéré de suivre les règles de bonne pratique dispensées au chapitre VI.

Un logigramme d’aide à l’instruction des avis et un exemple de rédaction d’un avis au titre du R.111-2 du code de l’urbanisme sont mis à disposition des instructeurs en annexes.



## A propos de l'article R.111-2 du code de l'urbanisme

*« Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations. » Article R.111-2 du code de l'urbanisme*

L'article R.111-2 du Code de l'urbanisme peut être invoqué par l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation d'urbanisme ou par le préfet au titre du contrôle de légalité des actes des collectivités, si le projet porte atteinte à la sécurité publique.

Cet article expose une règle « permissive » parce qu'elle laisse une marge d'appréciation à l'administration. Le juge administratif regarde cette appréciation du risque avec attention et peut annuler ou confirmer une autorisation de construire en évoquant une erreur manifeste d'appréciation sur la nature ou le niveau de ce risque.

Le refus de délivrance du permis de construire doit être basé sur l'existence d'un risque important pour la sécurité publique : un permis ne doit pas systématiquement être refusé lorsque la construction est exposée à des risques naturels dès lors que des prescriptions spéciales suffisantes peuvent être imposées pour parer ce risque.

Les prescriptions visent à adapter les biens ou activités en vue d'y réduire nettement la vulnérabilité des personnes (création d'espaces refuges ou d'issue de secours, travaux de confortement du bâti) mais également à limiter les dommages aux biens ou à l'environnement et à faciliter le retour à la normale après sinistre (choix de matériaux adéquats, surélévation des circuits et compteurs électriques, arrimage des citernes de produits polluants). Cependant, si au regard de ses caractéristiques, de sa situation, ou du contexte local, le projet est tout de même de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique, et qu'aucune prescription ne peut empêcher cette atteinte, il convient alors de le refuser. L'article R.111-2 du Code de l'urbanisme exige une appréciation concrète du projet.

L'article R. 111-2 du Code de l'urbanisme peut être invoqué pour refuser ou assortir de prescriptions spéciales un projet susceptible de menacer la sécurité publique et ce, que la commune soit ou non couverte par un PLU. Les prescriptions et recommandations prévues au titre de l'article R 111-2 ne prévalent toutefois pas sur l'application de dispositions d'urbanisme existantes qui peuvent être plus contraignantes (règlement de PPRi, du PLU ...).

Tableau 2 : Tableau de recommandations pour l’instruction des autorisations d’urbanisme

|                                          | n°                       | Projets                                                                                                                                       | AFFAISSEMENT/EFFONDREMENT            |                                   |                                | CHUTE DE BLOCS                 | GLISSEMENT DE TERRAIN                                        |                                        |                                            |                                          |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Liquéfaction des sols<br>(sismicité 3 et 4)                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          |                          |                                                                                                                                               | Zone de moyenne<br>densité d'indices | Zone de forte<br>densité d'indice | Indice ponctuel                |                                | Indice linéaire et zone de<br>propagation des<br>éboulements | Susceptibilité faible<br>au glissement | Susceptibilité<br>moyenne au<br>glissement | Susceptibilité<br>forte au<br>glissement | Susceptibilité très<br>forte au glissement                                                                        | Éboulis                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Terrassement < 1 mètre                   | Terrassement > 1 mètre * |                                                                                                                                               |                                      |                                   |                                |                                |                                                              |                                        |                                            |                                          |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nouveaux projets                         | 1                        | Habitation                                                                                                                                    | Interdiction de principe             | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Interdiction de principe                   | Interdiction                             | Règles de la zone au<br>susceptibilité au glissement<br>et respect des<br>recommandations pour les<br>glissements | Interdiction de principe<br><br><u>Cas particulier :</u><br><br>Interdiction stricte pour :<br>- projets n°3,5,6 et 7 en<br>zone de forte susceptibilité<br>au glissement<br><br>- projets n° 1,2,3,4,5,6 et 7 en<br>zone de très forte<br>susceptibilité au glissement | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          |                          | Commerces et activité                                                                                                                         | Interdiction de principe             | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Interdiction de principe                   | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          |                          | Bâtiments agricoles et forestiers                                                                                                             | Autorisation avec prescription       | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Interdiction de principe                   | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 2                        | Equipements et locaux de service public, non habitable                                                                                        | Interdiction de principe             | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction de principe                   | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 3                        | Aires de stationnement                                                                                                                        | Interdiction de principe             | Interdiction                      | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction                               | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 4                        | Infrastructures de transport                                                                                                                  | Interdiction de principe             | Interdiction                      | Interdiction                   | Interdit                       | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction de principe                   | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 5                        | Stations de pompage et poste de relèvement                                                                                                    | Interdiction de principe             | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction de principe       | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction                               | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 6                        | Camping, caravanning et aire d'accueil des gens du voyage                                                                                     | Interdiction de principe             | Interdiction                      | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction                               | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 7                        | Fosse à lisier et station de traitement des déchets                                                                                           | Autorisation                         | Autorisation                      | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Interdiction                               | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 8                        | Projets de végétalisation de petite taille                                                                                                    | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation avec prescription | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Autorisation avec prescription             | Autorisation avec prescription           | Autorisation avec prescription                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 9                        | Remblais/comblement                                                                                                                           | Autorisation                         | Autorisation                      | Interdiction                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 10                       | Infiltration des eaux pluviales                                                                                                               | Autorisation avec prescription       | Autorisation avec prescription    | Autorisation avec prescription | Autorisation avec prescription | Autorisation avec prescription                               | Autorisation avec prescription         | Autorisation avec prescription             | Autorisation avec prescription           | Autorisation avec prescription                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Annexes d'habitation                     | 11                       | Annexes de plain pied                                                                                                                         | Autorisation avec prescription       | Autorisation avec prescription    | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Autorisation avec prescription             | Interdiction                             | Règles de la zone au<br>susceptibilité au glissement<br>et respect des<br>recommandations pour les<br>glissements | Interdiction de principe<br><br><u>Cas particulier :</u><br><br>Interdiction stricte pour :<br>- projets n°12 en zone de<br>forte susceptibilité au<br>glissement<br><br>- projets n°11 et 12 en zone<br>de très forte susceptibilité au<br>glissement                  | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 12                       | Piscines enterrées, semi-enterrées ou hors-sol                                                                                                | Interdiction de principe             | Interdiction                      | Interdiction                   | Interdiction                   | Autorisation                                                 | Interdiction de principe               | Interdiction                               | Interdiction                             |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Travaux sur des constructions existantes | 13                       | Extensions                                                                                                                                    | Autorisation avec prescription       | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction de principe       | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Autorisation avec prescription             | Interdiction de principe                 |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Règles de la zone au<br>susceptibilité au glissement<br>et respect des<br>recommandations pour les<br>glissements | Interdiction de principe<br><br><u>Cas particulier :</u><br><br>Interdiction stricte pour :<br>- projets n°12 en zone de<br>forte susceptibilité au<br>glissement<br><br>- projets n°11 et 12 en zone<br>de très forte susceptibilité au<br>glissement |
|                                          | 14                       | Changement de destination                                                                                                                     | Autorisation avec prescription       | Autorisation avec prescription    | Autorisation avec prescription | Autorisation avec prescription | Autorisation                                                 | Autorisation avec prescription         | Autorisation avec prescription             | Autorisation avec prescription           | Autorisation avec prescription                                                                                    | Autorisation avec prescription                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 15                       | Reconstruction de bâtiment                                                                                                                    | Interdiction de principe             | Interdiction de principe          | Interdiction                   | Interdiction de principe       | Autorisation avec prescription                               | Autorisation avec prescription         | Interdiction de principe                   | Interdiction de principe                 | Interdiction de principe                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 16                       | Travaux d'entretien courant et d'amélioration des bâtiments                                                                                   | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 17                       | Entretien et mise aux normes des réseaux                                                                                                      | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 18                       | Démolition                                                                                                                                    | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 19                       | Travaux permettant l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, sans modification de la structure porteuse et des fondations du bâtiment | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 20                       | Travaux ayant pour effet d'augmenter la sécurité des biens et des personnes                                                                   | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                          | 21                       | Travaux relatifs au maintien des infrastructures                                                                                              | Autorisation                         | Autorisation                      | Autorisation                   | Autorisation                   | Autorisation                                                 | Autorisation                           | Autorisation                               | Autorisation                             | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         | Autorisation                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Interdiction :** Projet interdit

**Interdiction de principe :** Projet interdit, mais dont l’interdiction peut être levée en présence d’une étude géotechnique ou de faisabilité, répondant aux exigences des chapitres VII et VII. Les prescriptions qui accompagnent le projet sont listées au chapitre V.

**Autorisation avec prescriptions :** Projet admis. Les prescriptions qui accompagnent le projet sont listées au chapitre V.

**Autorisation :** Projet admis sans aucune restriction. Il est proposé de respecter les règles de bonne pratique lorsqu’elles sont dispensées (voir chapitre VI.)

**Terrassement > 1 mètre : Voir Glossaire p.27**

## V. Liste de prescriptions pour certains projets

---

En application de l'article R.111-2 du code de l'urbanisme, le service instructeur a la possibilité d'émettre des prescriptions pour des projets en zone d'aléas de mouvement de terrain. Le guide départemental propose ci-après quelques mesures de prévention qui pourront être prescrites au demandeur des autorisations d'urbanisme pour des projets fléchés dans le tableau 2 comme « interdiction de principe » et « autorisation avec prescriptions ». En cours d'analyse du dossier, le service instructeur peut également prescrire ces mesures pour des projets ciblés « Autorisation » s'il estime cela nécessaire.

### Affaissement/effondrement

#### Zone de moyenne densité d'indices

- 1 – Les constructions de quelle que nature qu'elles soient présentent une faible vulnérabilité\* (construction isolée, absence de sous-sol enterré)
- 2 – Les équipements et locaux techniques de service public\*, non habitables présentent une faible vulnérabilité (construction isolée, absence de sous-sol enterré) et se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone du phénomène.
- 3 – Les aires de stationnement prennent en compte la gestion des eaux pluviales.
- 4 – Les infrastructures de transports prennent en compte la gestion des eaux pluviales.
- 5 – Les stations de pompages, les postes de relèvement sont placées sous surveillance pour la recherche de fuites d'eau.
- 6 – Les terrains de camping, de caravanning, et les aires d'accueil des gens du voyage se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone d'aléa ou en zone d'aléa plus faible.
- 10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale
- 11 – Les annexes de plain-pied\*, non habitables, se limitent à 10 m<sup>2</sup> d'emprise au sol\* cumulée pour une propriété.
- 13 – Les extensions\* se limitent à 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés par bâtiment et n'aggravent pas la vulnérabilité de la construction à surface équivalente
- 14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.
- 15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n'aggrave pas la vulnérabilité de la construction et prend en compte la gestion des eaux pluviales.

---

\* Voir glossaire

### Zone de forte densité d'indices

1 – Les constructions de quelle que nature qu'elles soient présentent une faible vulnérabilité (construction isolées, absence de sous-sol enterré).

Les constructions de hangars agricoles ou forestiers, d'unités de méthanisation se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone d'aléa ou en aléa plus faible et n'accueillent pas de personnes de manière permanente.

2 – Les équipements et locaux techniques de service public\*, non habitables présentent une faible vulnérabilité (construction isolée, absence de sous-sol enterré) et se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone du phénomène.

5 – Les stations de pompages, les postes de relèvement sont placées sous surveillance pour la recherche de fuites d'eau.

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale

11 – Les annexes de plain-pied\*, non habitables, se limitent à 10 m<sup>2</sup> d'emprise au sol\* cumulée pour une propriété.

13 – Les extensions :

- se limitent à 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés par bâtiment ;
- n'augmentent pas la vulnérabilité à surface équivalente ;
- ne créent pas de logement supplémentaire ;
- prennent en compte la gestion des eaux.

14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n'aggrave pas la vulnérabilité de la construction et prend en compte la gestion des eaux pluviales.

### Périmètre de sécurité des indices ponctuels

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale

14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

### **Éboulement et chute de blocs**

5 – Les stations de pompages, les postes de relèvement sont placées sous surveillance pour la recherche de fuites d'eau et se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone d'aléa.

8 – Les projets de végétalisation ne sont pas implantés en pieds de falaise.



10 – Les infiltrations des eaux pluviales n’augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l’impossibilité de raccordement au réseau d’eaux pluviale

13 – Les extensions\* se limitent à 20 m<sup>2</sup> d’emprise au sol cumulés par bâtiment et n’aggravent pas la vulnérabilité de la construction à surface équivalente

14 – Les changements de destination\* n’accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n’aggrave pas la vulnérabilité de la construction et prend en compte la gestion des eaux pluviales.

## Glissement de terrain

### Susceptibilité faible au glissement

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n’augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l’impossibilité de raccordement au réseau d’eaux pluviale

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n’aggrave pas la vulnérabilité de la construction et prend en compte la gestion des eaux pluviales.

### Susceptibilité moyenne au glissement

1 – Les constructions de quelle que nature qu’elles soient :

- présentent une faible vulnérabilité.
- Ne nécessitent pas de terrasser \* sur plus d’1 mètre de profondeur
- prennent en compte la gestion des eaux pluviales
- respectent les règles de bonne pratique en zones de glissement (voir chapitre VI.1)
- La réalisation d’une étude géotechnique reste vivement conseillée.

2 – Les équipements et locaux techniques de service public\*, non habitables présentent une faible vulnérabilité (construction isolée, absence de sous-sol enterré) et se justifient eu égard de l’impossibilité d’être construits hors zone du phénomène.

3 – Les aires de stationnement prennent en compte la gestion des eaux pluviales. L’infiltration des eaux n’est tolérée qu’en absence d’une possibilité de raccordement sur un réseau et, si elle ne se traduit pas par une augmentation des risques.

4 – Les infrastructures de transports prennent en compte la gestion des eaux pluviales.

5 – Les stations de pompages, les postes de relèvement sont placées sous surveillance pour la recherche de fuites d’eau.

6 – Les terrains de camping, de caravanning, et les aires d’accueil des gens du voyage se justifient eu égard de l’impossibilité d’être construits hors zone d’aléa ou en zone d’aléa plus faible.

8 – Les projets de végétalisation ne font pas varier l'hydrométrie des sols et n'impliquent pas la création de fosses lors de la phase travaux.

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale

11 – Les annexes de plain-pied, non habitables se limitent à 10 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés pour une propriété et n'impliquent aucun terrassement.

13 – Les extensions :

- se limitent à 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés par bâtiment ;
- présentent une faible vulnérabilité (absence de sous-sol enterré) ;
- n'impliquent pas de terrassement sur plus d'1 mètre de profondeur ;
- respectent les recommandations des zones de glissements (voir chapitre VI.1)

14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n'induit pas une augmentation de la vulnérabilité de la construction.

### Susceptibilité forte au glissement

1 – Les constructions de quelle que nature qu'elles soient :

- présentent une faible vulnérabilité (construction isolées, absence de sous-sol enterré) ;
- prennent en compte la gestion des eaux.

2 – Les équipements et locaux techniques de service public\*, non habitables présentent une faible vulnérabilité (construction isolée, absence de sous-sol enterré) et se justifient eu égard de l'impossibilité d'être construits hors zone du phénomène.

4 – Les infrastructures de transports prennent en compte la gestion des eaux pluviales.

8 – Les projets de végétalisation ne font pas varier l'hydrométrie des sols et n'impliquent pas la création de fosses lors de la phase travaux.

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale.

11 – Les annexes de plain-pied, non habitables se limitent à 10 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés pour une propriété et n'impliquent aucun terrassement.

13 – Les extensions :

- se limitent à 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés par bâtiment (sauf si une étude géotechnique est produite) ;
- n'impliquent pas de terrassement sur plus d'1 mètre de profondeur
- n'augmentent pas la vulnérabilité à surface équivalente ;
- respectent les recommandations des zones de glissements (voir chapitre VI.1)

- L'étude géotechnique reste vivement recommandée.

14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n'induit pas une augmentation de la vulnérabilité de la construction.

#### Susceptibilité très forte au glissement

8 – Les projets de végétalisation ne font pas varier l'hydrométrie des sols et n'impliquent pas la création de fosses lors de la phase travaux.

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale.

13 – Les extensions sous réserve :

- se limitent à 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol cumulés par bâtiment ;
- n'augmentent la vulnérabilité à surface équivalente ;
- n'impliquent pas de création de sous-sol enterré ;
- prennent en compte la gestion des eaux.

14 – Les changements de destination\* n'accroissent pas la vulnérabilité de la construction.

15 – La reconstruction de bâtiment peuvent avoir lieu sous réserve que le sinistre ne soit pas dû à un aléa mouvement de terrain. Elle n'induit pas une augmentation de la vulnérabilité de la construction et prend en compte la gestion des eaux pluviales.

#### Eboulis

8 – Les projets de végétalisation ne font pas varier l'hydrométrie des sols et n'impliquent pas la création de fosses lors de la phase travaux.

10 – Les infiltrations des eaux pluviales n'augmentent les risques pour le site et son environnement et se justifient eu égard de l'impossibilité de raccordement au réseau d'eaux pluviale.

#### Liquéfaction des sols

Les bâtiments, qu'ils soient neufs ou déjà existants, doivent respecter la réglementation parasismique en vigueur.

Cette réglementation repose essentiellement sur les articles L. 563-1 du Code de l'environnement et L. 112-18 du Code de la construction et de l'habitat.

Préalablement à l'application de cette réglementation constructive, il est demandé de produire une étude géotechnique, répondant aux exigences des chapitres VI.1 et VI.4.

## VI. Règles de bonne pratique

---

### 1. Bonne pratique en zone de glissement de terrain

Pour les projets qui seraient autorisés conformément au tableau 2 en zone soumis à un aléa de glissement de terrain, il est vivement recommandé de réaliser une étude géotechnique. En l'absence d'une telle étude, les collectivités et les porteurs de projet pourront s'appuyer sur des recommandations générales pour la prise en compte de ce phénomène. Ainsi, il est préconisé :

#### D'adapter la construction à la pente :

- ne pas créer de pente plus forte que la pente naturelle ;
- éviter les talus de hauteur importante (supérieure à 2 m) ;
- privilégier les constructions en redans et les sous-sols partiels ;
- éviter les surcharges type remblais en tête et en pied de talus ;
- si un déblaiement est nécessaire, ne pas laisser la fouille ouverte longtemps inutilement, réaliser une étude géotechnique de stabilité à court terme (phase travaux) et à long terme (phase finale) ;
- remblayer les fouilles avec des matériaux drainants propres immédiatement après la réalisation de la partie enterrée de l'ouvrage ;
- considérer la stabilité de l'ensemble du versant, par exemple lorsqu'il y a un autre talus au-dessus de celui concerné (versant avec des risbermes) ;
- ancrer les fondations dans le sol en respectant les cotes hors gel et hors influence du retrait gonflement des argiles.

#### De bien gérer la présence d'eau :

- réaliser les travaux à la période de l'année la plus adaptée météorologiquement si cela est possible (temps sec conseillé) ;
- prêter une attention particulière à la présence de sources notamment en tête de talus ;
- bien drainer le terrain, aussi bien en bas de talus qu'en haut de celui-ci et penser à mettre en place des drainages provisoires si nécessaire pendant la phase chantier ;
- bien dimensionner et positionner l'exutoire de ces drains et leur entretien (fréquence, durée de vie des matériaux, possibilité d'accès,...) ;
- vérifier l'impact de ces déplacements d'eau sur les terrains avoisinants ;
- l'infiltration des eaux usées et pluviales n'est tolérée qu'en l'absence d'une possibilité de raccordement sur un réseau et, si cette infiltration ne se traduit pas par une augmentation des risques pour le site ou son environnement (à prouver par l'étude géotechnique).

Une attention particulière est demandée quant à l'évacuation des eaux pluviales dans ces secteurs. En effet, la teneur en eau des sols a une grande influence sur leur stabilité. Par conséquent, la gestion de ces écoulements doit être réalisée de façon soignée. Les écoulements de surface ne doivent pas être modifiés (déplacement de fossés,

concentration des eaux, changement de point de rejet...). Toutes les conduites doivent être étanches et la pose réalisée de façon soignée afin de garantir la pérennité des installations et l'absence de désordres géologiques locaux. Une vérification et un entretien des conduites est aussi demandé pour éviter toute fuite.

L'entretien de la végétation présente sur les terrains sujets aux glissements se fera de façon raisonnée pour ne pas modifier les équilibres qui se sont établis. Les défrichements massifs sont à proscrire.

Tout aménagement pouvant entraîner la concentration de grande quantité d'eau n'est pas recommandé, d'autant plus s'il y a des enjeux en contrebas.

## **2. Bonne pratique pour les phénomènes d'érosion de berges**

### Constructions et extensions :

Il est recommandé de ne pas construire en bordure immédiate des berges et de laisser de la place au cours d'eau pour qu'il puisse se déplacer naturellement.

En tout état de cause la zone de constructibilité doit respecter les servitudes de libre passage, les plans de surfaces submersibles (PSS) et les plans de prévention des risques d'inondation (PPRI). En l'absence de plan, le porteur de projet devra également se renseigner sur les niveaux des crues historiques attendus auprès des services municipaux. La libre expansion des crues et le libre écoulement des eaux devront être obligatoirement maintenus.

La mise en place d'un aménagement de berges maçonné engendre la création d'un « point dur », ainsi la rivière tendra toujours à éroder en aval de celui-ci. Les conséquences d'un tel aménagement sur ses environs imposent de se poser la question de l'intérêt d'une telle intervention.

L'implantation d'un projet le long d'une rive concave nécessitera des précautions, car ce sont des zones régulièrement soumises à l'érosion. La présence de points singuliers (ouvrages par exemple) favorise les érosions en concentrant les écoulements ce qui a pour conséquence d'augmenter les vitesses d'écoulement.

### Protection des berges

Les systèmes de protection et de prévention doivent être déterminés et dimensionnés par une étude spécifique de l'aléa. Il n'y a pas de solution générale et chaque cas nécessite une étude spécifique.

Il est vivement conseillé de prendre attache avec le service « Police de l'eau » de la DDT du Territoire de Belfort afin de s'assurer de la faisabilité du projet vis-à-vis des techniques envisagées et des procédures. Certains aménagements de berges nécessitent une déclaration ou une autorisation au titre de la loi sur l'eau. Conformément à la rubrique « Maîtriser les impacts des nouveaux ouvrages » du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée, les mesures de protection contre l'érosion latérale doivent être réservées à la prévention des populations et des ouvrages existants.



## VII. Études géotechniques

---

### 1. Qu'est-ce qu'une étude géotechnique ?

Une étude géotechnique a pour objectifs d'attester de la non-vulnérabilité de la construction, ainsi que des habitations voisines, à tous les risques naturels à court et à long terme. Si toutefois des vulnérabilités sont détectées, cette étude devra également proposer des dispositions constructives ou des infrastructures permettant de s'adapter au terrain. Le choix de ces infrastructures, qui devront être efficaces, devra se faire en veillant à ne pas avoir d'impact démesuré sur l'environnement (eau, paysage...).

Ces études sont réalisées par un géotechnicien d'un bureau d'études spécialisé au moyen d'enquêtes, de sondages et d'essais se rapportant au sol de fondation ; elles sont destinées à fournir et à interpréter les données (physiques, mécaniques, hydrogéologiques) indispensables à la compréhension du sol et donc à l'anticipation des aléas lors de la conception ou durant la vie d'un ouvrage. Une étude géotechnique peut également permettre de poser un diagnostic face à un aléa dans l'objectif de définir les techniques d'entretien ou les ouvrages adaptés à la mise en sécurité du secteur.

La réalisation d'une telle étude se prévoit au moment du projet car, comme mentionné ci-dessus, des essais et investigations peuvent être nécessaires afin de comprendre le mécanisme du sol. Ces investigations nécessitent parfois un suivi sur au moins un an pour pouvoir obtenir des mesures en période sèche et pluvieuse. Le contenu d'une étude géotechnique dépend bien évidemment de la nature des sols et de l'hydrogéologie de la zone du projet, ainsi que de ses environs qui seront ou pourront être touchés. La nature et le type de projet est également largement pris en compte, car la stabilité du terrain est directement liée aux sollicitations du projet induit par sa géométrie et ses techniques de mise en place.

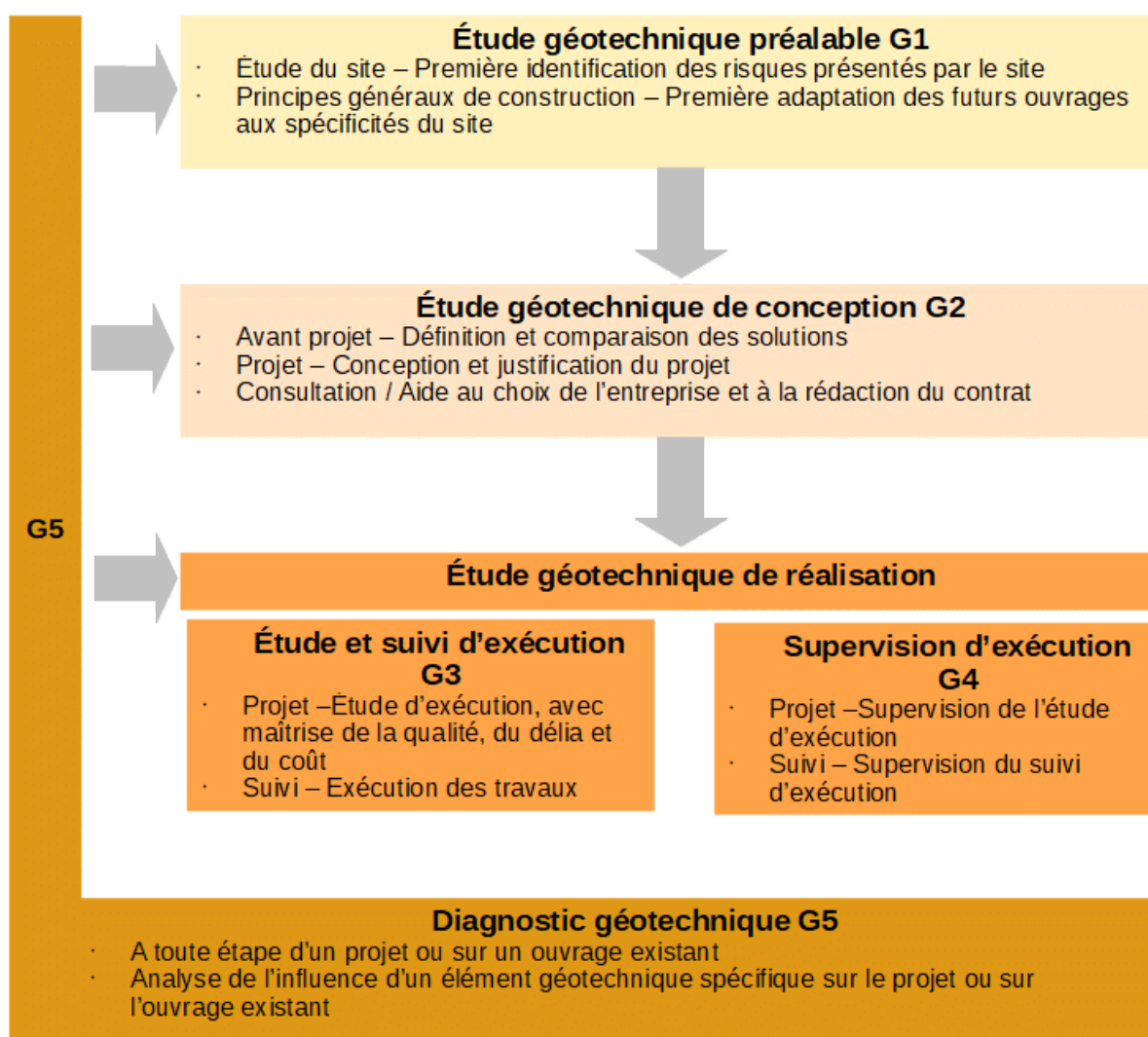
En France, la norme NF P 94-500 de novembre 2013 est le document de référence définissant le cadre réglementaire de travail du géotechnicien. Elle définit plusieurs types de missions géotechniques permettant à l'expert d'adapter son intervention en fonction du niveau d'avancement du projet et de la finalité recherchée par son étude. Ces missions se divisent en 5 grandes étapes :

- G1 : Étude géotechnique préalable ;
- G2 : Étude géotechnique de conception ;
- G3 : Étude géotechnique de réalisation (étude et suivi géotechniques d'exécution) ;
- G4 : Étude géotechnique de réalisation (supervision géotechniques d'exécution)
- G5 : Diagnostic géotechnique

## 2. Quelles sont ses étapes et son contenu ?

Comme mentionné ci-dessus, les études géotechniques sont normalisées, mais cette norme n'est pas obligatoire. Il est toutefois fortement recommandé au pétitionnaire de la faire respecter par son bureau d'étude. En conséquence, il devra préciser dans son marché ou sa consultation cette exigence.

Les missions géotechniques, si normalisées, s'enchaînent dans l'ordre suivant :



Le pétitionnaire devra donc demander à son prestataire de débiter par une mission de type G1. Les conclusions du bureau d'études indiqueront s'il est nécessaire de poursuivre par une mission G2.

Il peut être dérogé à cet enchaînement lors de la survenue d'un mouvement de terrain. Dans ce cas, il est courant et préférable de commencer par une mission de type G5 pour réaliser un diagnostic, puis de reprendre une mission G1 lorsque un aménagement ou des confortements sont prévus.

L'étude géotechnique aura pour principaux objectifs de :

- délimiter les secteurs où les constructions sont admissibles ;
- définir les caractéristiques du sol, sa vulnérabilité face aux aléas en présence ;
- fournir les techniques constructives à adopter pour s'affranchir du risque, assurer la sécurité des personnes et des biens et assurer la pérennité des constructions et des secteurs périphériques ;
- prouver que le projet est viable au regard de la sécurité des personnes et des biens (existants ou projetés) et au regard de la protection de l'environnement.

Selon les phénomènes en présence, l'étude géotechnique devra par ailleurs contenir des éléments contextuels supplémentaires, qui sont explicités dans les paragraphes suivants.

Les conclusions de l'étude devront se suffire à elles-mêmes, et être suffisamment explicites pour permettre au service instructeur de statuer sur la présence du risque et la faisabilité du projet au regard des mesures préventives proposées.

### **3. Contenu requis en zone soumise aux phénomènes d'affaissement et effondrement d'origine karstique**

L'étude géotechnique comprendra *a minima* :

- une étude historique poussée de la zone, afin de mettre en évidence les différents aléas ayant déjà touché le secteur, ainsi que les dates et méthodes d'exploitation dans le cas de carrières souterraines ;
- le positionnement des cavités potentielles, ainsi que les directions et les sens de circulation des eaux souterraines entre le projet et les exutoires (bien au-delà de la zone d'emprise du futur aménagement) ;
- la prise en compte de l'impact de l'aménagement sur les constructions existantes se situant au-dessus des circulations souterraines qui seront potentiellement modifiées par le projet ;
- l'examen de la structure géologique, hydrologique et géotechnique du sous-sol, pour estimer les potentialités d'aménagement et rechercher les anomalies structurales éventuelles ainsi que les cavités potentielles. Le choix de la profondeur et du nombre de forages devra se faire en fonction du projet et de la géométrie attendue des cavités afin de gérer au mieux le risque d'effondrement ;
- la faisabilité géotechnique du projet, y compris des aménagements de gestion des eaux (réseaux, bassins...).

### **Contenu requis en zone soumise aux phénomènes de glissement de terrain**

L'étude géotechnique comprendra *a minima* :

- la géométrie des masses en mouvement ou susceptibles de l'être, en précisant la répartition des différentes couches géologiques ;
- la vitesse des mouvements actuels en procédant à des levés topographiques et/ou une instrumentation inclinométrique (cas des glissements actifs) ;
- les caractéristiques géotechniques des sols en identifiant les paramètres mécaniques des sols (angle de frottement, cohésion) ;
- la présence de l'eau (localisation, circulation, répartition des pressions interstitielles aux différentes saisons),
- l'évaluation de la stabilité du site ;
- les dispositifs possibles de confortement du terrain en prenant en compte les données du projet et l'évaluation de leurs coûts ;
- la prise en compte des contraintes dans le dimensionnement des structures de l'ouvrage ;
- la proposition et le dimensionnement du type de fondation à mettre en place et des dispositifs constructifs permettant de pallier à l'aléa ;

L'étude ne se limitera pas à la parcelle du projet mais appréhendera l'ensemble de la zone de glissement ou d'instabilité.

### **Contenu requis en zone soumise aux phénomènes de liquéfaction des sols**

L'étude géotechnique comprendra *a minima* :

- la géométrie des masses concernées par l'aléa, en précisant la répartition des différentes couches géologiques ;
- les caractéristiques géotechniques des sols en identifiant les paramètres mécaniques des sols (angle de frottement, cohésion) ;
- la présence de l'eau (localisation, circulation, répartition des pressions interstitielles aux différentes saisons) ;
- les dispositifs possibles de confortement du terrain en prenant en compte les données du projet et l'évaluation de leurs coûts ;
- la prise en compte des contraintes (force, accélération) dans le dimensionnement des structures de l'ouvrage ;
- la proposition et le dimensionnement du type de fondation à mettre en place et des dispositifs constructifs permettant de pallier l'aléa.

## VIII. Études de faisabilité face aux phénomènes d'éboulement et de chutes de blocs

---

Pour tout aménagement ou mise en sécurité, une étude de faisabilité face aux phénomènes de chute de bloc et d'éboulement, réalisée par un spécialiste, pourra être demandée. Elle contiendra *a minima* :

- un diagnostic de la falaise relevant les indices d'instabilité, les crevasses, la stratification, les fracturations, leurs orientations ainsi que leurs densités ;
- les données caractéristiques de l'environnement : topographie, présence d'eau, pente, présence de zones d'éboulis ou de pierriers ;
- une étude trajectographique selon l'importance des volumes susceptibles de s'ébouler et de la pente de la zone en pied de falaise ;
- des préconisations en matière de dispositifs adaptés à la réduction de la vulnérabilité telles que :
  - adapter l'affectation des espaces intérieurs du logement en limitant les pièces à vivre côté façade exposée ;
  - adapter l'utilisation de l'espace extérieur du logement (terrasse contre la paroi extérieure à l'abri des chutes de pierres ou de blocs) ;
  - éviter les ouvertures du côté de la face exposée ;
  - gérer la végétation et prévoir un entretien régulier ;
- la proposition et le dimensionnement du projet par lui-même et des ouvrages de protection à mettre en œuvre pour limiter la survenance d'un événement.



## IX. Glossaire

---

**Affaissement** : c'est une déformation souple, sans rupture, et progressive de la surface du sol. Elle se traduit par une dépression topographique en forme de cuvette généralement à fond plat et bords fléchis.

**Annexe de plain-pied** : dépendance contiguë ou séparée d'un bâtiment principal, ayant la fonction de local technique, abri de jardin, appentis. Sont également inclus les auvents, les carports, les locaux techniques de piscine.

**Changement de destination** : un changement de destination consiste en la transformation d'une surface pour en changer l'usage au regard des destinations établies à l'article R123-9 du Code de l'urbanisme (habitation, hébergement, hébergement hôtelier, bureaux, commerces, artisanat, industrie, exploitation agricole ou forestière, fonction d'entrepôt, constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif). Ces différentes catégories présentent différents niveaux de vulnérabilité face aux phénomènes de mouvement de terrain.

Dans le règlement, il est parfois indiqué que les projets sont admis sous réserve de ne pas aggraver la vulnérabilité. Sera considérée comme changement de destination augmentant la vulnérabilité, une transformation qui accroît le nombre de personnes dans le lieu ou qui augmente le risque. La hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité est proposée :

- 1) Établissement accueillant des populations à caractère vulnérable
- 2) Habitation, hébergement hôtelier
- 3) Bureaux, commerces, artisanat, établissement recevant du public
- 4) Bâtiment d'exploitation agricole ou forestier, entrepôts

**Chute de blocs** : les chutes de blocs ou de masses rocheuses sont des mouvements rapides, discontinus et brutaux, résultant de l'action de la pesanteur et affectant des matériaux rigides et fracturés tels que calcaires, grès, roches cristallines...

**Effondrement** : c'est un évènement à la fois violent et spontané de la surface – tout le terrain au-dessus de la cavité cédant d'un coup – parfois sur plusieurs hectares et plusieurs mètres de profondeur. La zone effondrée est limitée par des fractures sub-verticales. Les effondrements localisés donnent naissance à des fontis présentant une géométrie pseudo-circulaire dont la profondeur et le diamètre du cône peuvent aller de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.

**Emprise au sol** : c'est la projection verticale du volume de la construction, tous débords et surplombs inclus.

**Entretien courant** : les travaux d'entretien courant des bâtiments comprennent la réfection de toiture, le ravalement de façades, le remplacement des menuiseries,...

**Équipements de services publics** : ils comprennent les postes de transformation électrique, les pylônes, les centraux téléphoniques, etc.

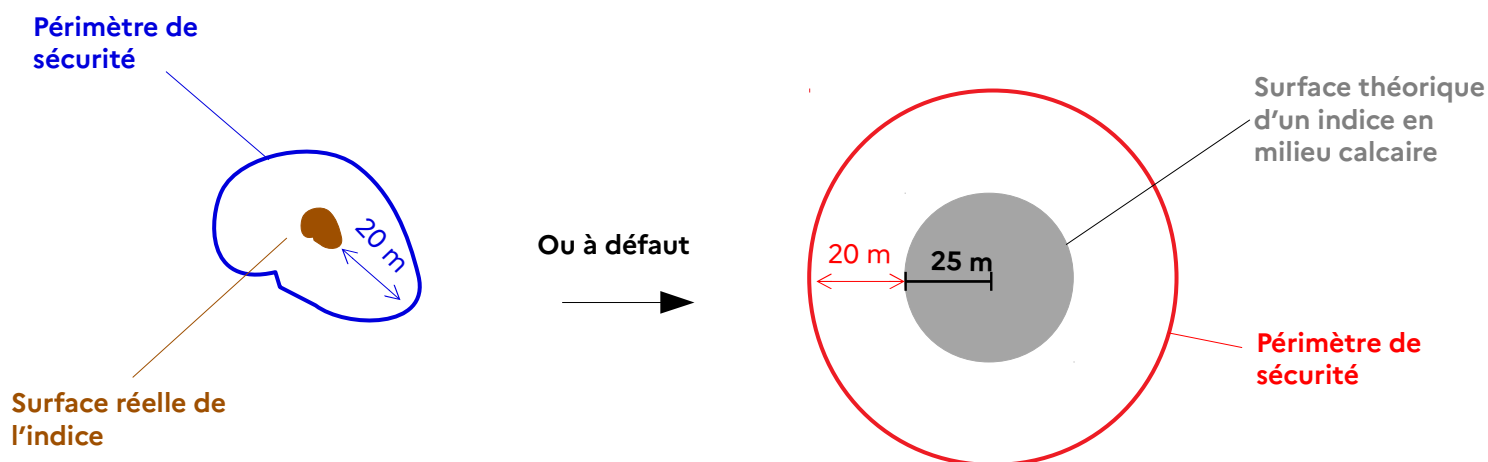
**Érosion de berges** : c'est un phénomène affectant la morphologie des berges et des bords de cours d'eau. Ce mouvement, de vitesse variable, peut entraîner des glissements de terrain ou des éboulements.

**Extension** : l'extension consiste en un agrandissement de la construction existante présentant des dimensions inférieures à celle-ci. L'extension peut-être horizontale ou verticale (par surélévation, excavation ou agrandissement), et doit présenter un lien physique et fonctionnel avec la construction existante.

**Glissement de terrain** : c'est un déplacement à vitesse variable (quelques millimètres par an à quelques mètres par jour) d'une masse de terrain le long d'une surface de rupture pouvant être circulaire ou plane.

**Liquéfaction des sols** : c'est un phénomène généralement brutal et temporaire, lié aux séismes, qui consiste en la perte de cohésion d'un sol saturé en eau.

**Indice ponctuel d'affaissement/effondrement** : la surface de la dépression réelle devra être définie lors des études complémentaires menées par un bureau d'étude spécialisé, qui étudiera les cartes géologiques, recensera les études disponibles et visitera le secteur d'étude. En l'absence d'une connaissance fine à l'échelle communale, les services de l'État considéreront dans le porter-à-connaissance une emprise réelle estimée à un point de rayon de 25 mètres et un rayon de sécurité de 20 mètres.



**Terrassement dit « important » :** La limite est placée à 1 mètre de hauteur de terrassement car, en cas de glissement, cette hauteur ne présente pas de danger pour les vies humaines.

Une étude géotechnique sera nécessaire lorsque les projets nécessitent une mobilisation du terrain plus importante que le seuil de terrassement de 1 mètre (terrassement de type « *pleine terre* ») dans les zones d'éboulis notamment. Ce seuil correspond à la probabilité de réactiver l'instabilité du terrain.

Ce seuil a fait l'objet d'une expertise et est également valable pour le cas des piscines et stations de pompage et de relèvement. En effet, du fait des risques relatifs à l'étanchéité des ouvrages et de départs d'eau dans le milieu naturel, il est recommandé de réaliser une étude géotechnique dans le cas où la mobilisation du terrain serait supérieure à ce seuil de 1 mètre. L'étude géotechnique déterminera les caractéristiques géotechniques et la particularité du terrain en question afin de sécuriser la construction d'une piscine enterrée pour un terrassement supérieur à 1 mètre. Pour un terrassement inférieur à ce seuil, ce qui est majoritairement le cas pour des piscines hors sol, le projet pourra être admis sans prescription particulière.

**Vulnérabilité :** La vulnérabilité d'une construction traduit le niveau de dommages aux personnes et aux biens en cas de survenue d'un mouvement de terrain. Elle dépend de plusieurs facteurs :

- la vulnérabilité technique (structure du bâti, résistance des matériaux...)
- la vulnérabilité conceptuelle (présence d'un sous-sol, nombre d'étages, fondation...)
- la vulnérabilité liée à l'usage des locaux (un local de stockage est moins vulnérable qu'un bureau, lui-même moins vulnérable qu'une chambre...)
- la vulnérabilité liée aux personnes utilisant la construction (des enfants, personnes âgées ou personnes à mobilité réduite sont plus vulnérables)

Voici quelques exemples de projets s'accompagnant d'une augmentation de la vulnérabilité :

- l'extension avec création d'un logement supplémentaire,
- la transformation d'un garage en logement (voir la définition des changements de destination),
- l'extension d'un bâtiment avec création d'un étage supplémentaire,
- la création d'une ouverture sur une façade exposée à une falaise, la création d'un sous-sol, etc.

## **X. Annexes**

### **1. Exemple de rédaction d'un avis au titre du R.111-2 du code de l'urbanisme.**

Vu le code de l'urbanisme ;

Vu l'atlas départemental des mouvements de terrain du Territoire de Belfort ;

Vu le certificat d'urbanisme n° ..... délivré positif en date du .....;

Considérant qu'aux termes de l'article R.111-2 du code de l'urbanisme : « Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations. » ;

Considérant que la parcelle concernée par le projet est située dans la zone de [phénomènes de mouvements de terrain et niveau d'aléa] identifiée sur la cartographie de l'atlas départemental des mouvements de terrain du Territoire de Belfort.

Considérant que l'étude géotechnique jointe au dossier conclut à [rappeler les conclusions de l'étude]

Considérant que conformément aux principes d'acceptabilité des projets en zones de mouvements de terrain, extraits du guide départemental de recommandation pour la prise en compte des mouvements de terrain dans l'urbanisme de 2022, la [nature du projet] peut être admis /refusé admis sous réserve du respect de prescriptions.

Considérant que le projet tient compte/ne tient pas compte desdites prescriptions imposant [liste des prescriptions]

## **ARRÊTE**

### **Article 1**

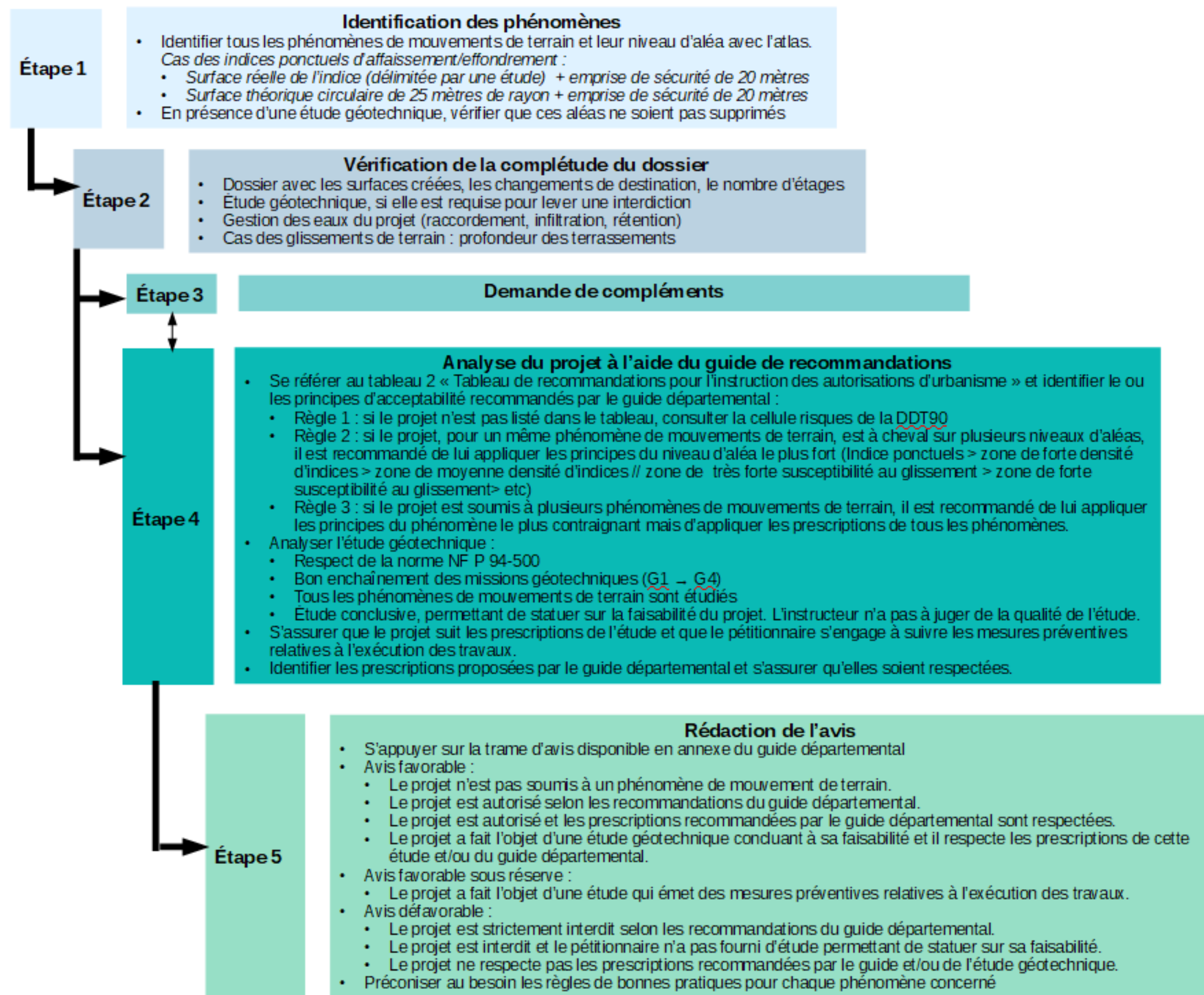
Le permis de construire est ACCORDÉ

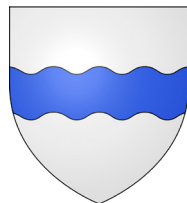
Le permis de construire est REFUSÉ

Le permis de construire est ACCORDÉ sous réserve de respecter les mesures constructives et/ou les prescriptions issues de l'étude géotechnique

**2. Logigramme d'aide à l'instruction des autorisations d'urbanisme  
(utilisation exclusive du guide départemental de recommandations).**







6.5

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LE RISQUE INONDATION (hors PPRI)

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023







## Etude des crues historiques et des aléas du bassin de la Douce sur les départements du Territoire de Belfort et de la Haute-Saône

**Maître d'ouvrage :** DDT du Territoire de Belfort

**Comité de pilotage :** DDT 90 / SEE / ER.

**Auteur :**

**GINGER ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURE,**

Direction Spécialisée Prévention Risques Naturels

Les Hauts de la Duranne,

370 Rue René Descartes, CS90340

13799 Aix-en-Provence Cedex 3

Tel. : 04 42 99 27 47 Fax : 04 42 99 28 44

**Gestion de projet :** C. Guérin, L. Mathieu

**Participants :** M. Monaco.

**Date :** septembre 13

**N° d'affaire :** FL13 A 0058

**Pièces composant l'étude :**

-1 document contenant le rapport d'étude et les cartographies

-1 CD-Rom contenant les éléments sous format informatique

**Résumé de l'étude :**

La présente étude s'attache à proposer une cartographie des aléas *Inondation* sur l'ensemble du bassin de La Douce, aléas définis par modélisation hydraulique dans les zones d'enjeux et par hydrogéomorphologie sur le restant du territoire.

**Zone géographique :**

12 communes faisant partie du bassin versant de la Douce, au sein du Territoire de Belfort et de la Haute-Saône, Franche-Comté, France

**Contrôle qualité interne :** L. Mathieu

**Modélisation et rapport de cartographie des aléas :** C. Guérin

**Détermination des aléas qualitatifs :** L. Mathieu

**Numérisation et SIG:** M. Monaco

SOMMAIRE

Contenu

INTRODUCTION ET methodologie ..... 3

    Introduction ..... 3

    Methodologie ..... 3

Phase 1 : Préalables à la cartographie des aléas ..... 4

    1.1 Topographie ..... 4

    1.2 Hydrologie ..... 4

Phase 2 : Modelisation hydraulique ..... 7

    2.1 Tronçons modelises, débits injectes et conditions aux limites ..... 7

    2.2 Caractéristiques géométriques ..... 8

        2.2.1 Descriptif des données topographiques utilisées ..... 8

        2.2.2 Réalisation de profils en travers complémentaires ..... 8

        2.2.3 Distances inter-profils et coefficients de rugosité ..... 9

        2.2.4 Prise en compte des ouvrages ..... 9

    2.3 Calage et qualité du modele ..... 9

        2.3.1 Calage du modèle ..... 9

        2.3.2 Qualité du modèle ..... 9

Phase 3 : Approche hydrogéomorphologique ..... 10

    3.1 PREAMBULE ..... 10

        3.1.1 Objectifs et limites ..... 10

    3.2 PRINCIPES METHODOLOGIQUES ET ELEMENTS CARTOGRAPHIQUES ..... 10

        3.2.1 Mise en œuvre ..... 10

        3.2.2 Cartographie des unités hydrogéomorphologiques ..... 10

Phase 4 : Restitution des cartes des hauteurs, des vitesses et d'aléa ..... 12

    4.1 Cartographie des caractéristiques des conditions de l'écoulement ..... 12

        4.1.1 Classes des hauteurs et des vitesses ..... 12

        4.1.2 Intégration des données topographiques et réalisation d'un modèle numérique de terrain ..... 12

        4.1.3 Croisement des surfaces du MNT et de la ligne d'eau reconstituée ..... 13

        4.1.4 Rendus cartographiques ..... 13

    4.2 cartographie de l'alea dans les secteurs modelises ..... 13

        4.2.1 Classes d'aléa inondation ..... 13

        4.2.2 Post-traitement et affinage de la cartographie des aléas définitive ..... 14

4.2.3 Rendu cartographique ..... 14

4.3 Cartographie de l'alea dans les secteurs non modelises ..... 14

4.4 Comparaison des limites d'aléa modelisées et observées ..... 15

Bibliographie ..... 16

annexes ..... 17

annexe 1 : Conditions aux limites des modèles hydrauliques ..... 18

annexe 2 : Cartes des hauteurs et des vitesses ..... 21

annexe 3 : Cartes d'alea inondation ..... 40

annexe 4 : Cartes hydrogéomorphologiques ..... 50

annexe 4 : Cartes comparatives des alés modelisées (Q10\_Q100) et observées (crue de 1861) ..... 60



## INTRODUCTION ET METHODOLOGIE

### INTRODUCTION

**Comme le prévoit la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 relative à la prévention et à la gestion des zones inondables, le niveau de risque à prendre en compte dans le cadre d'une démarche de type PPR (Plan de Prévention des Risques) est le plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, prendre en compte cette dernière.**

La directive cadre européenne va aujourd'hui plus loin en proposant d'établir des cartes de zones inondables couvrant les zones géographiques susceptibles d'être inondées selon les scénarii suivants :

- Faible probabilité d'inondation ou scénarii d'évènements extrêmes ;
- Probabilité moyenne d'inondation (période de récurrence probable supérieure ou égale à 100 ans) ;
- Forte probabilité d'inondation, le cas échéant.

La crue « centennale » est dorénavant considérée comme une crue moyenne et non plus comme un maximum. Se pose toutefois le problème de la disponibilité de données sur des événements d'occurrence supérieure et, par voie de conséquence, sur la nécessité de les créer et d'en simuler l'inondation.

Dans le cadre de la présente étude, laquelle s'inscrit dans une démarche générale d'amélioration de la connaissance du risque Inondation, il n'est pas attendu de caractériser un événement extrême (qu'il reste à définir) mais bien plus de s'intéresser aux événements courants et rares.

L'analyse des données historiques effectuée en phase 1 de l'étude n'a pas permis l'identification et la caractérisation précise d'évènement de référence égale ou supérieure à une crue centennale ; seule l'enveloppe de la crue de 1861 (reportées par les Ponts-et-Chaussées ; Source : Archives Départementales 90, cote 7S 82 et 83. Evènement de référence supposée du 31 décembre 1860 et 1<sup>er</sup> janvier 1861) semble pouvoir servir de référence dans l'analyse des champs d'inondation majeurs du bassin de La Douce sans possibilité toutefois d'appréciation de sa fréquence associée.

Ainsi, la présente phase de l'étude s'est-elle attachée à définir les aléas :

- De manière qualitative (méthode hydrogéomorphologique) pour les secteurs à faibles, voire à très faibles, enjeux ;
- De manière quantitative (modélisation hydraulique) pour les autres secteurs, ceci sur la base des crues statistiques décennale et centennale.

### METHODOLOGIE

La démarche mise en œuvre repose sur le concept suivant :

- ☞ La définition du risque dans les zones à enjeux requiert une précision nécessitant l'emploi d'une modélisation hydraulique ;

- ☞ Les zones rurales, correspondant pour la plupart à des zones d'expansion de crue à préserver, sont traitées par une approche géomorphologique. Les zones d'intérêts (groupement de maisons, hameaux) ont fait l'objet d'une approche géographique plus précise (topographie complémentaire).

Deux temps de traitement sont donc rendus nécessaires pour la détermination des aléas :

- Une modélisation hydraulique de La Doucette - La Douce et de ses principaux affluents (La Bénade, ruisseaux d'Essert, d'Argiésans et de Bavilliers) en crues décennale et centennale dans les principales traversées urbaines (communes de Châlonvillars, d'Essert, de Bavilliers, Argiésans, Botans et Andelnans). Les modélisations réalisées permettent d'estimer les caractéristiques des écoulements, les cotes d'eau et la répartition des vitesses à partir des principales caractéristiques du terrain naturel (topographie, rugosité des surfaces en relation avec l'occupation des sols, ...) tels que les buses, les ponts, les seuils, les déversoirs. Comme évoqué dans le paragraphe précédent, la crue de référence retenue est la crue statistique centennale.  
Il est à noter que dans le cas des communes amont (Bermont et pour faible partie Botans et Dorans), une modélisation ayant déjà été réalisée dans le cadre de l'étude autoroutière (A36) Beture-Cerrec de mars 2001, les résultats de celle-ci ont été repris dans le cadre de la présente étude. La conservation desdits résultats intervient après vérification préalable des données d'entrée du modèle (débits d'injection).
- Une approche hydrogéomorphologique sur les communes comprises dans les portions de linéaire entre Frahier-et-Chatebier (tête du bassin versant) et Bermont (confluence avec la Savoureuse). Cette méthode, approuvée et conseillée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement durable et de l'Energie, et ayant servi de base à la détermination des aléas, s'appuie sur deux outils complémentaires que sont la photo-interprétation stéréoscopique et l'observation de terrain :
  - Analyse des structures géologiques,
  - Interprétation des photos aériennes (vue en relief de la vallée),
  - Observations de terrain,
  - Archives.

Cette démarche permet de définir et de rendre intelligible l'organisation de la plaine fonctionnelle ainsi que les axes d'écoulement préférentiels, les zones de vitesse particulières, ...

Les critères d'identification et de délimitation de ces unités sont la topographie, la morphologie et la sédimentologie, souvent corrélées avec l'occupation du sol.

PHASE 1 : PREALABLES A LA CARTOGRAPHIE DES ALEAS

1.1 TOPOGRAPHIE

Pour les besoins de la modélisation hydraulique, mais également de l'expertise hydrogéomorphologique, sont rassemblés les éléments de description du relief de la vallée, et plus spécifiquement de la bathymétrie du lit mineur et de la topographie du lit majeur.

Ce préalable à la construction de tout modèle hydraulique a donné lieu :

- A la récupération et à la valorisation des levés pré-existants, en particulier au levé LIDAR du Conseil Général (précision de l'ordre de 30 cm), à la photogrammétrie fourni par la Communauté d'Agglomération Belfortaine (précision altitudinale de 20 à 30 cm)
- A la réalisation de levés terrestres complémentaires, à savoir de profils en travers des différentes sections de cours d'eau modélisées ainsi que des principaux ouvrages de franchissement à intégrer aux modèles (partie amont). Quatre-vingt-neuf profils lit mineur-lit majeur (hors profils amont des ouvrages), au total, ont été levés par le groupement BEC2i (Belfort) et ITE (Autrechene).

| Tronçon modélisé                      | Nombre de profils en travers levés<br>(hors ouvrages hydrauliques) |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>La Doucette-La Douce</b>           |                                                                    |
| La Doucette à Essert-Châlonvillars    | 5                                                                  |
| La Doucette à Essert                  | 13                                                                 |
| La Douce à Bavilliers                 | 17                                                                 |
| La Douce à Andelnans-Botans           | 15                                                                 |
| <b>Affluents de La Douce</b>          |                                                                    |
| La Benade à Châlonvillars             | 17                                                                 |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Nord) | 7                                                                  |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Sud)  | 7                                                                  |
| Ruisseau d'Argiesans                  | 8                                                                  |

Tableau 1 : Tronçons de cours d'eau modélisés et nombre de profils en travers levés

1.2 HYDROLOGIE

Comme indiqué dans le rapport de phase 1 de l'étude, le bassin versant de la Douce ne dispose pas d'enregistrement hydrométrique sur une longue durée ; la mise en œuvre d'une approche statistique en vue de déterminer une crue d'occurrence centennale et/ou de référence n'est donc pas envisageable.

Le recueil des éléments bibliographiques disponibles, parallèlement effectué, a néanmoins permis la synthèse d'informations sur la détermination de débits de projet définis à l'occasion d'études hydrauliques sur différents ouvrages de franchissement de rivière.

| Méthode d'estimations hydrologiques                                        |                                                        |                     |                             |                |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------|
|                                                                            | Approche par corrélation avec données de la Savoureuse | Méthode rationnelle | Extrapolation par le GRADEX | Valeur retenue |
| <b>La Douce à Bermont : étude du franchissement de la RN19 et de l'A36</b> |                                                        |                     |                             |                |
| Q10                                                                        | 18 m³/s                                                | 19 m³/s             | -                           | 20 m³/s        |
| Q100                                                                       | 44 m³/s                                                | 35 m³/s             | 41 m³/s                     | 40 m³/s        |
|                                                                            | Approche par corrélation avec données de la Rupt       | Méthode rationnelle | Extrapolation par le GRADEX | Valeur retenue |
| <b>La Douce à Bavilliers</b>                                               |                                                        |                     |                             |                |
| Q10                                                                        | 12.6 m³/s                                              | 13 m³/s             | -                           | 13 m³/s        |
| Q100                                                                       | 30 m³/s                                                | 27 m³/s             | 34 m³/s                     | 30 m³/s        |

Tableau 2 : Valeurs de débits décennaux et centennaux pris en référence dans les études hydrauliques locales

Une étude hydrologique générale, menée sur le bassin versant de la Savoureuse, rivière dont La Douce constitue un affluent rive droite, a été prise en référence afin d'apprécier les possibilités de réaliser des calculs de débit statistique par analogie (« Etude hydrologique et hydraulique du bassin versant de la Savoureuse et étude des aléas pour la révision du PPRI », Pöyry, Cemagref et DHI, 2009).

Remarque :

Aucun modèle hydrologique ou calcul hydrologique (intégrant les caractéristiques des sous-bassins versants) n'était envisagé dans le cadre de l'étude.

L'étude hydrogéologique générale précitée a donné lieu au découpage du bassin versant de la Savoureuse en 30 sous-unités dont une indicée Sa09 correspondant au bassin-versant de la Douce. Les éléments descriptifs majeurs de ces sous-unités ont été précisés afin de proposer un premier niveau de comparaison de ceux-ci au regard notamment :

- De leur indice de compacité (coefficient de Gravelius), dépendant des paramètres de forme des bassins (superficie et périmètre) ;
- De leur relief, et plus spécifiquement de la pente ;
- De leur coefficient d'imperméabilisation (ratio entre superficie urbanisée et superficie totale du sous-bassin considéré).

| Classe de superficie des sous-bassins | Nombre de sous-bassins | Remarque           |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| < 10 km²                              | 14                     |                    |
| Entre 10 et 20 km²                    | 9                      |                    |
| Entre 20 et 30 km²                    | 4                      |                    |
| Entre 30 et 40 km²                    | 1                      | Bassin de la Douce |
| Entre 40 et 50 km²                    | 1                      |                    |
| Entre 140 et 150 km²                  | 1                      |                    |
| > 300 km²                             | 2                      |                    |

Tableau 3 : Répartition, par taille de bassin, des différents sous-bassins pris en référence dans l'étude hydrologique générale de la Savoureuse

Comme souligné dans le rapport d'étude, l'approche des superficies des sous-bassins adoptée ne permet pas d'analyser le fonctionnement hydrologique du site, le découpage en sous-bassins retenu n'étant pas exclusivement basé sur des principes hydrologiques, mais également sur de la présence de stations hydrométriques. Par ailleurs, l'analyse de la morphologie, par ailleurs, ne tient pas compte de la pédologie, ni même de la géologie ; ainsi ne permet-elle pas de conclure strictement quant aux apports réellement générés par les sous-bassins.

Leur description a été complétée par l'étude de l'occupation des sols via la distinction de 6 classes :

- Pâturage,

- Culture,

- Forêt,
- Zone urbanisée,

- Rivières et étangs,

- Carrières.

Afin d'apprécier les comportements des sous-bassins aux évènements pluvieux, les différentes stations pluviométriques et hydrographiques réparties sur le bassin versant de la Savoureuse ont également été prises en référence. Aucune d'entre elles n'intéresse directement le sous-bassin de la Douce.

L'ensemble des travaux menés a permis l'établissement d'une **loi régionale reliant débit et pluie, ceci pour un épisode de crue d'occurrence 10 ans**. La relation empirique proposée, inspirée des variantes présentes dans la formule CRUPEDIX, intègre les deux descripteurs physiographiques suivants :

- La surface topographique drainée S (en km²),
- Un indice pluviométrique, la pluie décennale de bassin *PJXA10* (en mm) sur la saison d'octobre-mai.

Aucune loi régionale du type ou autre n'est établie pour la détermination des débits centennaux. De fait, seule la loi relative aux débits de période de retour 10 ans a pu être testée pour le bassin de La Douce en réalisant au préalable une analyse de l'occupation des sols pour déterminer, en chaque nœud, les coefficients de rugosité équivalent (indicés C) puis les débits correspondants. A noter que les coefficients de rugosité retenus sont issus de la littérature (sans prise en compte complémentaire des notions de pente et de géologie), ceux pris en compte dans l'étude hydrologique de la Savoureuse n'étant pas disponibles. Les résultats sont présentés, par tronçon modélisé, dans le tableau n°3.

En parallèle et pour disposer de valeurs centennales, il a été procédé au calcul des débits d'occurrence 10 et 100 ans via la prise en compte des débits spécifiques, eux-mêmes définis sur la base des débits majorés pris en référence dans l'étude de franchissement de la RN19 et de l'A36. Les tableaux de la page ci-contre rendent compte des résultats obtenus et des écarts numériques entre la première et la deuxième méthode appliquée dans le cas des débits décennaux.

Globalement, il apparaît que la méthode dite « des débits spécifiques » a tendance a surestimé les débits décennaux au regard des valeurs obtenus par méthode régionale. Ceci ne vaut toutefois pas pour l'essentiel des sous-bassins de tête de bassin et de petite dimension (taille inférieure à 2 km²), pour lesquelles la relation empirique traduisant un phénomène de production en tête de bassin plus important qu'en aval n'est pas intégrée dans le mode opératoire des débits spécifiques. Dans ces cas spécifiques, le recours à la méthode rationnelle aurait été nécessaire pour améliorer l'estimation des débits décennaux, puis centennaux. De manière générale, la réalisation d'un modèle hydrologique à l'échelle du bassin versant de la Douce aurait permis de limiter les marges d'erreurs.

| Cours d'eau                                 | C "equivalent" | Surface totale (km²) | Q10 (m3/s)                    |                           | Ecart  |
|---------------------------------------------|----------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|
|                                             |                |                      | "loi régionale type CRUPEDIX" | "loi de débit spécifique" |        |
| La Doucette (à Châlonvillars) amont         | 11             | 0.882744744          | 0.411                         | 0.512                     | -0.101 |
| La Doucette (à Châlonvillars) intermédiaire | 11             | 1.098056736          | 0.513                         | 0.637                     | -0.124 |
| La Doucette (à Châlonvillars) aval          | 14             | 1.406586936          | 0.777                         | 0.816                     | -0.039 |
| La Benade amont                             | 18             | 0.32409166           | 0.293                         | 0.188                     | 0.105  |
| La Benade aval                              | 23             | 2.030364082          | 1.784                         | 1.179                     | 0.605  |
| Ruisseau d'Argiésans amont                  | 17             | 5.412712444          | 2.984                         | 3.142                     | -0.158 |
| Ruisseau d'Argiésans aval                   | 18             | 5.828362824          | 3.348                         | 3.383                     | -0.035 |
| La Doucette (à Essert) amont                | 18             | 9.69037775           | 5.202                         | 5.782                     | -0.580 |
| La Doucette (à Essert) intermédiaire        | 24             | 10.26508147          | 5.572                         | 6.115                     | -0.543 |
| La Doucette (à Essert) aval                 | 19             | 12.42607199          | 6.983                         | 7.213                     | -0.230 |
| La Douce (à Bavilliers) amont               | 19             | 13.36784204          | 7.509                         | 7.760                     | -0.251 |
| La Douce (à Bavilliers) aval                | 25             | 18.48228453          | 12.894                        | 10.729                    | 2.165  |
| La Douce (à Andelnans et Botans) amont      | 23             | 28.74328401          | 17.476                        | 16.685                    | 0.791  |
| La Douce (à Andelnans et Botans) aval       | 24             | 31.16459243          | 18.776                        | 18.090                    | 0.686  |
| Banvillars (tronçon Nord) amont             | 26             | 0.084054859          | 0.132                         | 0.049                     | 0.083  |
| Banvillars (tronçon Nord) intermédiaire     | 26             | 0.555610253          | 0.666                         | 0.323                     | 0.343  |
| Banvillars (tronçon Nord) aval              | 26             | 1.008929686          | 1.111                         | 0.586                     | 0.525  |
| Banvillars (tronçon Sud) amont              | 11             | 0.502863192          | 0.266                         | 0.292                     | -0.026 |
| Banvillars (tronçon Sud) intermédiaire      | 15             | 0.878640773          | 0.569                         | 0.510                     | 0.059  |
| Banvillars (tronçon Sud) aval               | 16             | 1.431705043          | 0.921                         | 0.831                     | 0.090  |

Tableau 4 : Débits décennaux calculés par application de la loi régionale reliant débit et pluie et par la loi de débit spécifique

| Cours d'eau                                 | Débits calculés (en m3/s) |        |
|---------------------------------------------|---------------------------|--------|
|                                             | Q10                       | Q100   |
| La Doucette (à Châlonvillars) amont         | 0.512                     | 1.023  |
| La Doucette (à Châlonvillars) intermédiaire | 0.637                     | 1.275  |
| La Doucette (à Châlonvillars) aval          | 0.816                     | 1.633  |
| La Benade amont                             | 0.188                     | 0.376  |
| La Benade aval                              | 1.179                     | 2.357  |
| Ruisseau d'Argiésans amont                  | 3.142                     | 6.284  |
| Ruisseau d'Argiésans aval                   | 3.383                     | 6.766  |
| La Doucette (à Essert) amont                | 5.782                     | 11.563 |
| La Doucette (à Essert) intermédiaire        | 6.115                     | 12.230 |
| La Doucette (à Essert) aval                 | 7.213                     | 14.426 |
| La Douce (à Bavilliers) amont               | 7.760                     | 15.520 |
| La Douce (à Bavilliers) aval                | 10.729                    | 21.457 |
| La Douce (à Andelnans et Botans) amont      | 16.685                    | 33.370 |
| La Douce (à Andelnans et Botans) aval       | 18.090                    | 36.180 |
| Banvillars (tronçon Nord) amont             | 0.049                     | 0.098  |
| Banvillars (tronçon Nord) intermédiaire     | 0.323                     | 0.645  |
| Banvillars (tronçon Nord) aval              | 0.586                     | 1.171  |
| Banvillars (tronçon Sud) amont              | 0.292                     | 0.584  |
| Banvillars (tronçon Sud) intermédiaire      | 0.510                     | 1.020  |
| Banvillars (tronçon Sud) aval               | 0.831                     | 1.662  |

Tableau 5 : Débits décennaux et centennaux calculés par application de la loi de débit spécifique

Remarque :

*Les éventuelles interactions existantes entre les différents tronçons de cours d'eau et le canal, en période de hautes eaux plus particulièrement, n'ont pas été intégrées dans le cadre de la modélisation. Aucune donnée quantitative sur ce thème n'a pu être collectée auprès des personnes ressources sollicitées en phase 1 de l'étude.*

*De même pour les relations entre les réseaux hydrographiques superficiels et souterrains (karsts) pour lesquels il n'existe pas de données quantitatives « en hautes eaux » suffisantes pour pouvoir être prises en compte dans les calculs hydrologiques simplifiés.*

PHASE 2 : MODELISATION HYDRAULIQUE

Sur la base des données d'entrée disponibles (topographie de la vallée et hydrologie), 8 modèles hydrauliques ont été construits sur différents tronçons du territoire afin de simuler les crues de période de retour décennal et centennal et apprécier, en conséquence les champs potentiels d'inondation associés à ces évènements.

L'intégralité des simulations des écoulements aériens a été gérée via le logiciel de modélisation 1D Hec-Ras (en régime permanent) lequel permet notamment une prise en compte fine des coefficients de frottement et une bonne restitution des vitesses le long des profils en travers.

Rappel quant à la notion de période de retour :  
La fréquence de retour correspond à la possibilité qu'ont les crues de se produire chaque année. Ainsi une crue de fréquence de retour décennale a une « chance » sur dix de se produire chaque année, une crue trentennale a une « chance » sur trente et une « crue centennale » à une « chance » sur cent.

2.1 TRONÇONS MODELISES, DEBITS INJECTES ET CONDITIONS AUX LIMITES

Faisant suite aux échanges d'avis avec le Maître d'ouvrage, 8 modèles ont été créés pour simuler les écoulements en crue de La Doucette-La Douce et ses affluents :

|                                              | Linéaires modélisés                                                                                                                       | Problématiques majeures                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amont<br><br>↓<br><br>Aval du bassin versant | <b>La Doucette-La Douce</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                              | La Doucette à Essert-Châlonvillars, des Prés Gachés à la sortie de l'ouvrage de passage sous la route et le canal                         | Secteur urbanisé en partie aval. Zones humides signalées dans le secteur des Prés Gachés (route) et en amont de la RN19.                                                                                                                                           |
|                                              | La Doucette à Essert, de l'aval de la confluence avec la Benade à la RD47                                                                 | Territoire fortement urbanisé en rive gauche de la rivière (centre bourg d'Essert). Deux dessertes par ouvrage de franchissement (pont).                                                                                                                           |
|                                              | La Douce à Bavilliers, du secteur de la perte <i>Trou la Dame</i> à l'aval du remblai ferroviaire (réseau SNCF menant à Belfort)          | Territoire fortement urbanisé (rive droite, rive gauche ; traversée de la commune de Bavilliers). Remblais d'importantes infrastructures (RN 83 et voie SCNF) barrant le champ d'inondation de la rivière). Ancien lit de La Douce (secteur des Courbes Fauchées). |
|                                              | La Douce à Andelnans-Botans, de l'aval de la confluence avec le ruisseau d'Argiesans à l'aval du passage sous la RD19 (secteur du moulin) | Ouvrages de desserte des zones habitées (hameau de Froideval et centre bourg de Botans). Moulin et canal associé. Proximité immédiate entre canal et rivière.                                                                                                      |

Tableau 6a : Tronçons de cours d'eau modélisés et problématiques de ces derniers

|                                              | Linéaires modélisés                                                                                                 | Problématiques majeures                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amont<br><br>↓<br><br>Aval du bassin versant | <b>Affluents de La Douce</b>                                                                                        |                                                                                                                                                             |
|                                              | La Benade à Châlonvillars, du Bois de Brigaumont à l'amont de la STEP du village                                    | Territoire urbanisé (rive droite et rive gauche ; traversée de Châlonvillars). Ouvrages de franchissement.                                                  |
|                                              | Ruisseau de Banvillars (tronçon Nord) à Banvillars, de la tête du ruisseau à l'aval du remblai routier de la RN1019 | Traversée de zones habitées (faible densification d'habitat). Ouvrages de franchissement dont celui de la RN1019 barrant le champ d'inondation du ruisseau. |
|                                              | Ruisseau de Banvillars (tronçon Sud) à Banvillars, de la tête du ruisseau à l'aval du remblai routier RN1019        | Traversée de zones habitées (faible densification d'habitat). Ouvrages de franchissement dont celui de la RN1019 barrant le champ d'inondation du ruisseau. |
|                                              | Ruisseau d'Argiesans à Argiesans, de l'aval du du <i>Trou Gavillot</i> au lieu-dit Les Bichels                      | Secteur urbanisé. Ouvrages de franchissement et un ouvrage sous remblai SNCF (barrage au champ d'inondation du ruisseau).                                   |

Tableau 6b : Tronçons de cours d'eau modélisés et problématiques de ces derniers

La carte présentée en page suivante (figure n°1) géolocalise les différents tronçons à modéliser pour des évènements de période de retour 10 et 100 ans et présente, en complément, les secteurs soumis à un traitement hydrogéomorphologique pour appréciation des aléas qualitatifs.

Les conditions limites aval des 8 modèles sont fixées par la pente du terrain en amont du dernier profil. Les débits d'injection sont pour leur part rappelés en annexe 1.

Les valeurs de débits retenues dans le cadre de l'étude hydraulique de la RN19 et de l'A36 ayant été prises en référence pour les calculs hydrologiques préalables à la modélisation sous HecRas, aucune révision du modèle existant dans la partie aval du bassin (de Botans à la confluence de La Douce avec la Savoureuse) n'a été effectuée. Sans donnée complémentaire nécessitant leur reprise, les cartographies alors élaborées font référence pour ce secteur particulier du bassin versant de La Douce.

Remarque :  
Par souci d'homogénéisation de traitement, l'ensemble des tronçons à modéliser a fait l'objet conjointement d'une analyse hydrogéomorphologique.



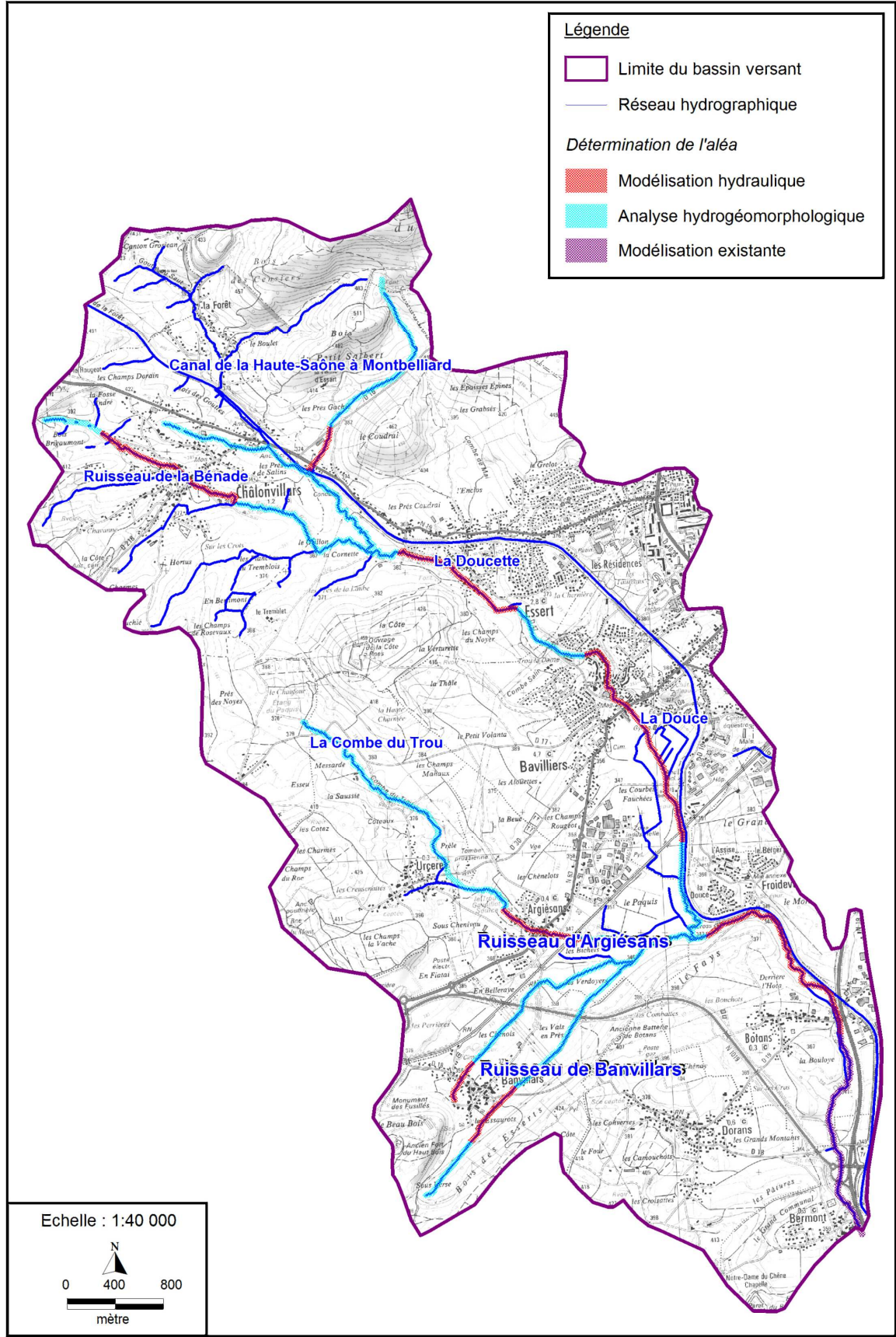


Figure 1 : Cartographie des différents tronçons de cours d'eau faisant l'objet d'un traitement des aléas Inondation par approche quantitative (modélisation) et qualitative (hydrogéomorphologie)

## 2.2 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

### 2.2.1 Descriptif des données topographiques utilisées

L'essentiel de la géométrie des modèles a été construit à partir des données topographiques issues :

- De levés terrestres ponctuels de géomètres (assurés dans le cadre du présent projet, voire acquis à l'occasion d'études antérieures) : profils en travers lit mineur / lit majeur + semis de points.
- De la campagne LIDAR (levés par scanner laser aérien) réalisée sur l'ensemble du bassin versant de la Douce pour le Conseil Général du Territoire de Belfort, qui offre globalement une bonne restitution de la topographie de la vallée (précision décimétrique), à l'exclusion de la bathymétrie des cours d'eau.

*Remarque relative à la qualité des données d'entrée :*

La corrélation entre données terrestres et données acquises par vol a permis d'observer des différences de levés relativement variables selon les secteurs considérés. Les imprécisions peuvent parfois dépasser les 50 cm ; de fait, il ne peut être exclu des incertitudes de rendu cartographique, notamment entre chaque profil en travers levé.

En outre, les levés terrestres se sont avérés parfois insuffisant et ne répondant pas entièrement au cahier des charges définis pour les besoins de l'étude : profils en travers se limitant quasi exclusivement au lit mineur (cas en particulier des ruisseaux de Banvillars et d'Argiesans), profils en travers mal positionnés par rapport à la demande initiale (transposition plus en amont ou en aval de la section prédéfinie, profils non perpendiculaires à l'axe d'écoulement des eaux lits mineur et majeur), profils en travers partiels (cas des ouvrages principaux de franchissement avec ouvrages de décharge, cas du secteur amont au moulin de Botans), profils manquants et/ou pas assez précis (cas des ouvrages en arche, ...), absence de levés des fils d'eau amont-aval aux ouvrages, ...

Des contrôles des données txt des géomètres ont par ailleurs été effectuées pour vérifier toute incohérence de profil (alignement, largeur des lits mineur et majeur) liée aux éventuelles distorsions qu'il est possible de voir apparaître par défaut d'alignement des points. Une vérification systématique des profils a permis de corriger un certain nombre d'erreurs dans le rendu géomètre.

### 2.2.2 Réalisation de profils en travers complémentaires

De manière à affiner la géométrie des modèles, des profils en travers complémentaires ont été créés :

- En amont en en aval hydraulique des ouvrages de franchissement (prise en compte des zones de débit ineffectif) ;
- Entre profils très éloignés.

De même, selon la configuration de la vallée, les profils terrestres levés par les géomètres ont pu être étendus via l'intégration de nouveaux points rive droite-rive gauche.

Dans les deux cas, le mode opératoire a consisté à positionner les profils au regard des sens d'écoulement pressentis et à préciser, manuellement (MapInfo) ou de manière automatisé (ArcGIS), les données topographiques ponctuelles desdits profils (distance partielle et cumulée entre les points, élévation des points). Pour ce faire, ont été pris en référence les levés LIDAR bruts et/ou traités (sous forme d'un MNT).

2.2.3 Distances inter-profils et coefficients de rugosité

La prise en compte des variations morphologiques des différents cours d'eau modélisés (linéaires recalibrés et rectifiés, tronçons en méandre ...) nécessite le traitement séparé par le logiciel des écoulements en lit mineur et en lit majeur (rive droite et rive gauche distinctes). Les distances inter-profils et coefficients de rugosité sont donc précisés pour chacun de ces écoulements.

Les coefficients de rugosité sont fixés par pré-analyse de l'occupation des sols (BdOrtho).

Les distances inter-profils, pour leur part, sont obtenues par traitement cartographique sous les logiciels Autocad (à partir des données de géomètres) et/ou MapInfo (après création d'un fichier SIG d'après les levés terrestres) :

- Pour le lit mineur, la distance inter-profil correspond à la distance de séparation entre le profil considéré et celui situé directement à l'aval le long du talweg (ligne des points les plus bas) ;
- Pour le lit majeur, les distances inter-profil – rive droite et rive gauche – sont mesurées le long du chemin supposé pris par le centre de masse du débit présent sur chaque berge, ceci entre le profil analysé et celui localisé directement à l'aval. Cette ligne, toujours située entre les points externes du lit mineur et la limite hydrogéomorphologique, est généralement appréciée sur la base des connaissances de terrain acquises et par analyse des photographies aériennes stéréoscopiques.

2.2.4 Prise en compte des ouvrages

La modélisation des ouvrages sur le logiciel Hec-Ras s'effectue manuellement par analyse comparée des points levés et du schéma ou de la photographie représentant l'ouvrage afin de s'assurer de la bonne représentation de la géométrie de l'ouvrage par le géomètre ainsi que de la prise en compte des éventuelles réductions de sections à appliquer si :

- Une obstruction est visible (canalisations, piliers, remplissage de fond de lit par gravats, ...) ;
- L'ouvrage n'est pas perpendiculaire aux écoulements en crue.

Ci-dessous un récapitulatif du nombre d'ouvrage intégrés aux différents modèles :

| Tronçon modélisé                      | Nombre d'ouvrages pris en compte |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>La Doucette-La Douce</b>           |                                  |
| La Doucette à Essert-Châlonvillars    | 2                                |
| La Doucette à Essert                  | 4                                |
| La Douce à Bavilliers                 | 17                               |
| La Douce à Andelnans-Botans           | 3                                |
| <b>Affluents de La Douce</b>          |                                  |
| La Benade à Châlonvillars             | 4                                |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Nord) | 2                                |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Sud)  | 4                                |
| Ruisseau d'Argiesans                  | 7                                |

Tableau 7 : Nombre d'ouvrages intégrés aux modèles hydrauliques

2.3 CALAGE ET QUALITE DU MODELE

2.3.1 Calage du modèle

L'opération du calage a pour objectif de paramétrer le modèle hydraulique à l'aide d'une ou de plusieurs crues historiques afin d'ajuster les conditions d'écoulement calculées sur les observations historiques.

Aucune crue de référence n'ayant pu être définie au regard des données historiques disponibles sur le bassin versant de La Douce, il n'a pas été possible de caler le modèles en intégrant notamment : les mesures disponibles aux stations hydrométriques présentes sur la zone d'étude (une seule station à Bermont) ainsi que les repères de crue pré-identifiés et nivelés.

Les éléments de connaissance acquis dans la phase 1 de l'étude – enquête auprès des acteurs et des centres d'archives, observations de terrain, fiches ouvrages, ... – ont toutefois permis de valider les modèles construits et de les réajuster le cas échéant. La courbe enveloppe de l'inondation historique de 1861 (dressée par les Ponts-et-Chaussées) a servi d'appui intéressant dans toute cette phase, bien que le report sous SIG du document originel puisse présenter des défauts par distorsion de la copie de plan, par difficulté de calage de plan ancien (qualité et détail du fond de plan), ...

2.3.2 Qualité du modèle

Au-delà même des problèmes inhérents aux incertitudes quant à la géométrie du modèle (topographie essentiellement) et à la variable des valeurs d'ajustement pris en compte (coefficient de Strickler, conditions aux limites, ...), il paraît important de souligner l'introduction de potentielles erreurs du fait d'un manque de connaissance :

- De l'hydrologie du bassin-versant et donc des débits d'injection à entrer pour les crues statistiques 10 et 100 ans. A défaut de modèle hydrologique mais également de loi régionale applicable au cas du bassin de La Douce, le principe du débit spécifique a été appliqué à l'ensemble des sous-bassins versants modélisés, sans distinction particulière des contextes (amont-aval, relief, géologie, taille et forme des sous-bassins), et notamment des différences de production entre la tête du bassin et sa partie aval. Les écoulements simulés dans le cas des affluents de La Douce pose à cet effet question.
- De l'hydrogéologie, et plus spécifiquement des apports supplémentaires liés aux ressources karstiques et/ou des débits soustraits à la rivière via les pertes en régime de crue.
- Des éventuelles interconnexions entre canal et rivière. Les demandes de précision sur ce point n'ont pas abouti.



## PHASE 3 : APPROCHE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

### 3.1 PREAMBULE

#### 3.1.1 Objectifs et limites

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique à l'échelle 1/10.000<sup>ème</sup> permet de disposer d'une **vision globale et homogène des champs d'inondation** pour l'ensemble des gammes de crues allant des débordements fréquents aux plus exceptionnels. Elle a donc naturellement été retenue, en première approche, **pour apprécier les conditions d'inondabilité de manière exhaustive sur la totalité de l'emprise du bassin versant de la Douce**.

L'information fournie reste cependant **essentiellement qualitative**, bien qu'elle puisse localement s'appuyer sur des données historiques et des témoignages divers permettant de disposer d'informations plus ou moins précises sur les hauteurs d'eau atteintes. Ainsi a-t-elle été complétée, dans les zones à enjeux (tronçons urbains et périurbains), par une modélisation hydraulique des écoulements de surface lesquels s'inscrivent au sein de la courbe enveloppe hydrogéomorphologique.

### 3.2 PRINCIPES METHODOLOGIQUES ET ELEMENTS CARTOGRAPHIQUES

Cette approche naturaliste de terrain, aujourd'hui reconnue pour la cartographie des zones inondables, est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes correspondant aux différents **lits topographiques que la rivière a façonné dans le fond de la vallée**, par accumulation de sédiments pour différentes gammes de crues (fréquentes, moyennes, exceptionnelles).

#### 3.2.1 Mise en œuvre

Les moyens utilisés, conformes à la doctrine d'étude de la cartographie hydrogéomorphologique\*, combine **technique d'analyse par photo-interprétation stéréoscopique** (sur la base de missions aériennes fournies par le Maître d'ouvrage) et **diagnostic de terrain** qui relève de l'expertise des formes alluviales :

- **la photo-interprétation** donne une vision globale des cours d'eau, permettant de comprendre le contexte physiographique et l'articulation des formations alluviales des vallées. En outre, elle permet de saisir rapidement la totalité des structures topographiques majeures qui révèlent le fonctionnement des unités géomorphologiques à partir des traces d'écoulement visibles sur les clichés.

⇒ sur la Douce nous avons travaillé à partir des clichés de 1967 (1/15.000<sup>ème</sup>) des services de l'Urbanisme de l'Equipement, lesquels facilitent le repérage des structures morphologiques naturelles (extrait ci-contre). Le travail de photo-interprétation a été complété par une mission récente (2009)

\* Guide technique : Cartographie des zones inondables – approche hydrogéomorphologique. Ministères de l'Equipement et de l'Environnement DAU/DPPR, édition villes et Territoires, 1996, 100p

*Infrarouge fausse Couleur, fournie par la Communauté d'Agglomération Belfortaine et permettant une mise à jour du bâti et des aménagements divers (voieries, remblais, etc...).*

- **le terrain** constitue un complément nécessaire dans tous les secteurs complexes car il apporte des informations différentes : les microstructures topographiques, les variations de sédimentation, la texture du sol sont mieux discernées notamment. En fonction de la saison, certaines traces et indices hydrauliques correspondant à des annexes fluviales (hydromorphie liée à la proximité de la nappe en période hivernale) ne peuvent être identifiées que sur site.

Dans les secteurs où le contact entre l'encaissant et la plaine alluviale est peu marqué (cas des roches altérées) seule une analyse fine de terrain peut permettre de déterminer la limite externe de la zone inondable hydrogéomorphologique.



Figure 2 : Repérage et visite sur site, secteur de la Douce amont

#### 3.2.2 Cartographie des unités hydrogéomorphologiques

Dans le détail, cette cartographie dissocie, d'une part les unités hydrogéomorphologiques actives de la plaine alluviale (lit mineur, zone de grand écoulement, lit majeur) en différentes teintes de bleu, d'autre part les terrains encaissants non inondables correspondant au substratum rocheux et aux dépôts détritiques de colluvions qui empâtent les pieds de versant (rose).

L'ensemble des éléments cartographiés dans le cadre du diagnostic hydrogéomorphologique sont présentés dans le schéma type ci-dessous et décrits dans les paragraphes suivants par grandes unités :

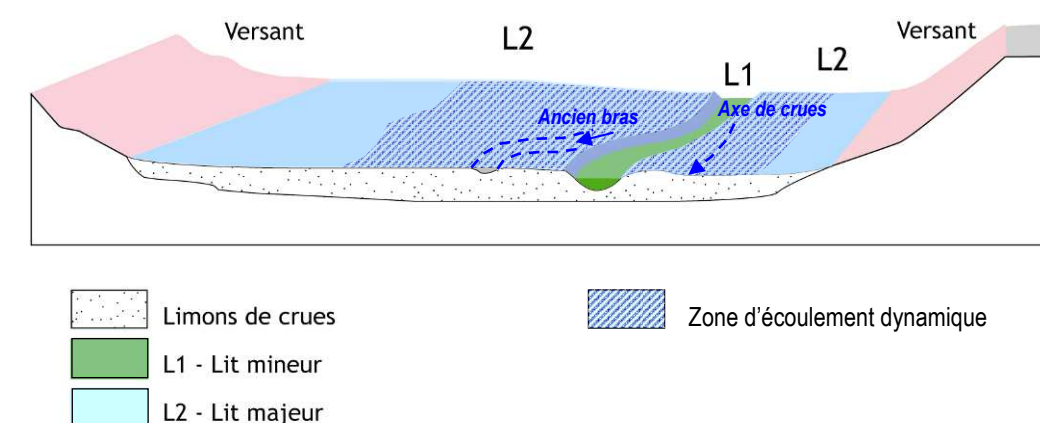


Figure 3 : Organisation classique de la plaine alluviale fonctionnelle dans le bassin de la Douce



### Les unités actives constituant la plaine alluviale moderne fonctionnelle :

▪ **Le lit mineur**, correspond au lit intra-berges, contenant la plupart des crues annuelles. Dans des cours d'eau locaux qui s'écoulent sur un substrat alluvial à dominante calcaro-marneuse, il est peu encaissé avec une profondeur moyenne variant entre 0.5 et 2 m. Son fond est constitué d'un matériel avec une granulométrie assez fine (cailloutis et limons argileux) ce qui révèle une faible compétence associée aux pentes déprimées du profil en long des cours d'eaux. Dans ce contexte, son tracé décrit souvent de nombreux méandres, associés à des annexes hydrauliques secondaires (bras, morts, noues) mises en eau en période hivernale lorsque le débit de plein bord est atteint dans les chenaux principaux.



Figure 4 : Lit mineur de la Douce à Bavilliers

▪ **Le lit majeur** constitue le fond de la plaine alluviale et se situe en contrebas de l'encaissant (substratum géologique). D'un modelé assez plat, il se présente sous la forme d'un plan faiblement incliné vers l'aval.



Figure 5 : Lit majeur de la plaine alluviale de la Douce au niveau d'Essert

▪ La dynamique des inondations, dans ces secteurs, favorise en général les phénomènes de sédimentation des particules fines (limons) associées aux zones naturelles d'expansion des crues ; ces dernières sont occupées le plus souvent par des prairies ou des espaces boisés accompagnés d'étangs et de pièces d'eau.

Dans cet ensemble de prime abord relativement homogène, il est possible localement de distinguer **une zone d'écoulement dynamique** correspondant à des axes de crues secondaires en lien avec d'anciens lits ou méandres abandonnés qui collectent les eaux des affluents et talwegs latéraux. Cette sous-unité correspond à la fraction du lit majeur inondé en priorité par les crues fréquentes et moyennes. Elle est identifiée à partir d'une photo-interprétation très fine des micro-topographies et une visite de terrain en période hivernale où les nappes alluviales sont sub-affleurantes.

### Structures secondaires géomorphologiques :

▪ **Bras secondaire de décharge et axe d'écoulement en crue** : les axes d'écoulement parcourant la plaine alluviale sont représentés par une flèche localisant la ligne de courant. Ils se traduisent lors des inondations par des vitesses probablement un peu plus fortes que dans le reste du lit majeur, induisant ainsi un risque plus fort. Les bras secondaires identifiés dans la plaine alluviale de la Douce correspondent à d'anciens lits du cours d'eau encore bien marqués et fonctionnels pendant les crues, car les dynamiques ne sont pas assez intenses pour façonner au sein du lit majeur des bras suffisamment nets.



Figure 6 : Ancien lit souligné par l'hydromorphie (Bavilliers) lieu-dit Les Courbes Fauchées

### Incidence de l'occupation des sols

▪ **Les aménagements anthropiques** : l'urbanisation, ainsi que certains éléments du milieu naturel (verrous rocheux) ont des incidences directes, multiples et variées sur la dynamique des écoulements au sein du champ d'inondation.

Les éléments suivants sont cartographiés : ponts, digues, seuils, remblais d'infrastructures linéaires ou surfaciques, autant d'ouvrages longitudinaux ou transversaux susceptibles de faire obstacle aux écoulements ou de favoriser l'évacuation des crues vers l'aval.

Bien que la méthode hydrogéomorphologique ne permette pas d'évaluer l'influence de ces aménagements la ligne d'eau ou les vitesses de courant, elle donne toutefois lieu à une première appréciation de leurs impacts en termes hydrodynamique (surcote, sédimentation etc....).



Figure 7 : Le Canal Saône-Doubs dans la plaine alluviale dominant en remblai le lit de la Douce à Froideval



PHASE 4 : RESTITUTION DES CARTES DES HAUTEURS, DES VITESSES ET D’ALEA

En complément des cartes informatives des phénomènes naturels réalisées et accompagnant le rapport de phase 1, l’étude a conduit à la production :

- De la cartographie des écoulements (hauteurs / vitesse)
- De la cartographie des aléas.

L’ensemble de ces cartes est repris dans l’atlas cartographique annexé au présent document.

4.1 CARTOGRAPHIE DES CARACTERISTIQUES DES CONDITIONS DE L’ECOULEMENT

4.1.1 Classes des hauteurs et des vitesses

Quatre classes de hauteur d’eau et trois de vitesse d’écoulement des eaux sont retenues pour la cartographie des hauteurs et des vitesses.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Hauteur < 0.5 m       |  |
| 0.5 < Hauteur < 1 m   |  |
| 1 < Hauteur < 1.5 m   |  |
| Hauteur > 1.5 m       |  |
| Vitesse < 0.2 m/s     |  |
| 0.2 < Vitesse < 0.5 m |  |
| Vitesse > 0.5 m/s     |  |

Tableaux 8 : Classes des hauteurs et des vitesses prises en référence dans la cartographie des hauteurs d’eau et des vitesses d’écoulement

Sur le territoire des communes modélisées, le croisement de la ligne d’eau et des données topographiques permet de reconstituer les hauteurs d’inondation pour un évènement de type centennal. Parallèlement, les simulations et les observations de terrain permettent de reconstituer de grands ensembles de vitesse.

4.1.2 Intégration des données topographiques et réalisation d’un modèle numérique de terrain

Comme explicité dans les paragraphes précédents, la cartographie des aléas Inondation découle de l’intégration des deux variables « hauteur » et « vitesse ».

Dans le cas de la première variable considérée, les hauteurs de submersion sont obtenues à partir du **croisement entre le niveau d’eau retenu** pour la crue centennale modélisée ou crue de référence reconstituée et la **topographie du lit majeur**.

L’étape suivante consiste à créer un Modèle Numérique de Terrain (MNT) pour restituer le plus finement possible la morphologie de la vallée à l’échelle du territoire étudié. La qualité du MNT dépend largement des données topographiques fournies. Les données utilisées proviennent de deux sources principales :

- Une couverture topographique terrestre dans les parties urbaines (profils levés par les géomètres pour les besoins des modélisations hydrauliques)
- Les données du LIDAR pour l’ensemble du territoire.

Dans le cadre de l’étude, un MNT a été généré à partir du logiciel de traitement numérique sur la base de la donnée topographique acquise pour restituer une vision tridimensionnelle du relief de la vallée. Créé **en mode TIN** (de l’anglais Triangular Irregular Network), c’est-à-dire sous la forme vecteur, le maillage du relief est reconstitué par un ensemble de triangles plus ou moins complexes et denses en fonction du semi de points et de lignes de structures particulières (digues, talus, infrastructures) qui peuvent être incorporer sous la forme de polygones 3D.

Le MNT a été conçu sous ArcGIS 9.3™ avec une triangulation utilisant la méthode du TIN (Triangulated Irregular Network). Le MNT construit repose sur la topographie terrestre et les levés LIDAR. L’ensemble est homogène et assez satisfaisant en termes de précision dans le lit majeur (variation de la précision entre de 0 à 30 cm en fonction de l’occupation du sol entre les deux types de levés). Concernant le lit mineur, seules les données du levé terrestre ont été utilisées comme référence bathymétrique.

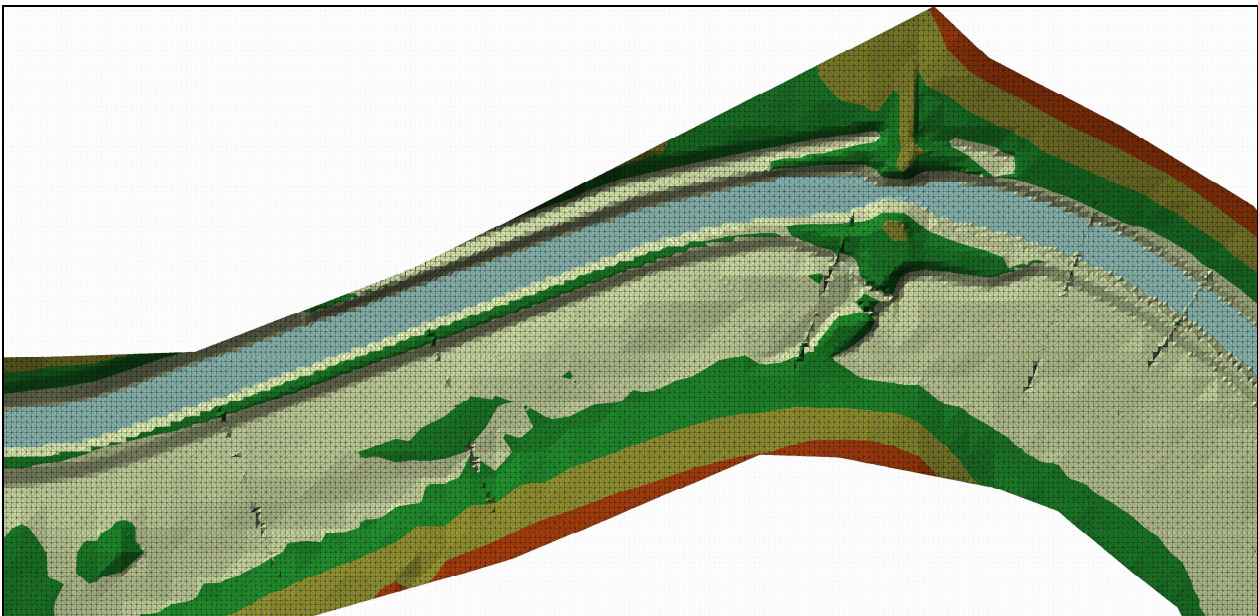


Figure 8 : Exemple de triangulation utilisant la méthode TIN dans le cas du bassin de la Douce



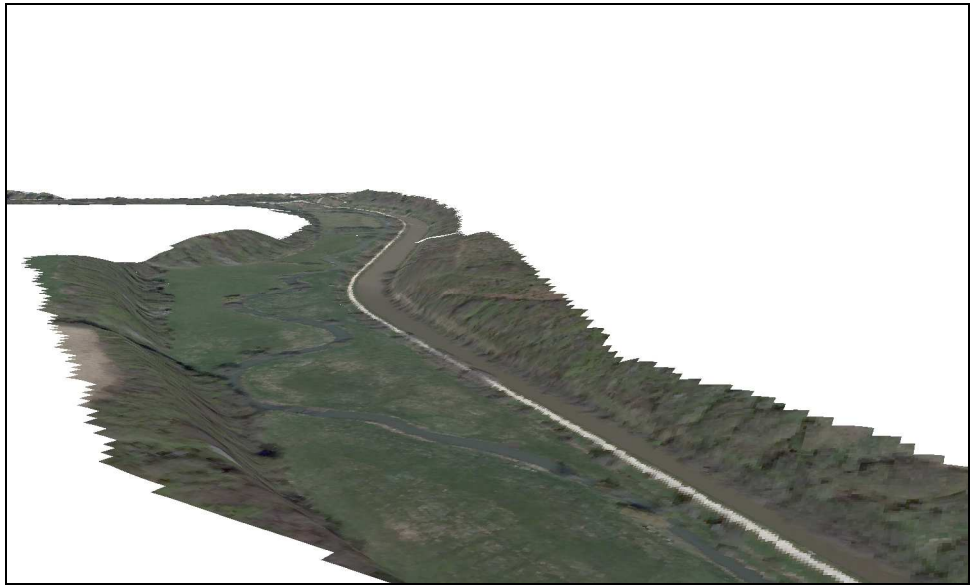


Figure 9 : Vue 3D du traitement sous ArcGIS des levés terrestres et LIDAR

4.1.3 Croisement des surfaces du MNT et de la ligne d'eau reconstituée

Cette opération consiste en le croisement du MNT avec un Modèle Numérique de la Surface Libre de l'Eau (MNLSE). Pour ce faire, une surface d'eau est générée à partir des cotes d'eau définies par la modélisation hydraulique des tronçons de cours d'eau : méthode dite « des voisins naturels » conduisant à créer des régions, dont les lieux de rencontre forment des nœuds, à partir desquels il est procédé à une pondération moyenne permettant la génération d'autres régions.

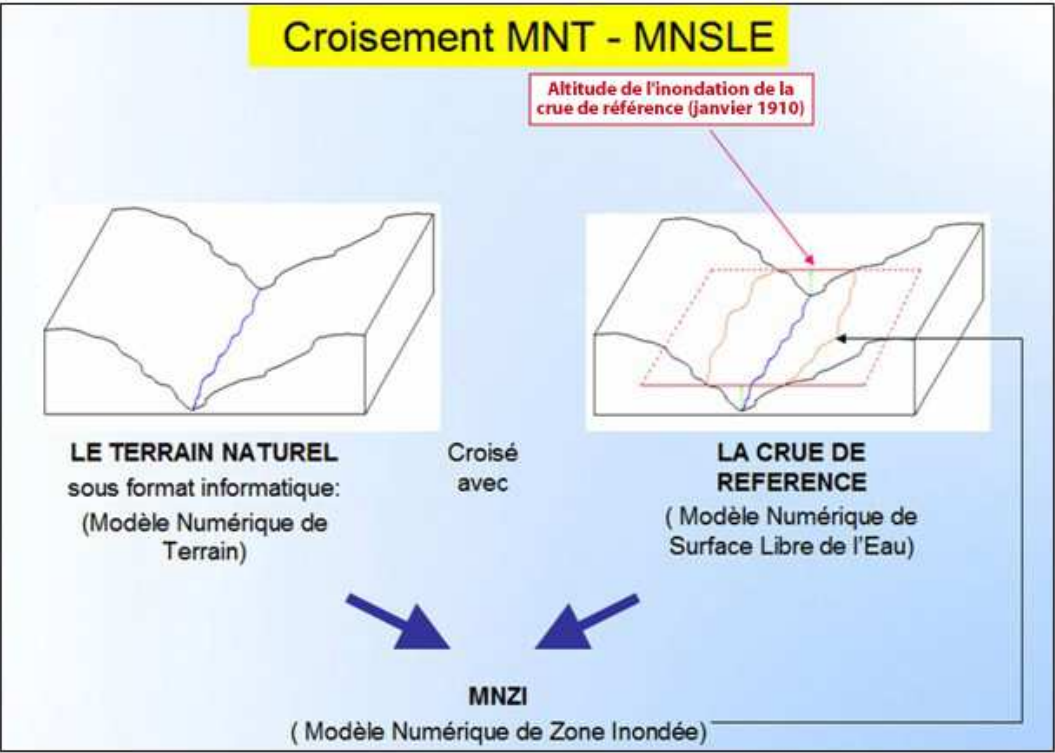


Figure 10 : Schéma de principe du croisement MNT-MNSLE pour produire le modèle numérique des zones inondées (Source : GINGER)

Pour croiser les deux surfaces obtenues, une soustraction entre la surface d'eau et la surface du terrain est effectuée sous ArcGIS. Ce calcul automatique permet d'obtenir une couche SIG de polygones affectés de valeurs positives et négatives :

- Les valeurs négatives correspondent à des zones où la surface du terrain est plus élevée que la surface d'eau. Ces zones ne sont donc pas inondables.
- Les valeurs positives correspondent aux zones inondables, et fournissent de ce fait les hauteurs d'eau en cas d'inondation.

Le nouveau modèle ainsi créé le **MNZI (Modèle Numérique des Zones Inondées)** apparaît sous la forme d'une grille (raster) dont chaque pixel élémentaire d'une maille de 1 m² est affecté d'une hauteur d'eau correspondant au différentiel entre le MNT et le MNSLE.

4.1.4 Rendus cartographiques

La cartographie des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement est réalisée à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> sur fond de plan Bd Ortho. L'ensemble des cartes réalisées est rassemblé en annexe 2 du présent rapport.

4.2 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA DANS LES SECTEURS MODELISES

4.2.1 Classes d'aléa inondation

Les cartes d'aléa sont issues du croisement des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement, lesquels constituent les deux variables de détermination des niveaux d'aléa pour la cartographie de l'aléa *Inondation* par débordement sur le bassin versant de La Douce.

Cinq classes d'aléa quantitatif sont définies en fonction des valeurs de hauteurs et de vitesse ; une classe d'aléa dit « résiduel » correspondant à l'emprise hydrogéomorphologique les complète pour rendre compte de l'extension potentielle d'un évènement extrême d'occurrence non définie.

| Vitesse       | Hauteur        |                  |                |
|---------------|----------------|------------------|----------------|
|               | V < 0.2 m/s    | 0.2 < V< 0.5 m/s | V > 0.5 m/s    |
| H < 0.5 m     | Aléa faible    | Aléa moyen       | Aléa fort      |
| 0.5 < H < 1 m | Aléa moyen     | Aléa moyen       | Aléa fort      |
| 1 < H < 1.5 m | Aléa fort      | Aléa fort        | Aléa très fort |
| H > 1.5 m     | Aléa très fort | Aléa très fort   | Aléa très fort |

Tableau 9 : Classes des aléas inondation, issues du croisement hauteur/vitesse et prises en référence dans la cartographie des aléas

4.2.2 Post-traitement et affinage de la cartographie des aléas définitive

Pour ce post-traitement, un travail d'analyse stéréoscopique complémentaire, couplée aux connaissances de terrain, a été effectué pour :

- lisser les sinuosités des polygones liées au maillage numérique ;
- homogénéiser les limites externes d'aléas, de manière à pallier les imprécisions du modèle numérique de terrain sur ces bordures, notamment dans les zones boisées ;
- prendre en compte les micro-reliefs, les remblais d'infrastructures et autres éléments, qui pourraient ne pas être représentés sur le MNT.

4.2.3 Rendu cartographique

La cartographie est réalisée à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> sur fond plan Bd Ortho. L'annexe 3 du rapport comporte l'intégralité des cartes d'aléa établies.

4.3 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA DANS LES SECTEURS NON MODELISES

Dans les secteurs non modélisés, la cartographie est produite à partir de la transposition de la cartographie géomorphologique. Celle-ci est réalisée à l'échelle du 1/10 000<sup>ème</sup> sur fond de plan BdOrho.

La doctrine pour la cartographie des aléas issus de l'expertise hydrogéomorphologique est la suivante :

| Aléas hydrogéomorphologiques | Traduction hydrodynamique            |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Aléa fort                    | Zone de mobilité de grand écoulement |
| Aléa modéré à faible         | Zone d'expansion latérale            |

Tableau 10 : Doctrine pour la cartographie des aléas issus de l'expertise hydrogéomorphologique

La détermination qualitative des aléas découle du fonctionnement de la rivière tel qu'apprécié via le diagnostic hydrogéomorphologique, lui-même localement confirmé par des données terrain (témoignages sur les crues historiques).

L'analyse par photo-interprétation permet en fonction de l'intensité des dynamiques de corrélérer des indices morphologiques à des niveaux d'aléas. Les témoignages géomorphologiques laissés par les crues ne permettent pas d'en déduire directement des hauteurs d'eau ni une hiérarchisation des hauteurs. Néanmoins, on sait globalement que telle ou telle forme topographique implique certaines gammes de vitesses et hauteurs d'eau.

Une classification en deux niveaux d'aléas a été retenue pour les zones naturelles et/ou à enjeux faibles couvertes par l'analyse hydrogéomorphologique :

- le lit mineur, ainsi que les zones qualifiées d'écoulement dynamique et les axes d'écoulement inscrits à l'intérieur du lit majeur, sont associés à un aléa fort ;
- en dehors de ces zones, le reste du lit majeur correspondant aux bordures externes de la plaine alluviale et aux grandes zones d'expansion de crues mobilisées lors des crues exceptionnelles, sont associés à un aléa modéré à faible.

Les limites de cette approche résident clairement dans le fait qu'elle ne donne pas de valeurs quantifiées des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement par rapport à une crue de référence. Son principal avantage est de proposer une transcription des aléas basée sur une analyse du fonctionnement hydrodynamique des cours d'eau, ceci pour l'ensemble de l'emprise de la plaine alluviale objet de l'approche hydrogéomorphologique.

Dans l'atlas cartographique, l'harmonisation des aléas entre les approches qualitatives et quantitatives (modélisation hydraulique) s'effectue selon les principes suivants :

| Aléas hydrogéomorphologiques | Traduction hydrodynamique            | Aléas hydrauliques                            |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Aléa fort                    | Zone de mobilité de grand écoulement | Aléa très fort                                |
|                              |                                      | Aléa fort                                     |
|                              |                                      | Aléa moyen                                    |
| Aléa modéré à faible         | Zone d'expansion latérale            | Aléa faible                                   |
|                              |                                      | Aléa résiduel (emprise hydrogéomorphologique) |

Tableau 11 : Principe d'harmonisation des aléas entre approches qualitatives et quantitatives

La figure 11 en donne une illustration pour la commune de Châlonvillars.

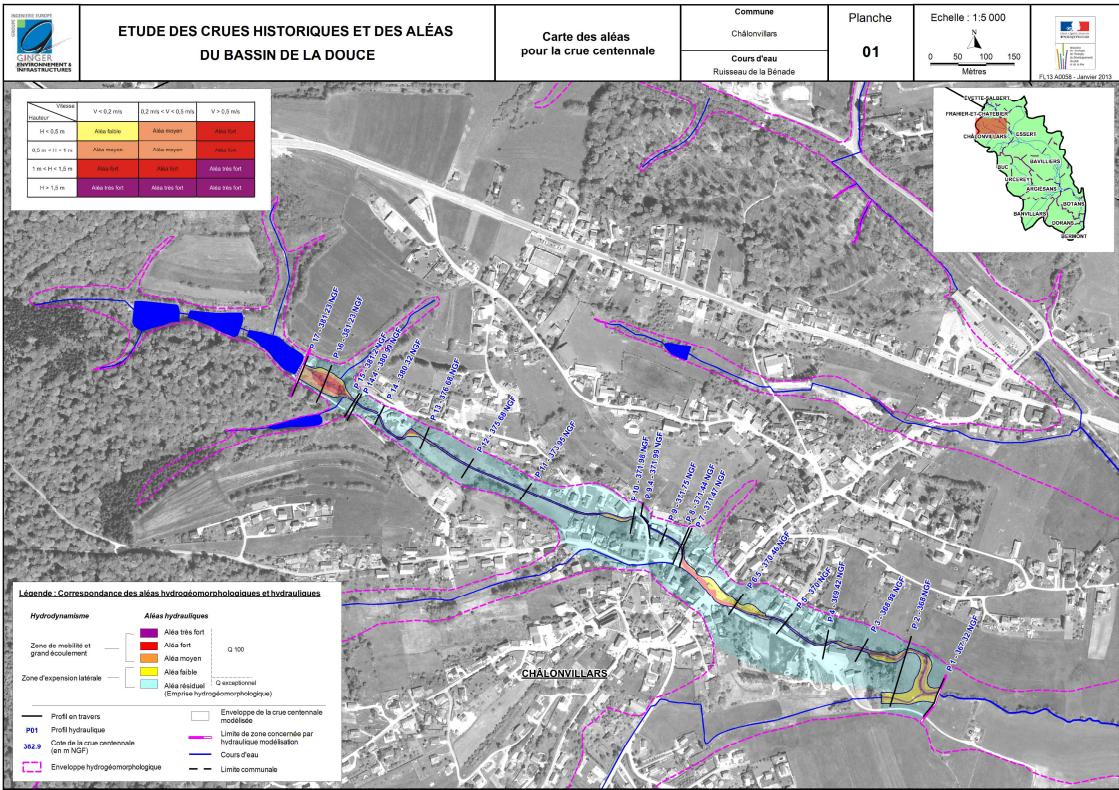


Figure11 : Exemple de cartographie d'harmonisation des aléas entre approches qualitatives et quantitatives

Ainsi sur ce principe, l'intégralité des cours d'eau cartographiés **sont couverts de manière exhaustive par un niveau d'aléa dans l'emprise de la zone inondable hydrogéomorphologique** y compris dans les secteurs où la courbe enveloppe de la crue centennale modélisée est inférieure à la totalité de l'emprise du plancher alluvial du lit majeur. Il est à noter que dans cette configuration, la zone concernée (limite entre Q100 et emprise HGM<sup>1</sup>) est qualifiée de zone d'aléa résiduel.

#### 4.4 COMPARAISON DES LIMITES D'ALEA MODELISEES ET OBSERVEES

Bien que ne disposant de peu d'informations historiques quant aux événements de crues et d'inondations survenus sur le bassin versant de la Douce, une carte de la zone inondée (*Source : Archives départementales 90, cote 7S 82 et 83*), attribuable de prime abord à l'événement de décembre 1860-janvier 1861, permet un premier niveau de comparaison entre aléas modélisés (Q10 et Q100) et observées. Les cartes de report des limites inondables pour les crues modélisées d'occurrence 10 et 100 ans et des limites inondées (1861), présentées en annexe 5 du présent rapport, conduisent aux remarques suivantes :

- Bonne correspondance générale des limites d'extension latérale des débordements entre crue modélisée (Q100) et crue de 1861 dans les secteurs de champ d'expansion naturel de crue (pour exemple, secteurs des Courbes Fauchées et du Paquis) ;
- Enveloppe d'inondation historique :
  - relativement proche de celle modélisée pour un événement de type centennale dans les parties médiane et aval du bassin de la Douce ;
  - intermédiaire entre celles des crues modélisées Q10 et Q100 dans la partie amont du bassin versant ;
  - très largement supérieure à celles modélisées dans la traversée du centre urbain de Bavilliers, puis proche des limites inondables Q10 en sortie.

Sans que cela puisse être strictement vérifié, l'inondation de 1861 semble constituer, pour le bassin versant de la Douce, un événement majeur dont l'occurrence semble être de l'ordre de 100 ans. Au regard des limites du modèle hydraulique construit, la cohérence des limites historiques cartographiées avec celles définies par modélisation est significative.

Remarque : des imprécisions et incohérences entre les limites de l'emprise d'inondation historique et celles des zones inondables (Q10 et Q100) sont potentiellement le fait :

- De difficulté de calage du support cartographique ancien (distorsion des photos prises, échelle du document source moyennement précise, identification de points de calage fiable, ....)
- De la nature du fond de plan historique
- De l'évolution de l'aménagement, notamment de la présence d'aménagements structurants (ponts, route, etc.) et des travaux de requalification des cours d'eau, qui induit des biais dans l'exercice de comparaison par fortes modifications localement de la topographie et/ou des linéaires de la Douce.

<sup>1</sup> HGM : hydrogéomorphologie

## BIBLIOGRAPHIE

---

**BETURE CEREC, mars 2001, pour DDE 90**, Etude Hydraulique du franchissement de la Savoureuse, de la Douce et de la Bourbeuse, Rapport d'étude.

**BETURE CEREC, mai 2003, pour commune de Bavilliers**, Création d'une passerelle Rue Jacques Pignot, Etude hydraulique, Rapport d'étude.

**BETURE CEREC, juillet 2005, pour APRR**, Elargissement de l'Autoroute A36 Belfort-Montbéliard, Etude hydraulique, Rapport d'étude.

**Direction départementale de l'agriculture, 1988, pour préfecture de la région Franche-Comté DRAF**, Etude d'aménagement de la Douce, Etude hydraulique, Rapport d'étude.

**Syndicat de la Douce, 1993, pour DDAF 90**, Aménagement général de la Douce, Dossier de mise à l'enquête.

**Conseil Général du Territoire de Belfort, février 2008**, Hypothèse d'une restauration morphologique de la Douce à Bavilliers (zone dite des courbes fauchées), Etude préalable.

**Agence d'Urbanisme du Territoire de Belfort, juin 2008, pour la Communauté d'Agglomération Belfortaine**, Reméandrement de la Douce et réajustement de la limite urbaine de la ZAIC de Bavilliers, Document de travail.

## ANNEXES

---

Annexe 1 : Conditions aux limites des modèles hydrauliques

Annexe 2 : Cartes des hauteurs et des vitesses

Annexe 3 : Cartes d'aléa *Inondation*

Annexe 4 : Cartes hydrogéomorphologiques

Annexe 5 : Cartes comparatives des aléas modélisées (Q10\_Q100) et observées (crue de 1861)



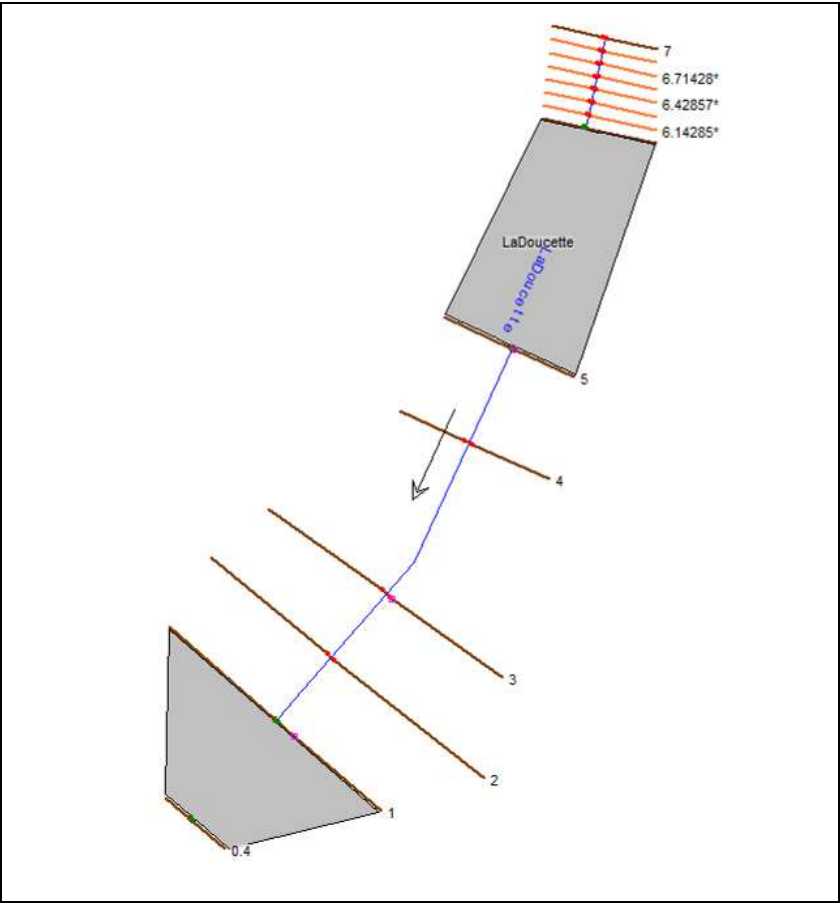
ANNEXE 1 : CONDITIONS AUX LIMITES DES MODELES HYDRAULIQUES

Ci-dessous un rappel des conditions aux limites aval et des débits d'injection retenus pour les simulations des différents modèles sous Hec-Ras :

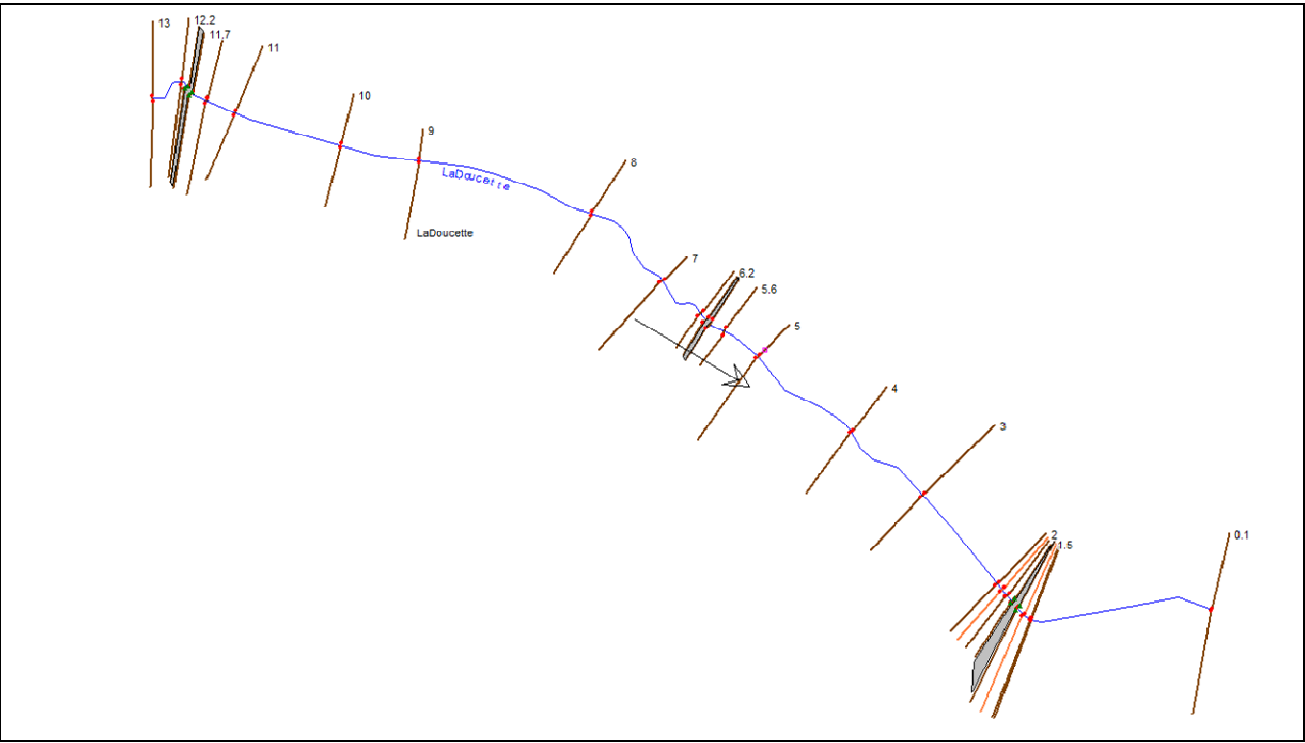
| Rivière                               | Débit d'injection |        |        | Condition aux limites aval |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------|----------------------------|
|                                       | Station           | Q10    | Q100   | Pente du cours d'eau       |
| La Doucette à Essert-Châlonvillars    | 7                 | 0.512  | 1.023  | 0.0335                     |
|                                       | 4                 | 0.637  | 1.275  |                            |
|                                       | 1                 | 0.816  | 1.633  |                            |
| La Doucette à Essert                  | 13                | 5.782  | 11.563 | 0.0025                     |
|                                       | 9                 | 6.115  | 12.23  |                            |
|                                       | 1                 | 7.213  | 14.426 |                            |
| La Douce à Bavilliers                 | 17                | 7.8    | 15.5   | 0.0021                     |
|                                       | 5                 | 10.73  | 21.45  |                            |
| La Douce à Andelnans-Botans           | 15                | 16.685 | 33.37  | 0.0007                     |
|                                       | 1                 | 18.09  | 36.18  |                            |
| La Benade à Châlonvillars             | 17                | 0.19   | 0.38   | 0.0009                     |
|                                       | 9                 | 0.6    | 1.2    |                            |
|                                       | 1                 | 1.18   | 2.36   |                            |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Nord) | 7                 | 0.049  | 0.098  | 0.0039                     |
|                                       | 5                 | 0.323  | 0.645  |                            |
|                                       | 2                 | 0.586  | 1.171  |                            |
| Ruisseau de Banvillars (tronçon Sud)  | 7                 | 0.292  | 0.584  | 0.004                      |
|                                       | 5                 | 0.379  | 0.758  |                            |
|                                       | 4                 | 0.423  | 0.846  |                            |
|                                       | 2                 | 0.51   | 1.02   |                            |
|                                       | 1                 | 0.831  | 1.662  |                            |
| Ruisseau d'Argiesans                  | 8                 | 3.142  | 6.284  | 0.0075                     |
|                                       | 1                 | 3.383  | 6.766  |                            |

En complément sont présentés ci-après les différents linéaires modélisés (représentation sous Hec-Ras), avec indication des stations (river station) prises en référence pour la construction de la géométrie des modèles.

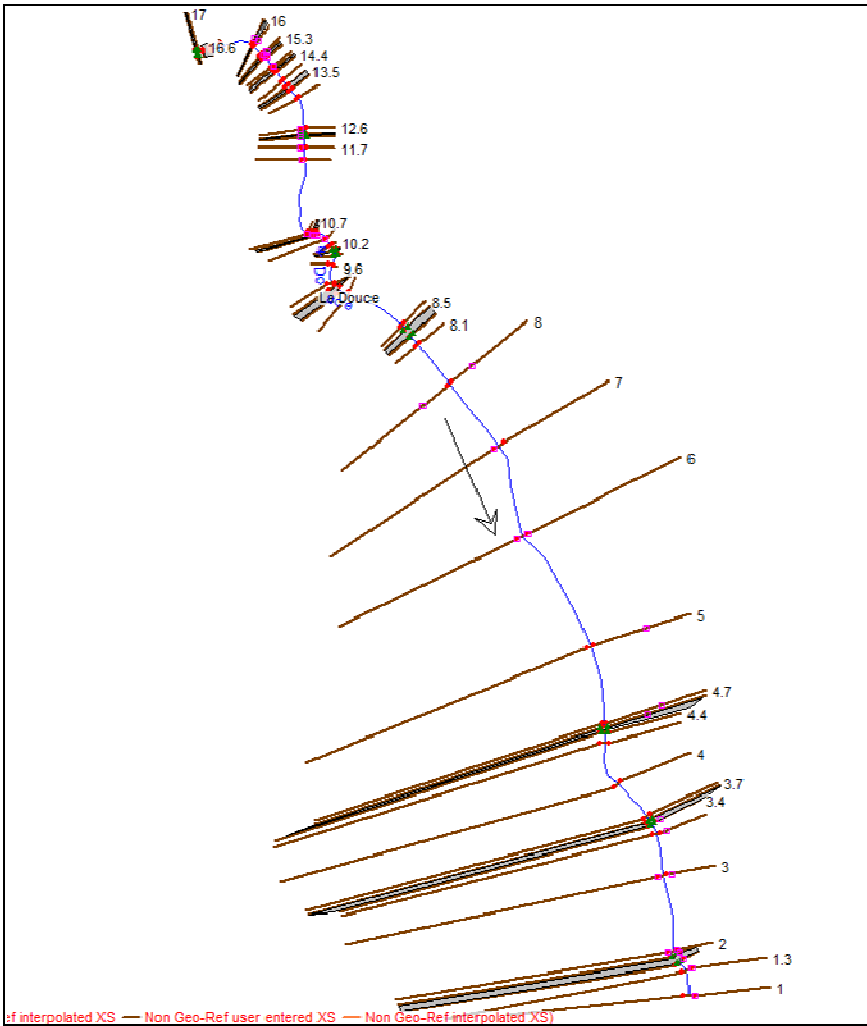
La Doucette à Essert-Châlonvillars :



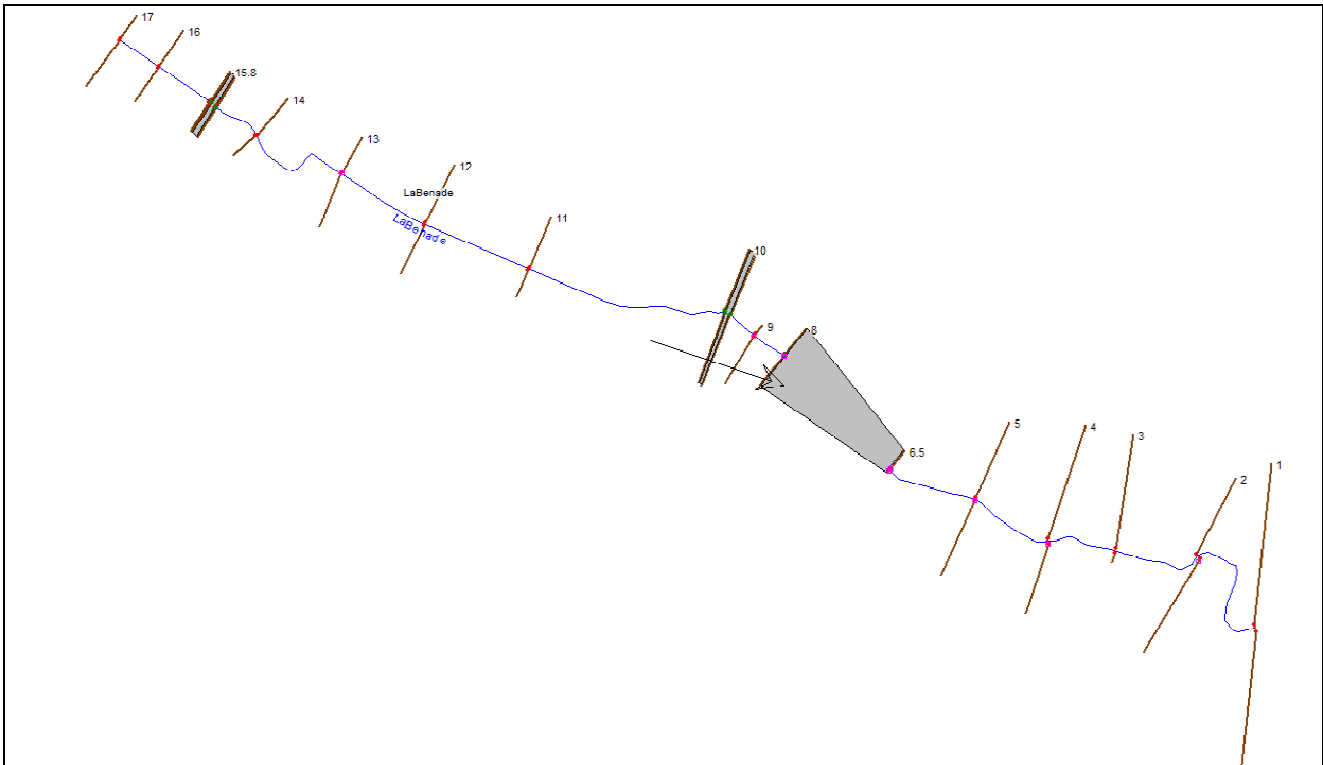
La Doucette à Essert :



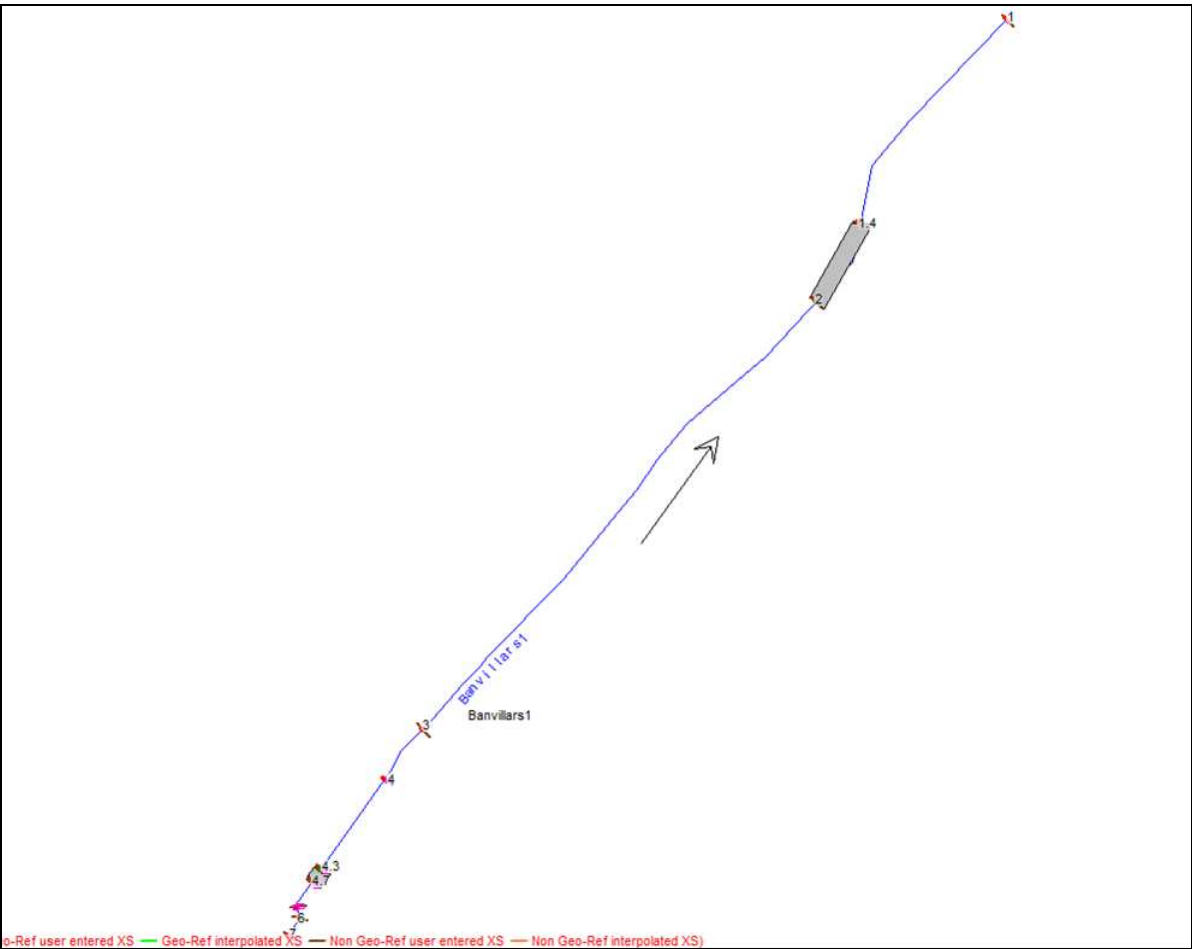
☞ La Douce à Bavilliers :



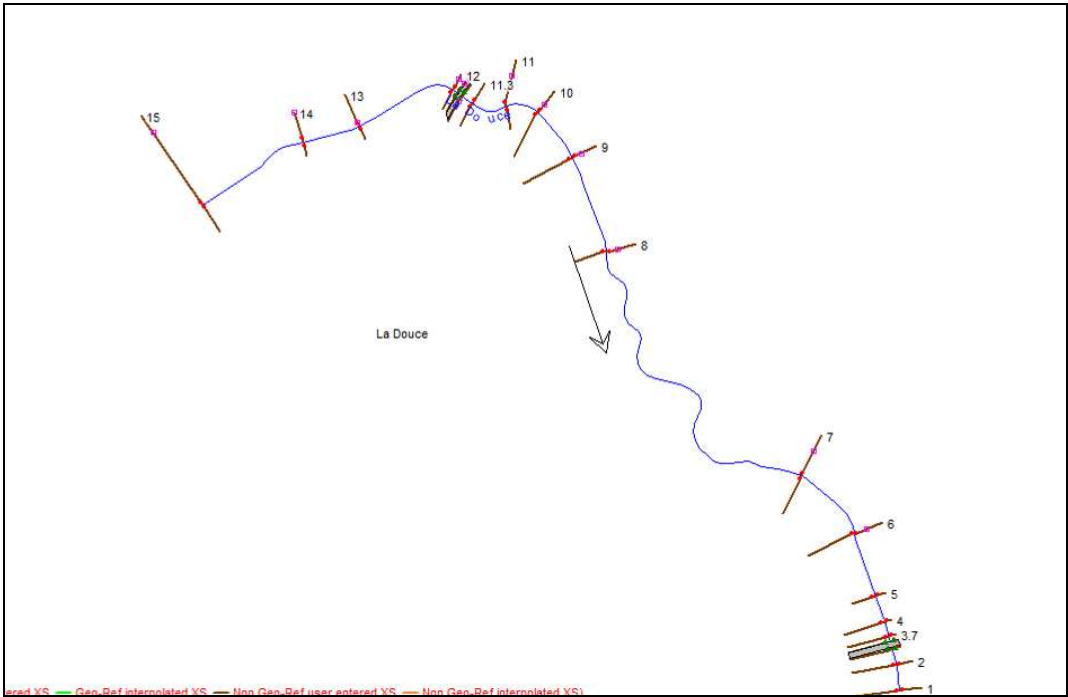
☞ La Benade à Châlonvillars :



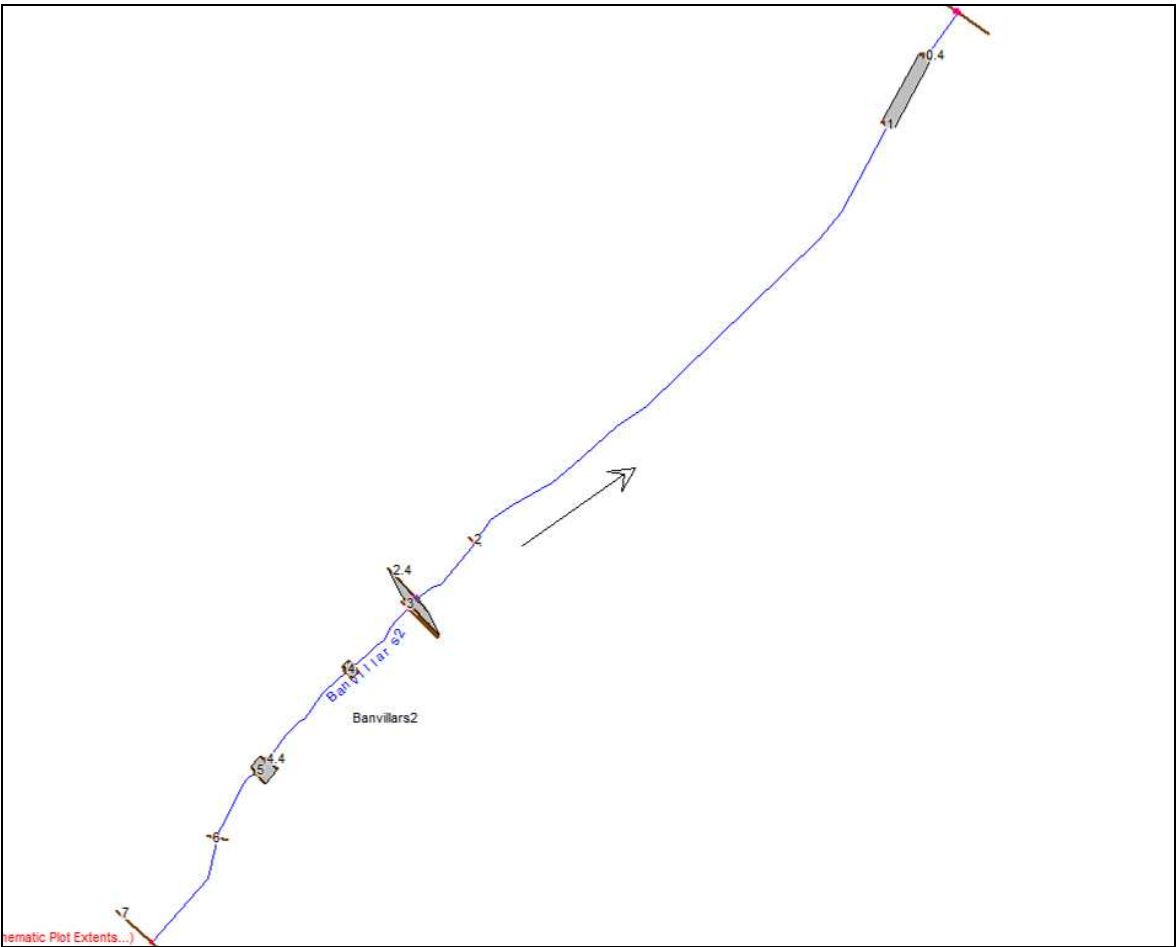
☞ Le ruisseau de Banvillars (tronçon Nord) :



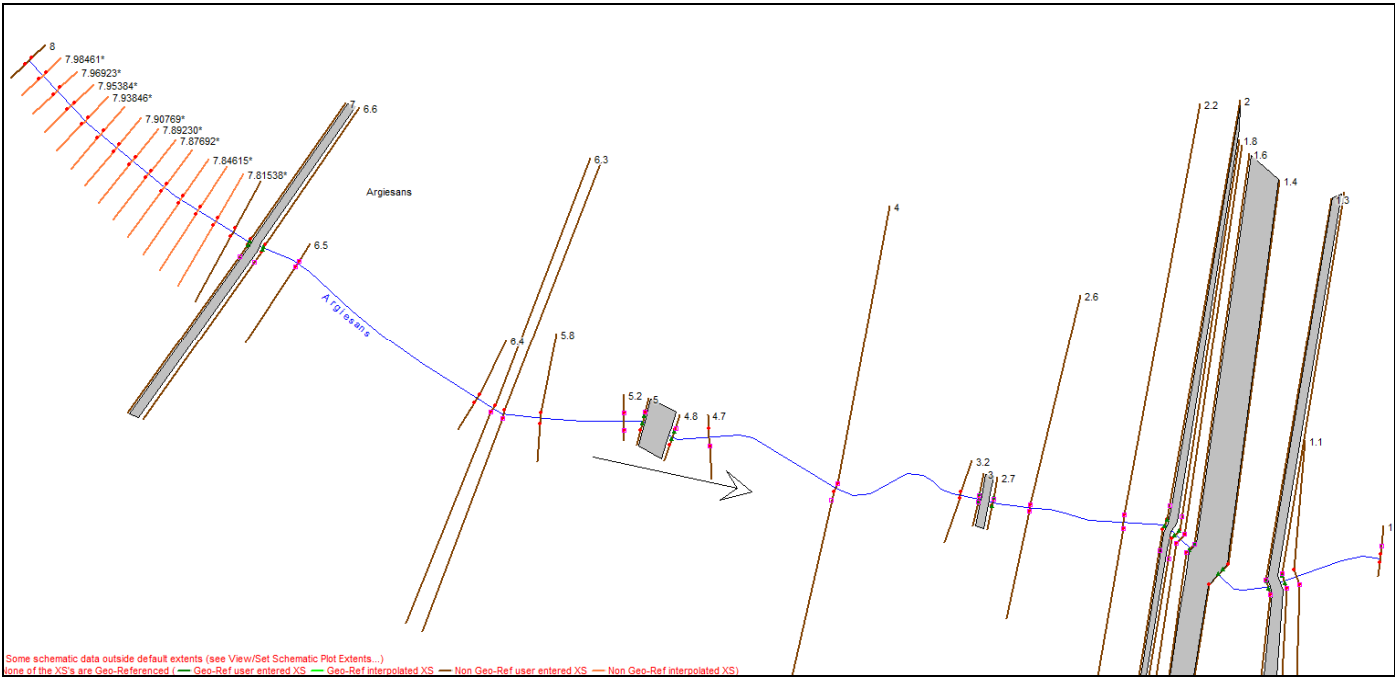
☞ La Douce à Andelnans-Botans :



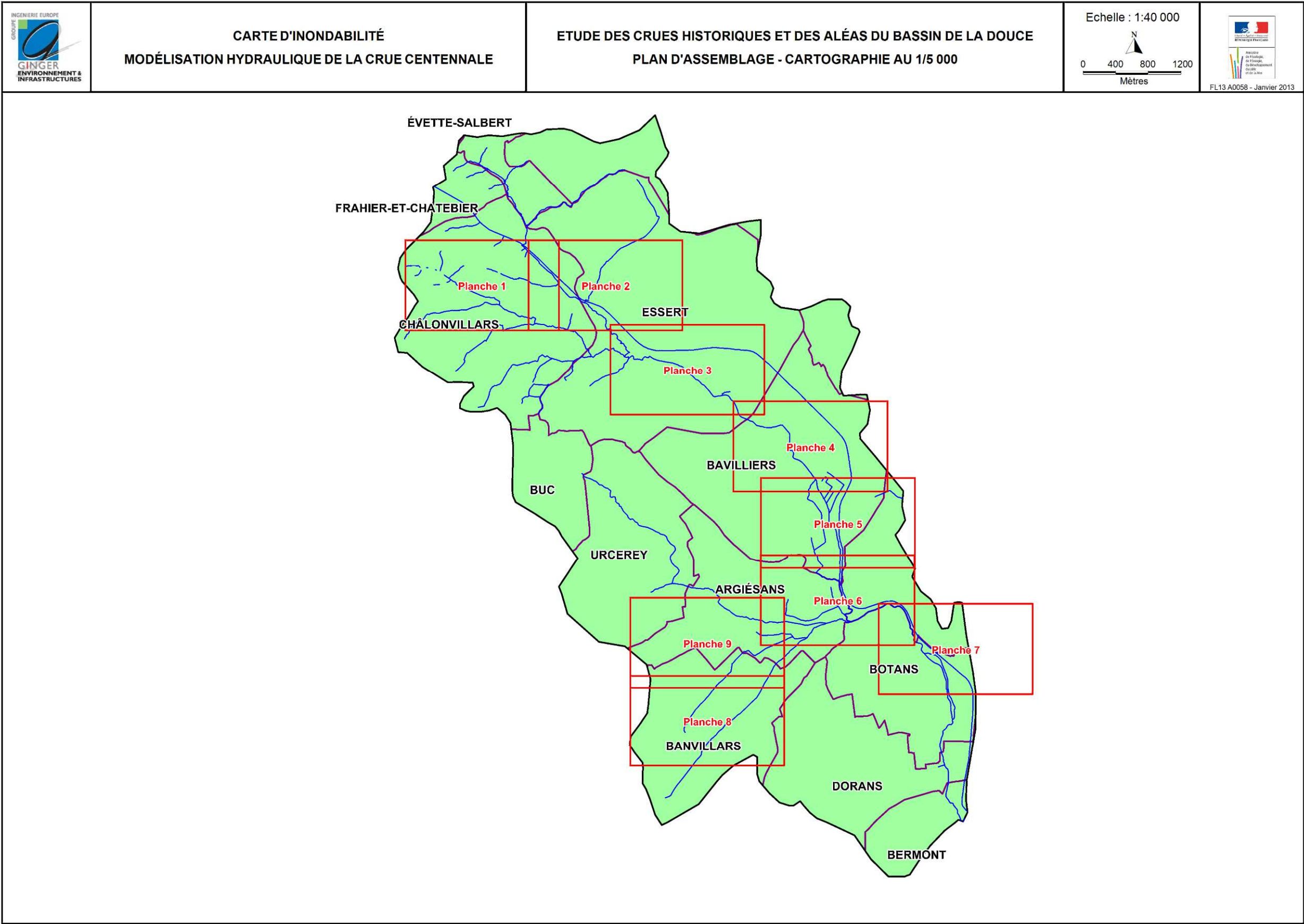
Le ruisseau de Banvillars (tronçon Sud) :



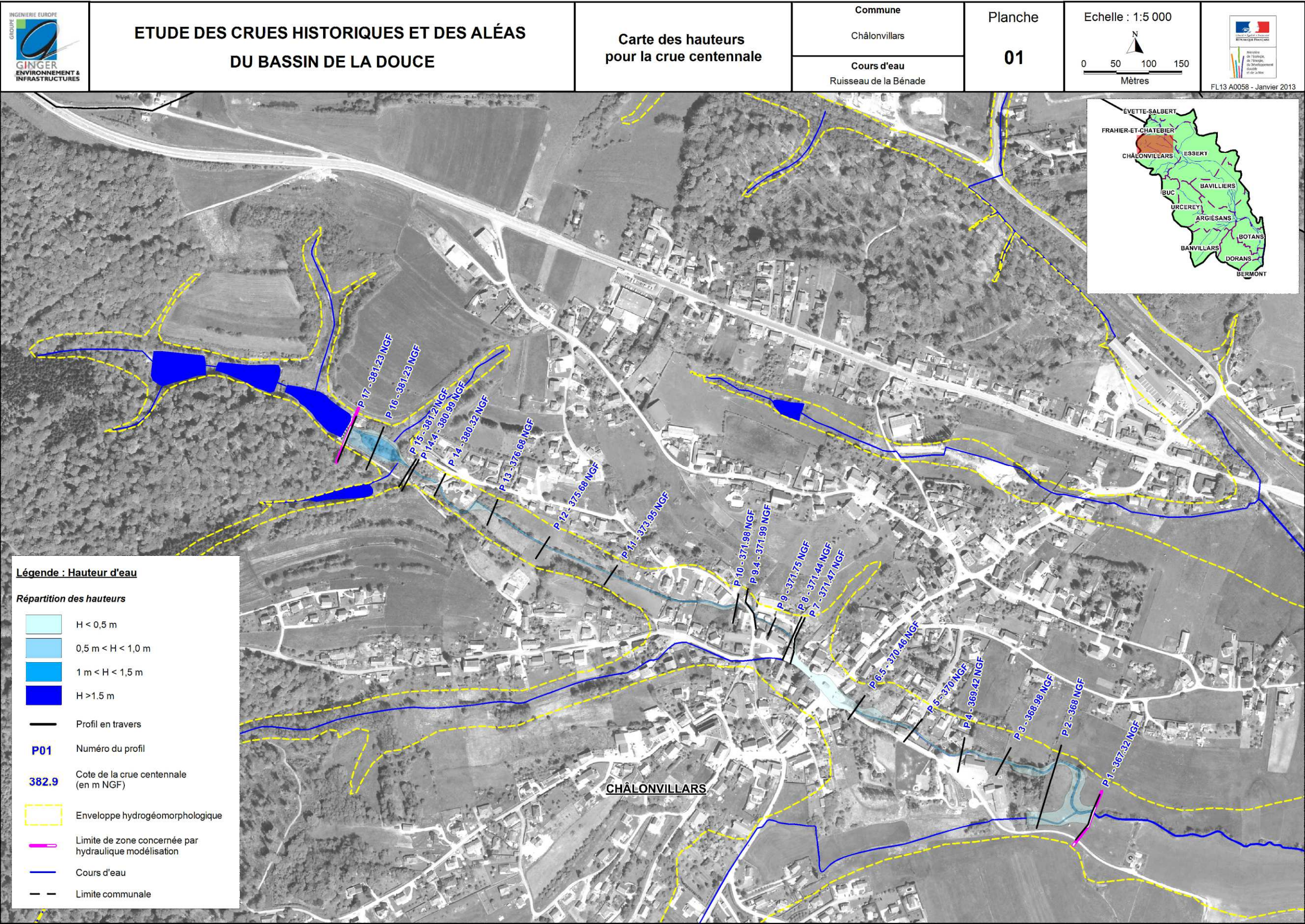
Le ruisseau d'Argiesans :



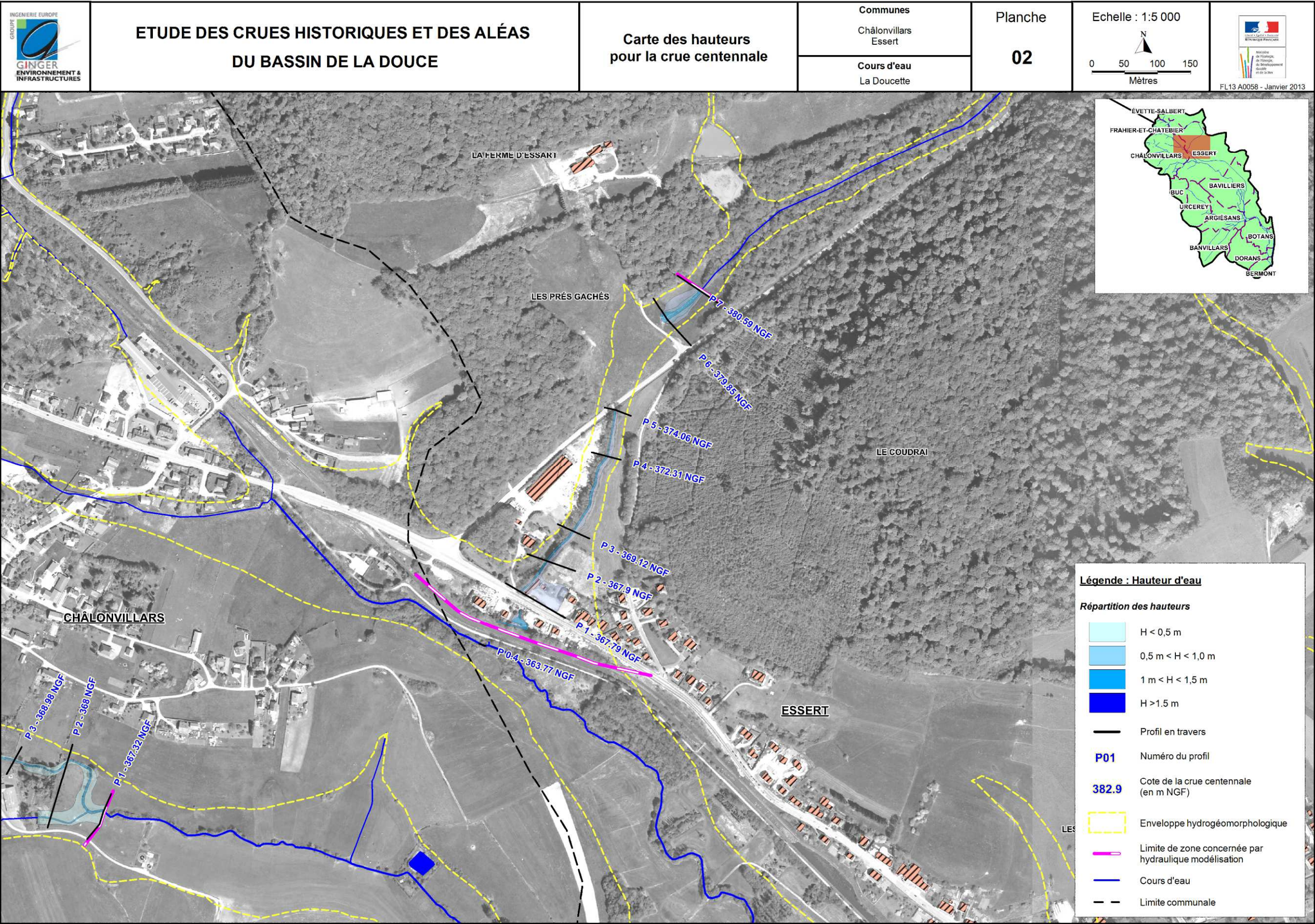
ANNEXE 2 : CARTES DES HAUTEURS ET DES VITESSES



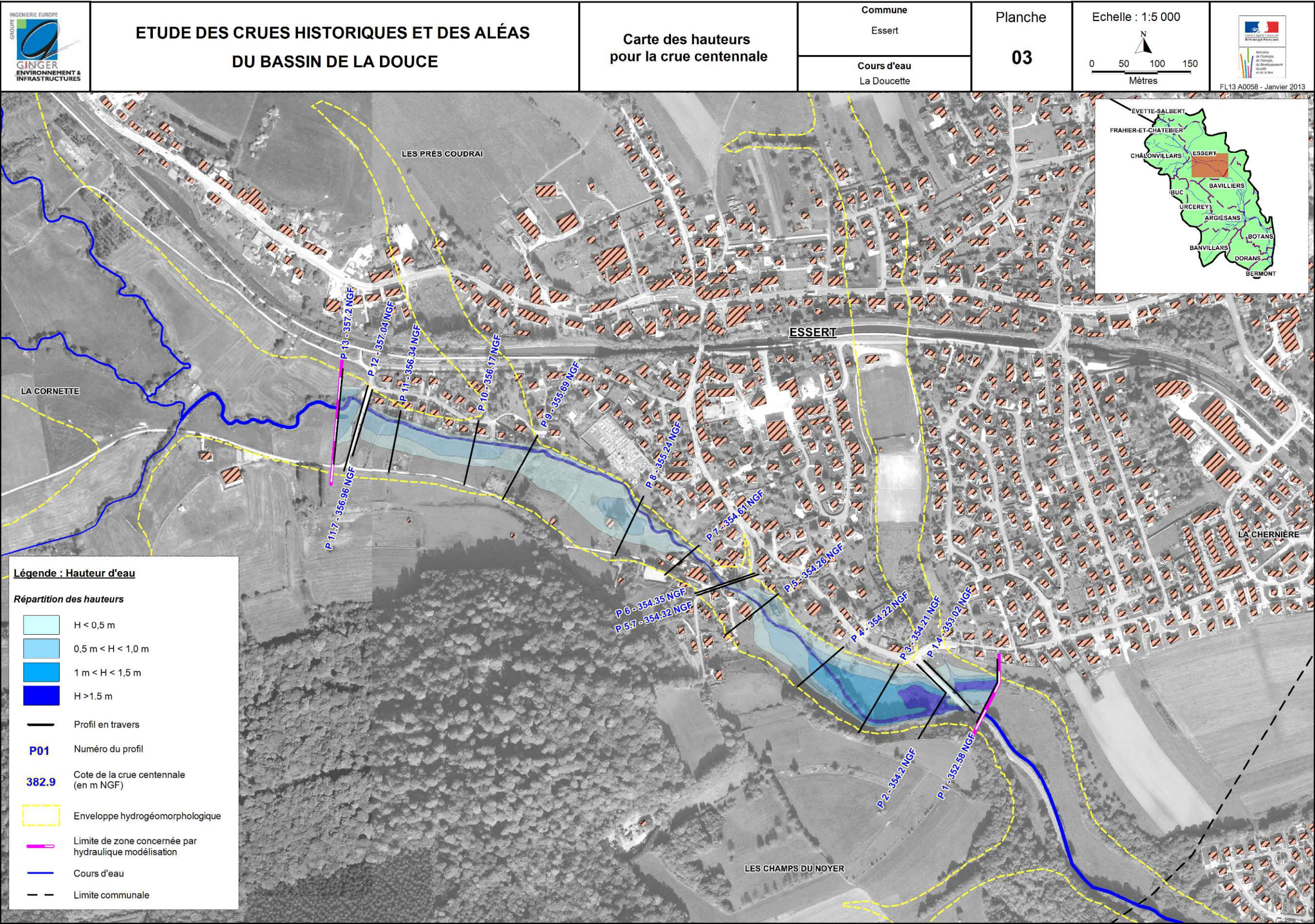




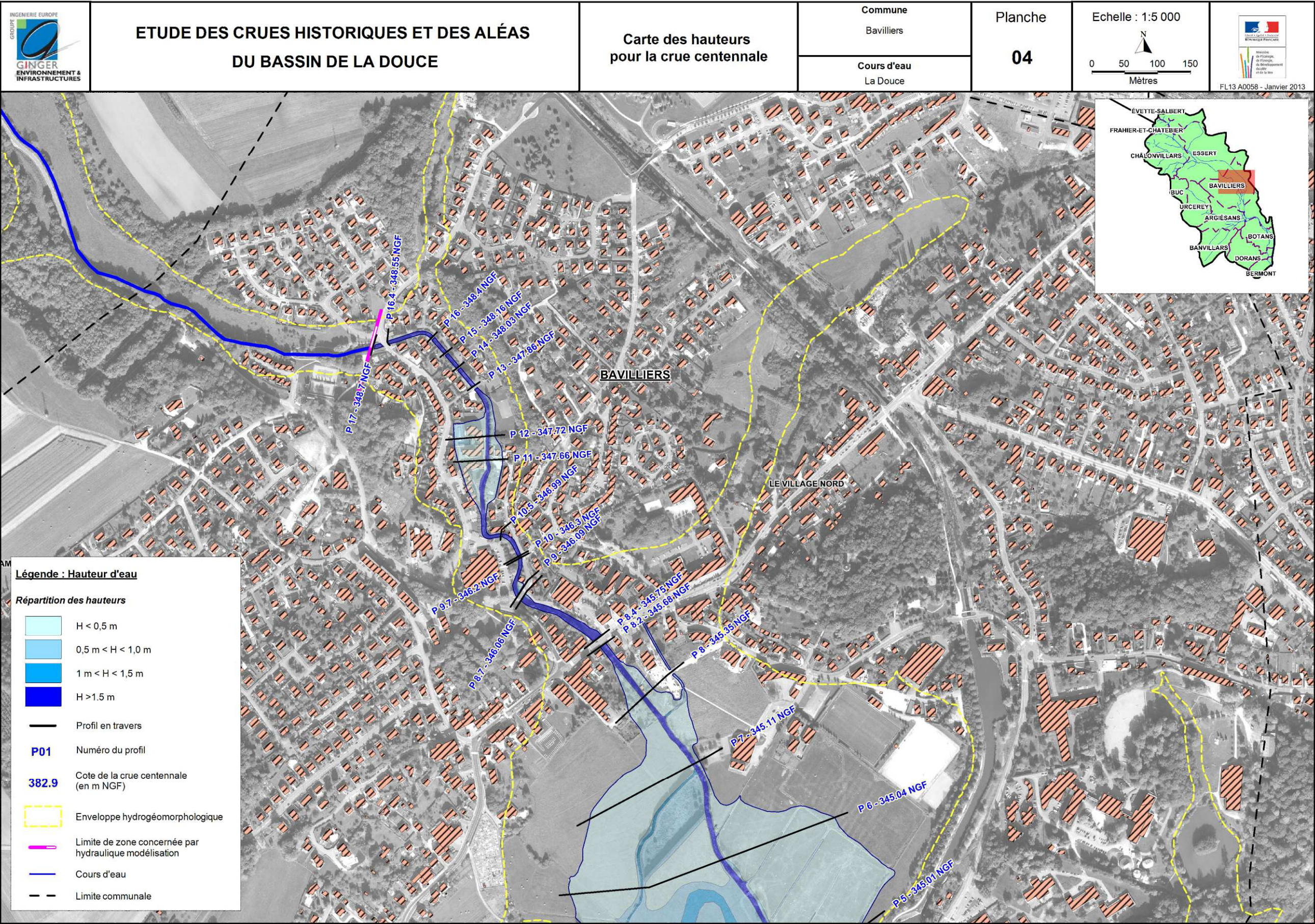




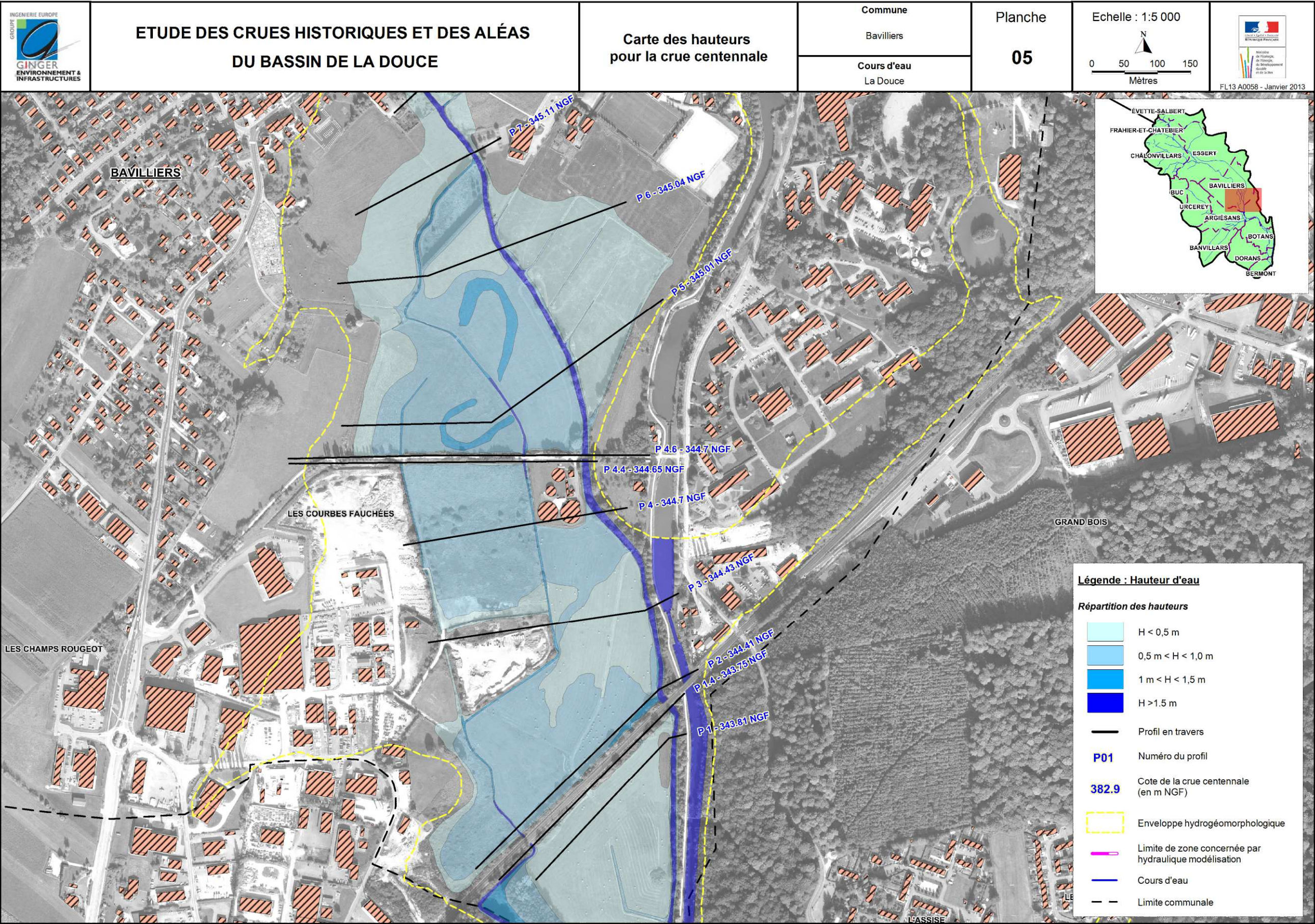




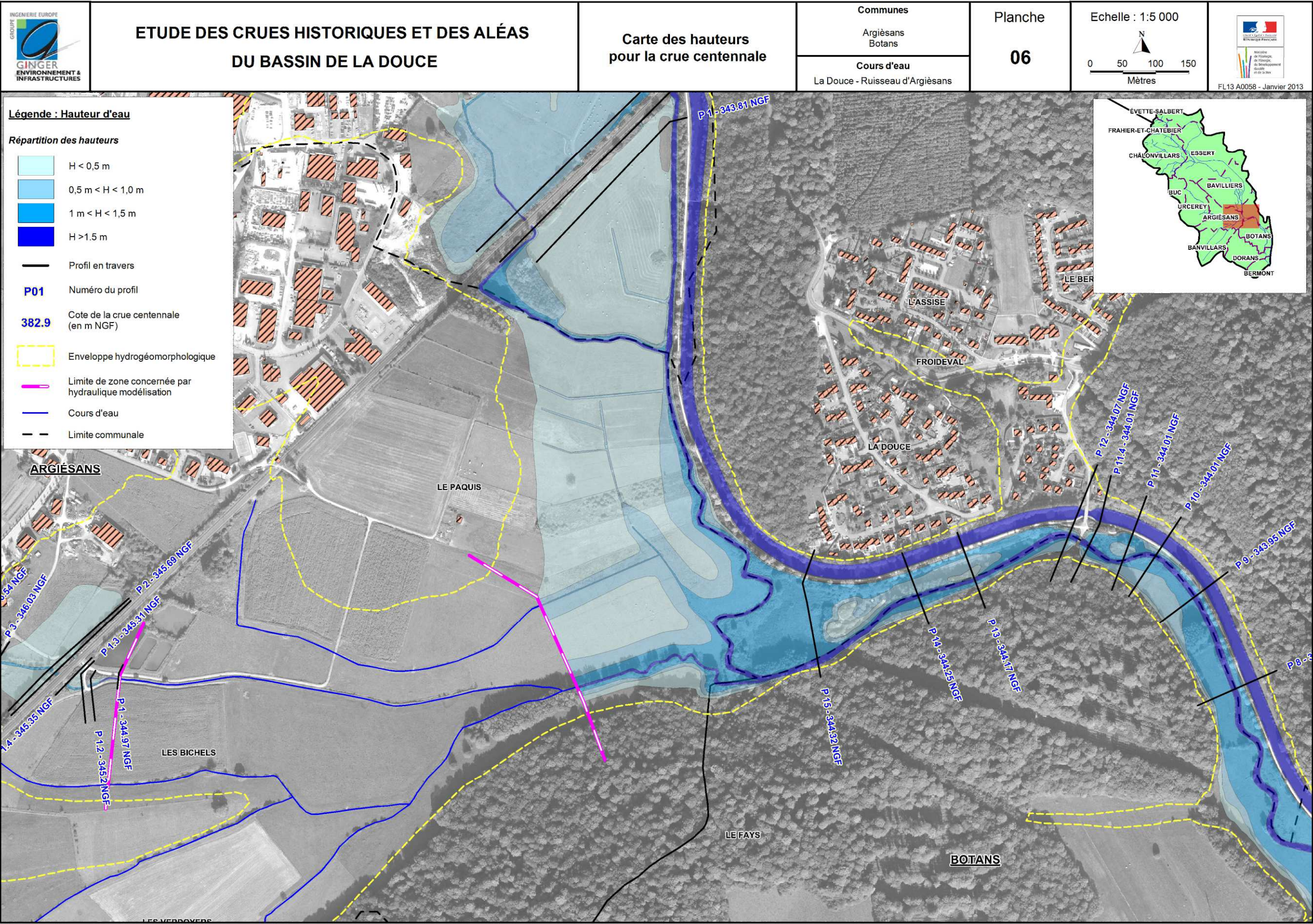




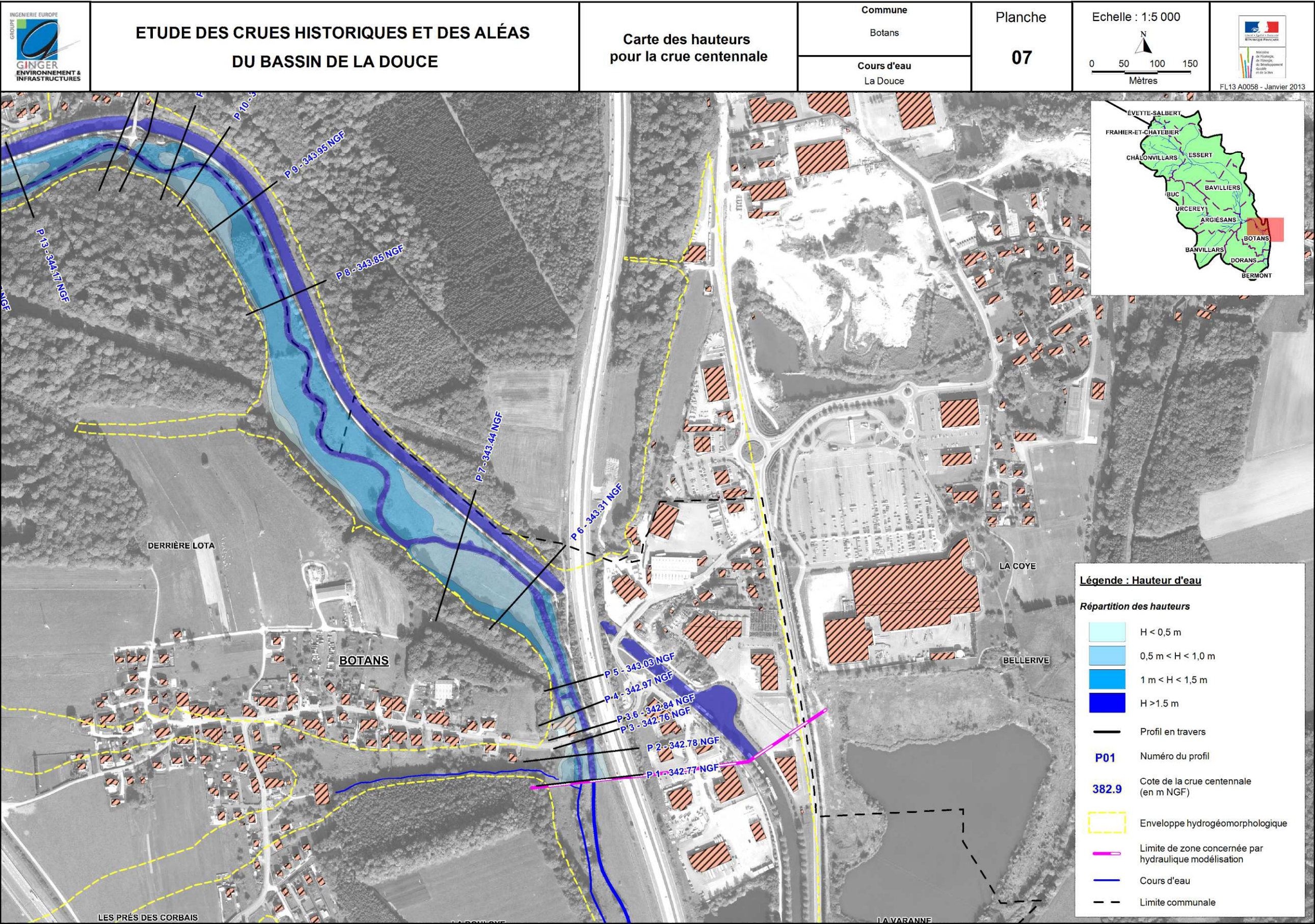




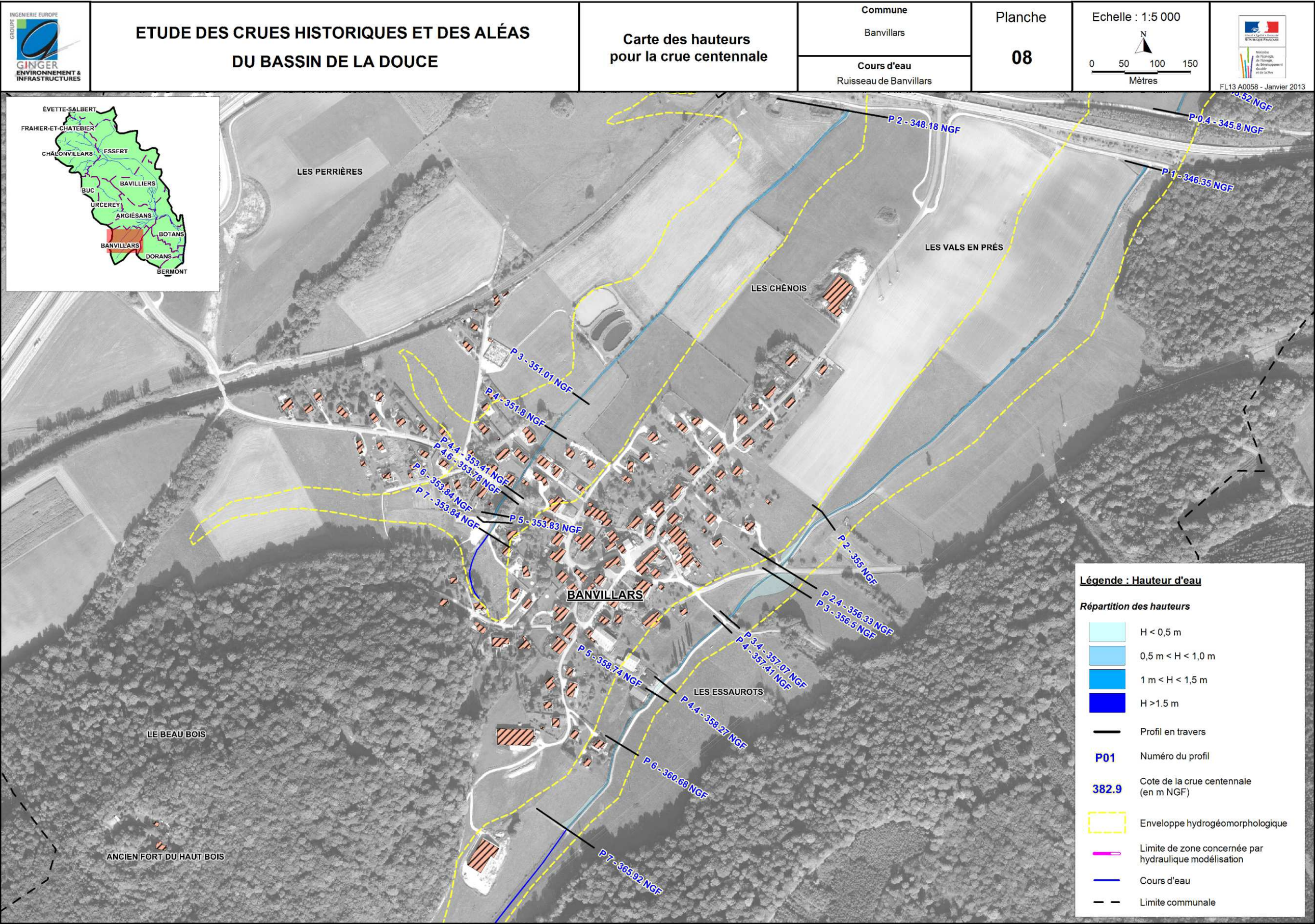




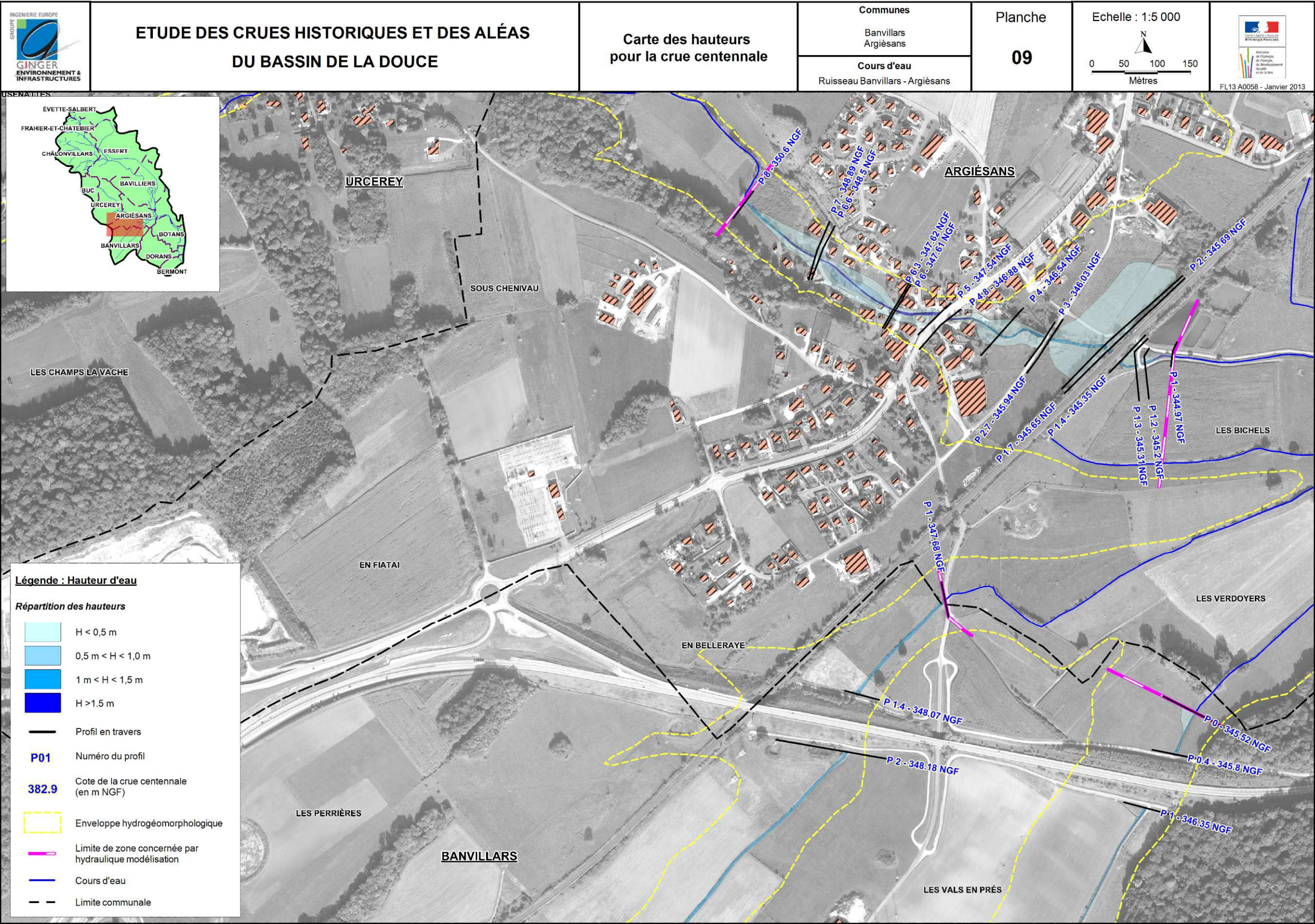




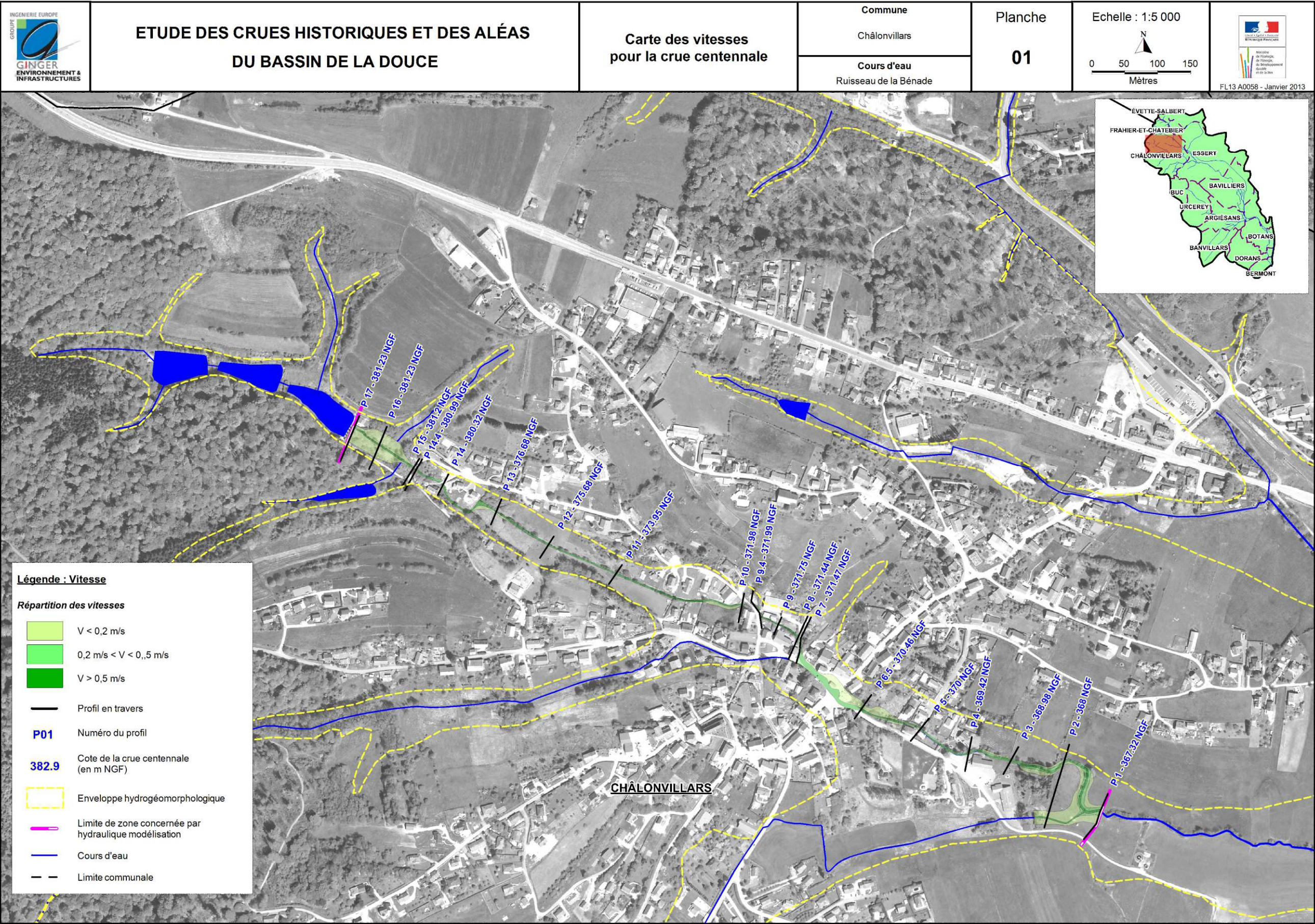




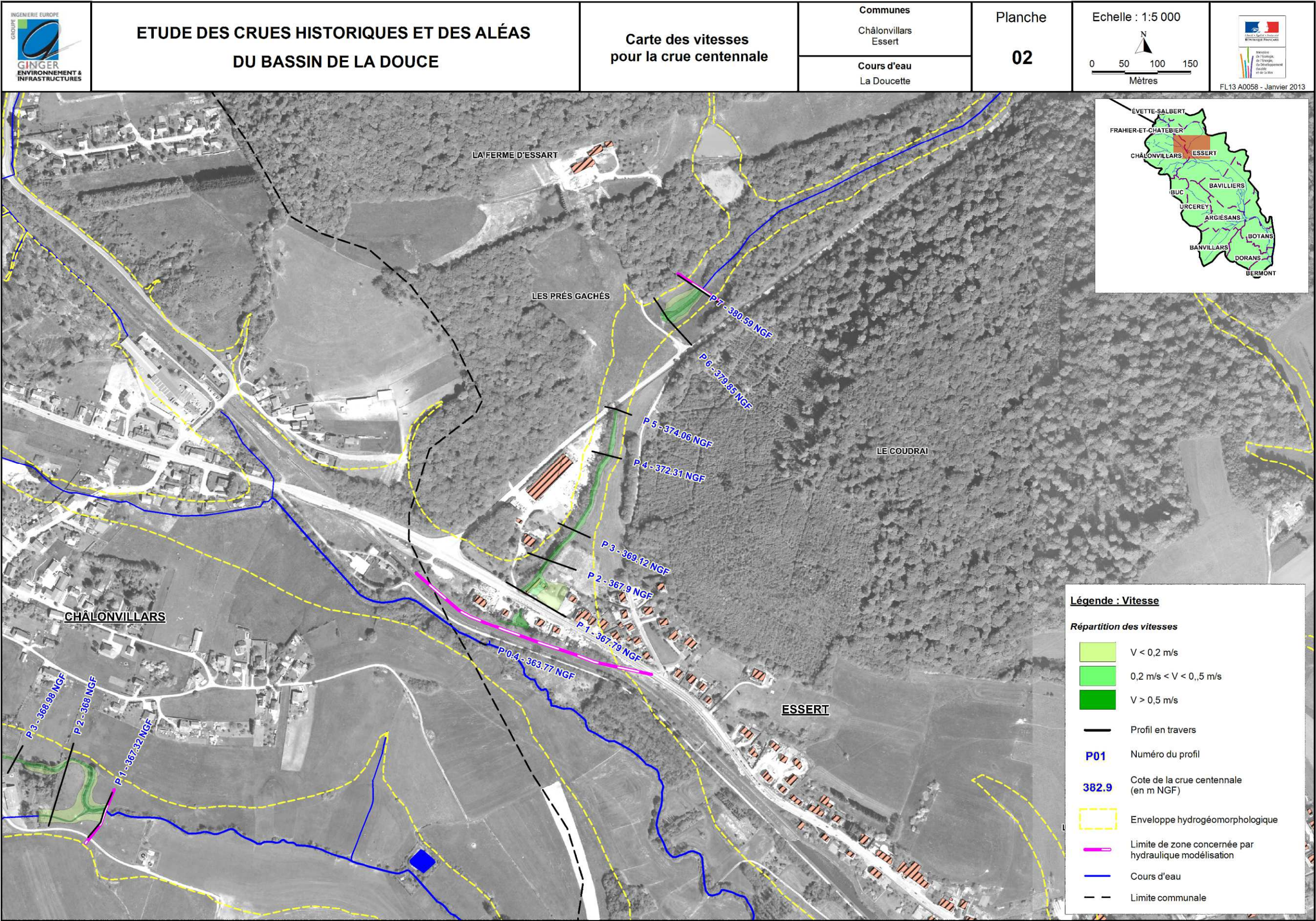




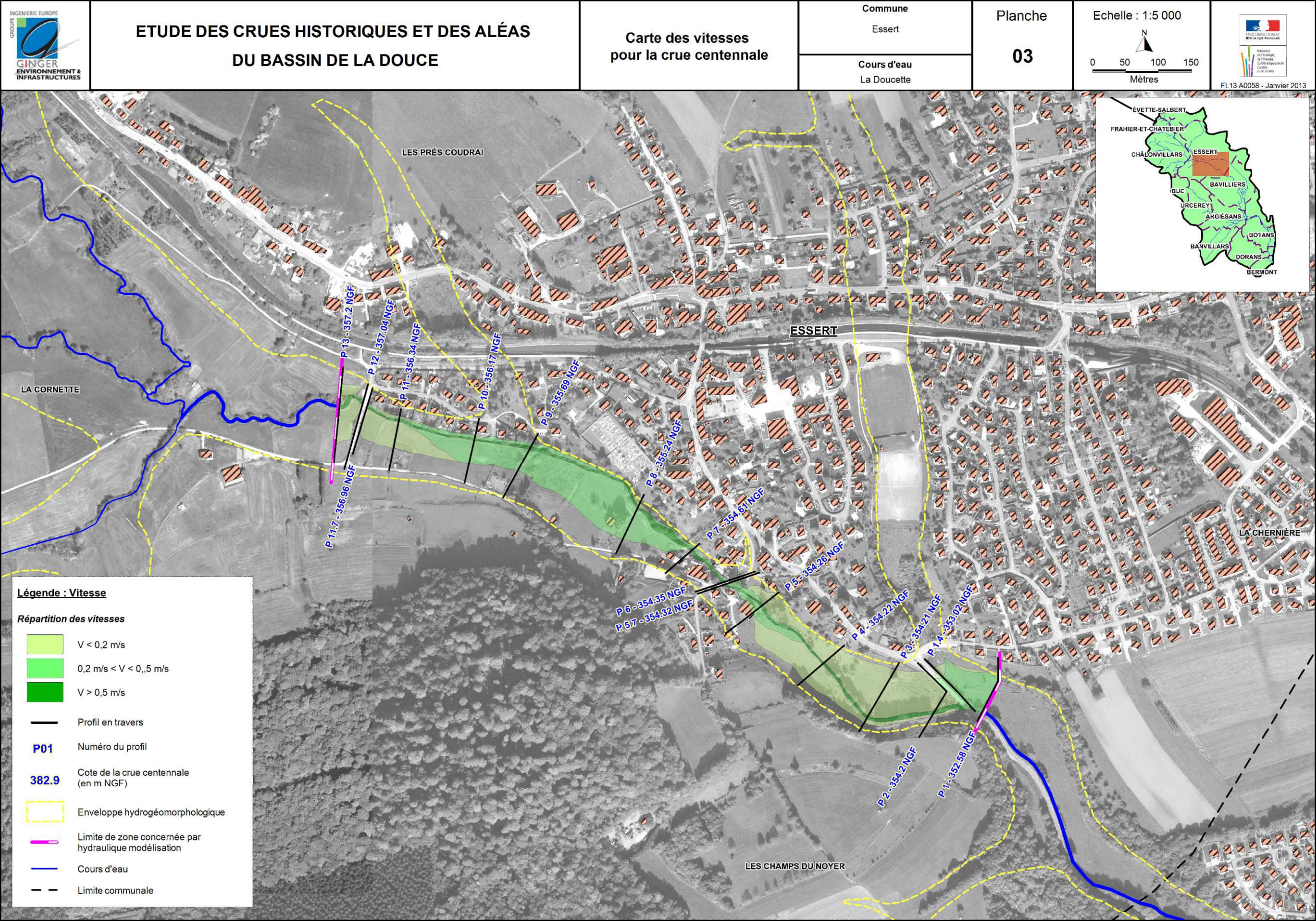












**Légende : Vitesse**

**Répartition des vitesses**

V < 0,2 m/s

0,2 m/s < V < 0,5 m/s

V > 0,5 m/s

Profil en travers

**P01**

Numéro du profil

**382.9**

Cote de la crue centennale  
(en m NGF)

Enveloppe hydrogéomorphologique

Limite de zone concernée par  
hydraulique modélisation

Cours d'eau

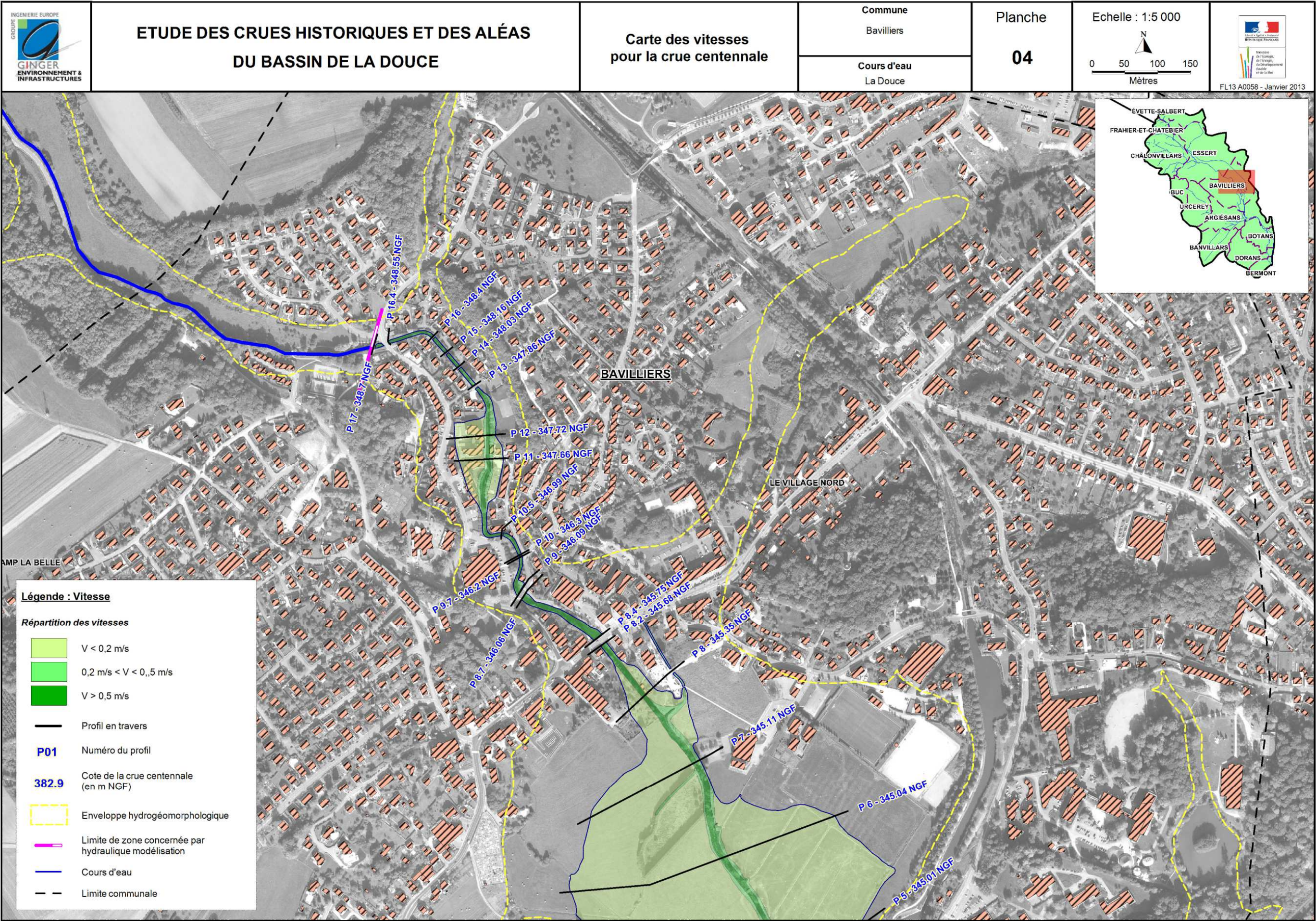
Limite communale

06/09/2013

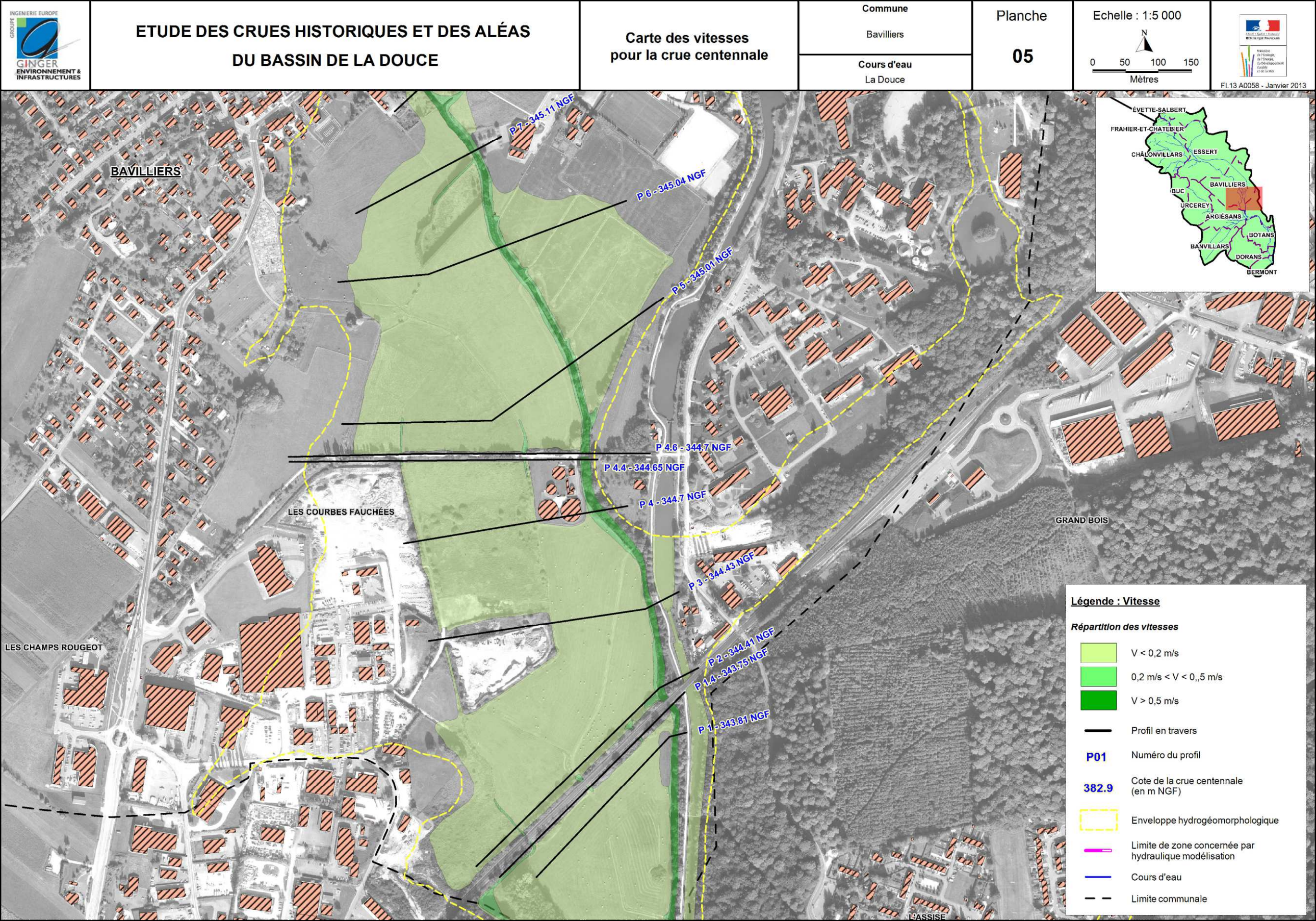
DDT Territoire de Belfort / GINGER Environnement FL13 A 0058

33









**Légende : Vitesse**

**Répartition des vitesses**

- V < 0,2 m/s
- 0,2 m/s < V < 0,5 m/s
- V > 0,5 m/s

— Profil en travers

**P01** Numéro du profil

**382.9** Cote de la crue centennale (en m NGF)

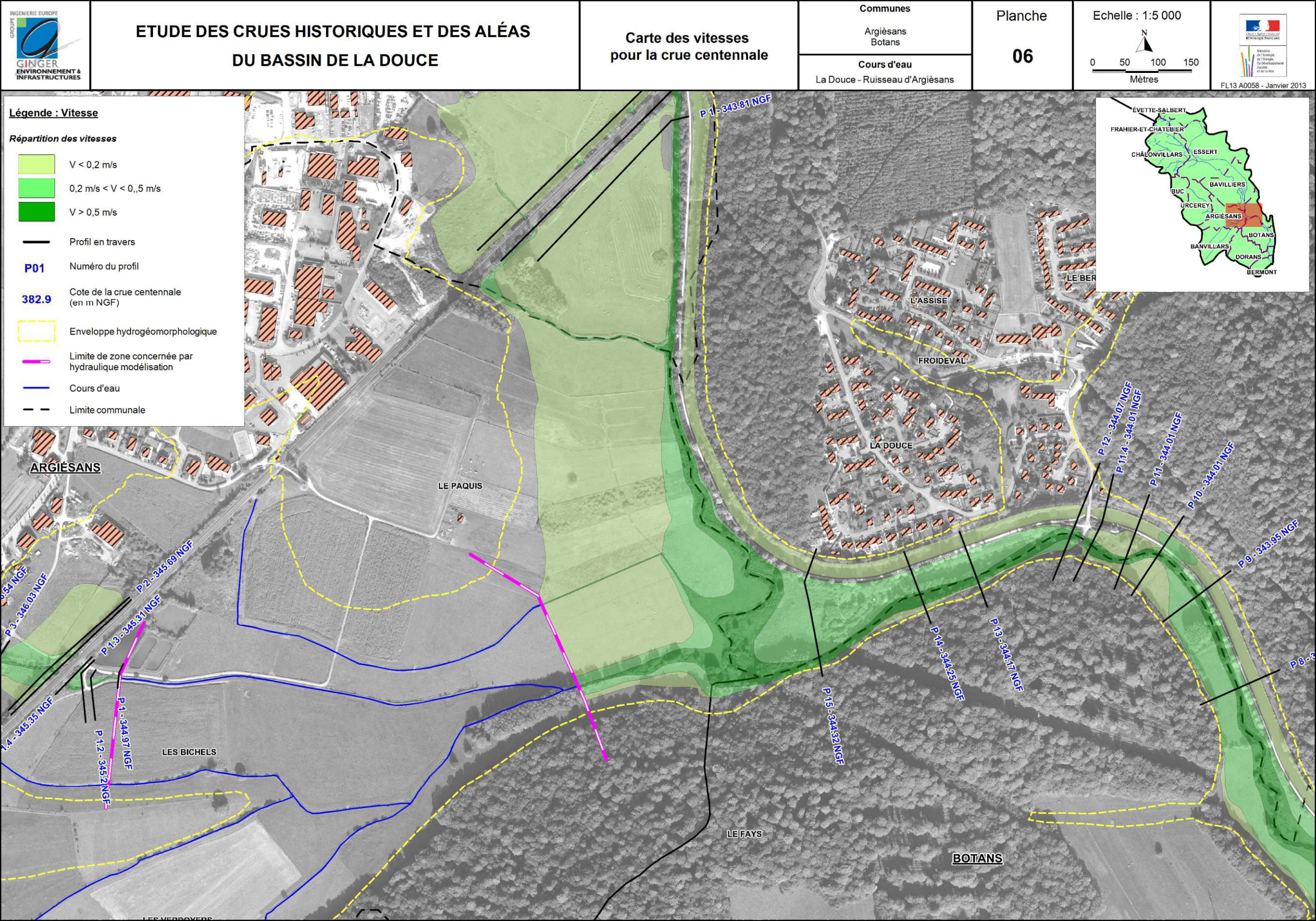
— Enveloppe hydrogéomorphologique

— Limite de zone concernée par hydraulique modélisation

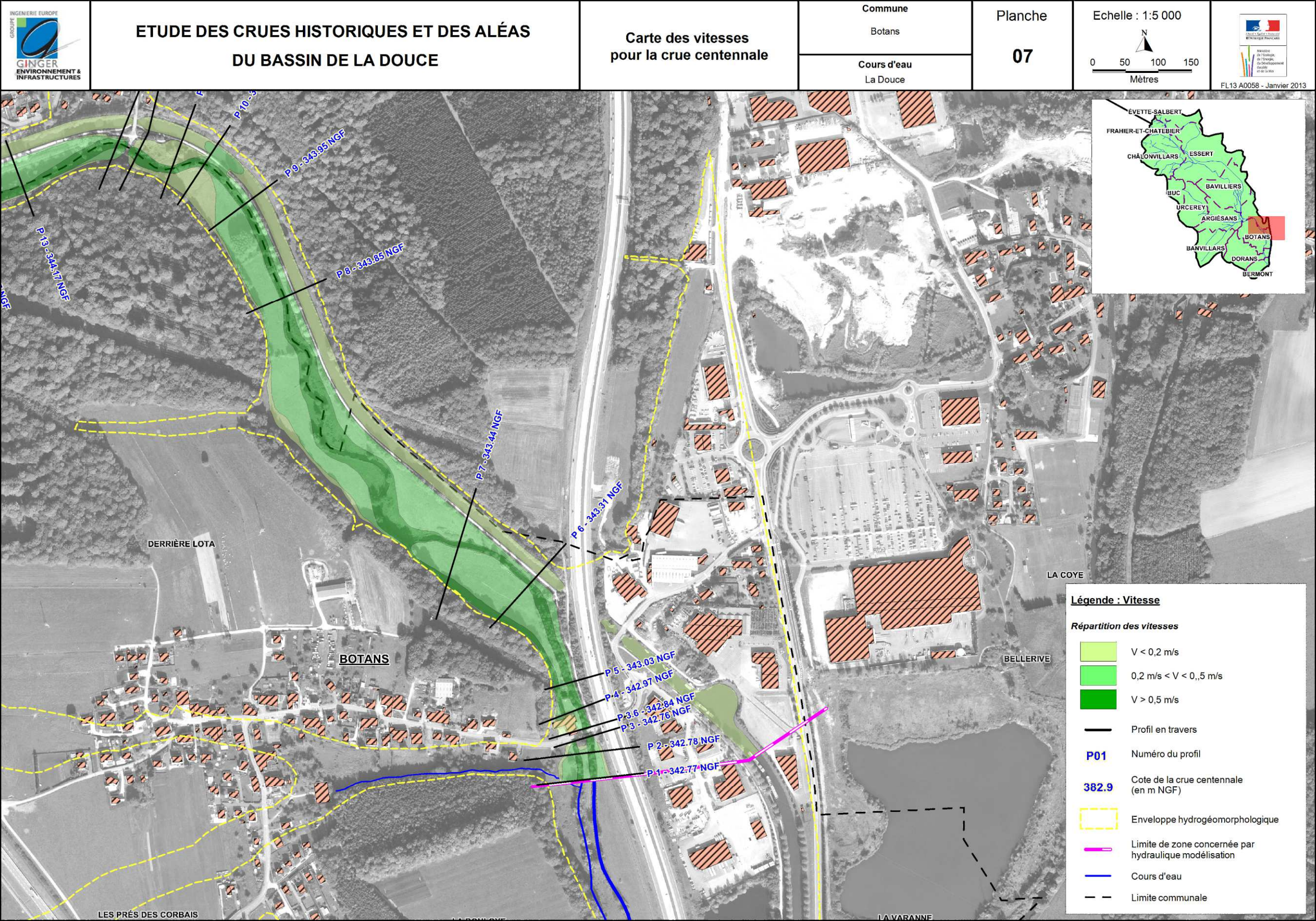
— Cours d'eau

— Limite communale

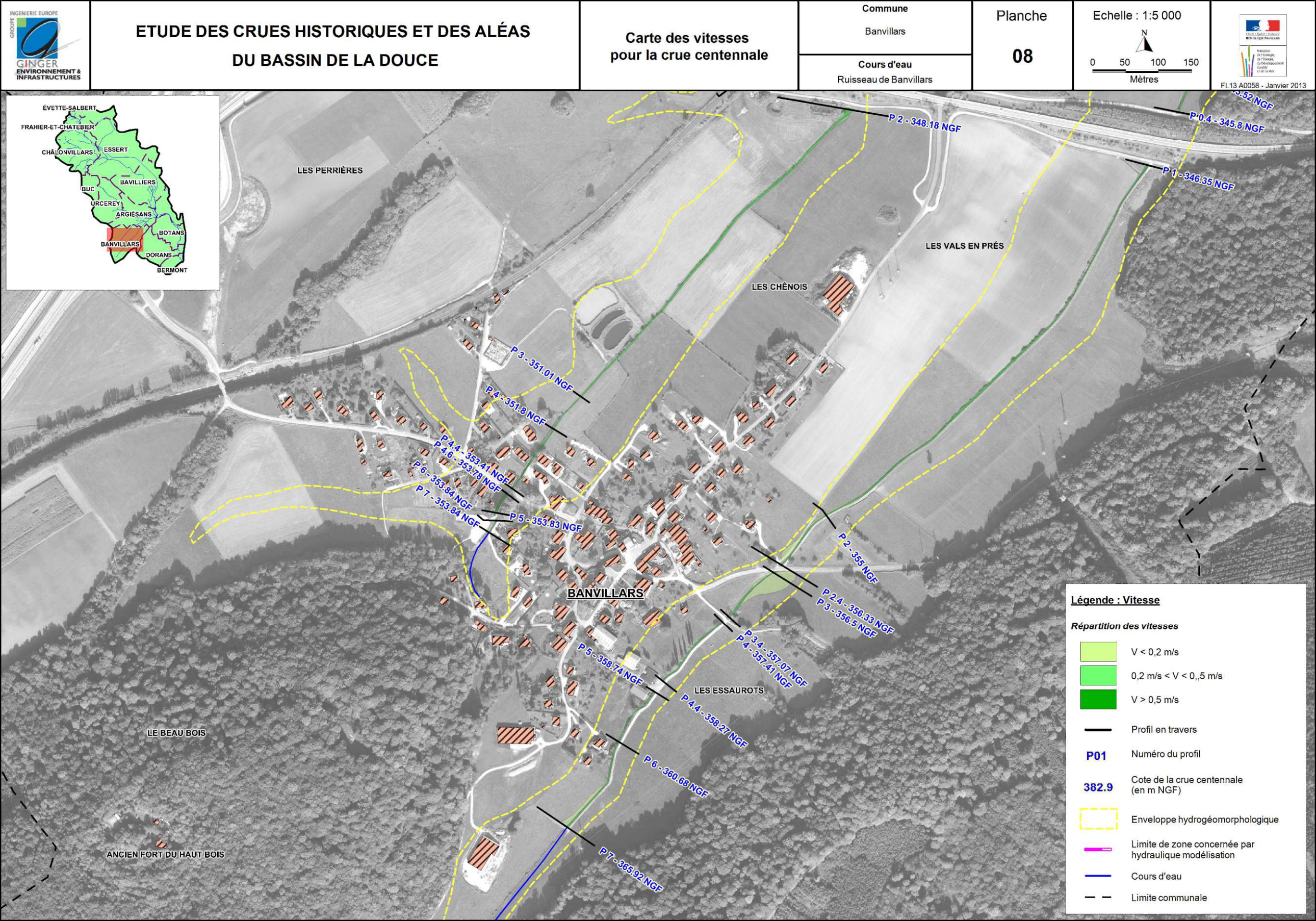




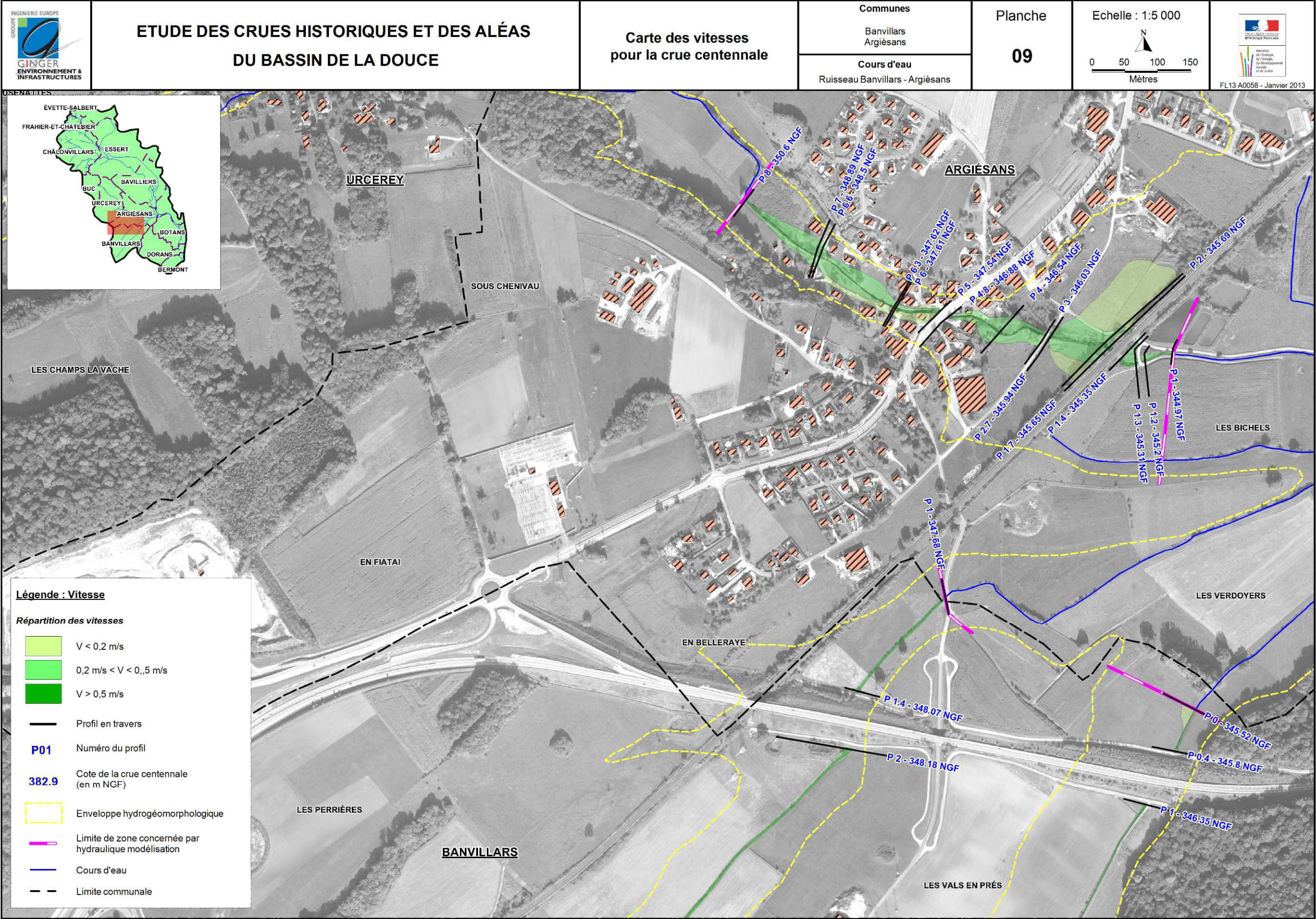












URCEREY

SOUS CHENIVAU

ARGIÉSANS

LES CHAMPS LA VACHE

EN FIATAI

EN BELLERAYE

LES BICHELS

LES VERDOYERS

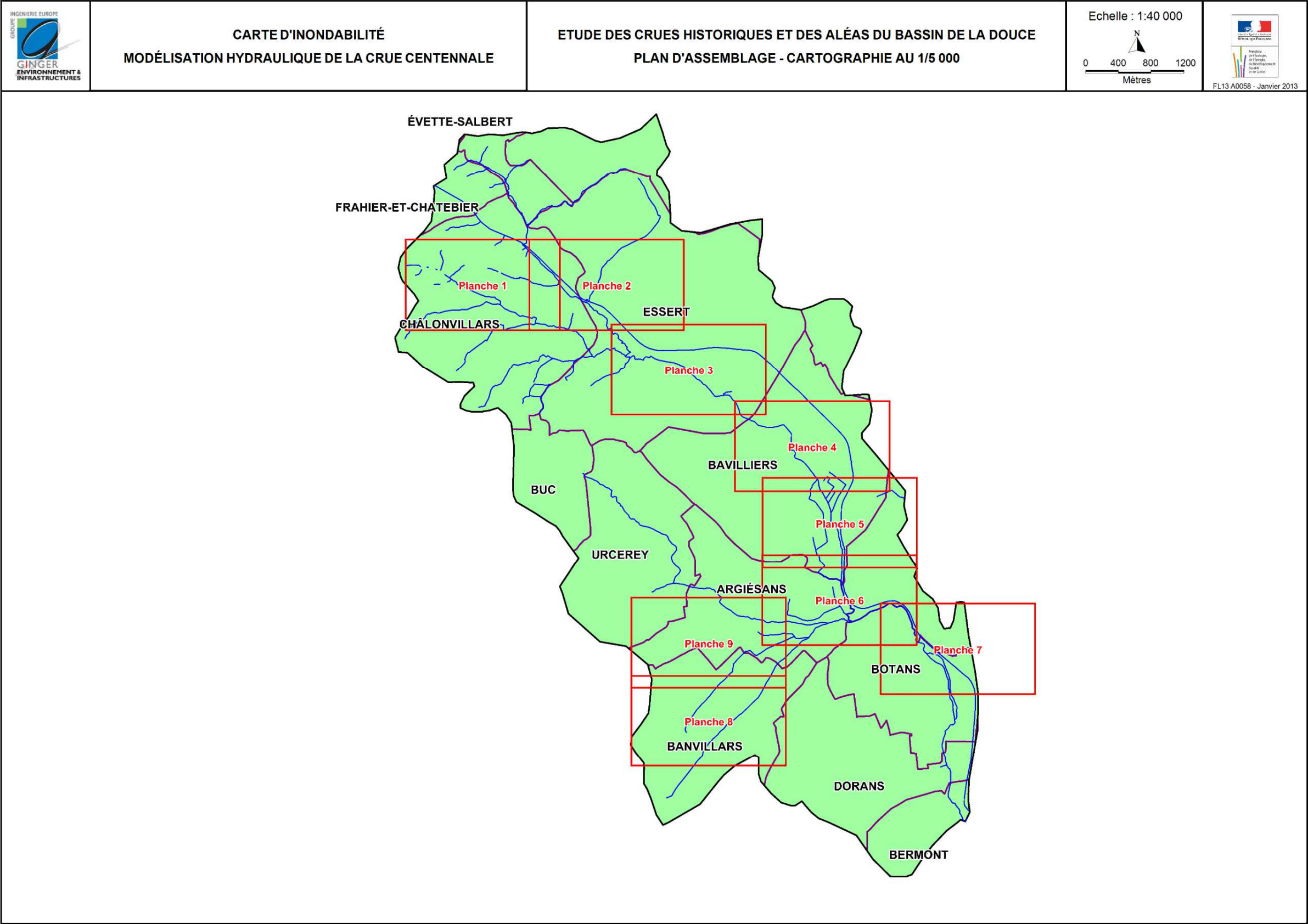
LES VALS EN PRÉS

BANVILLARS

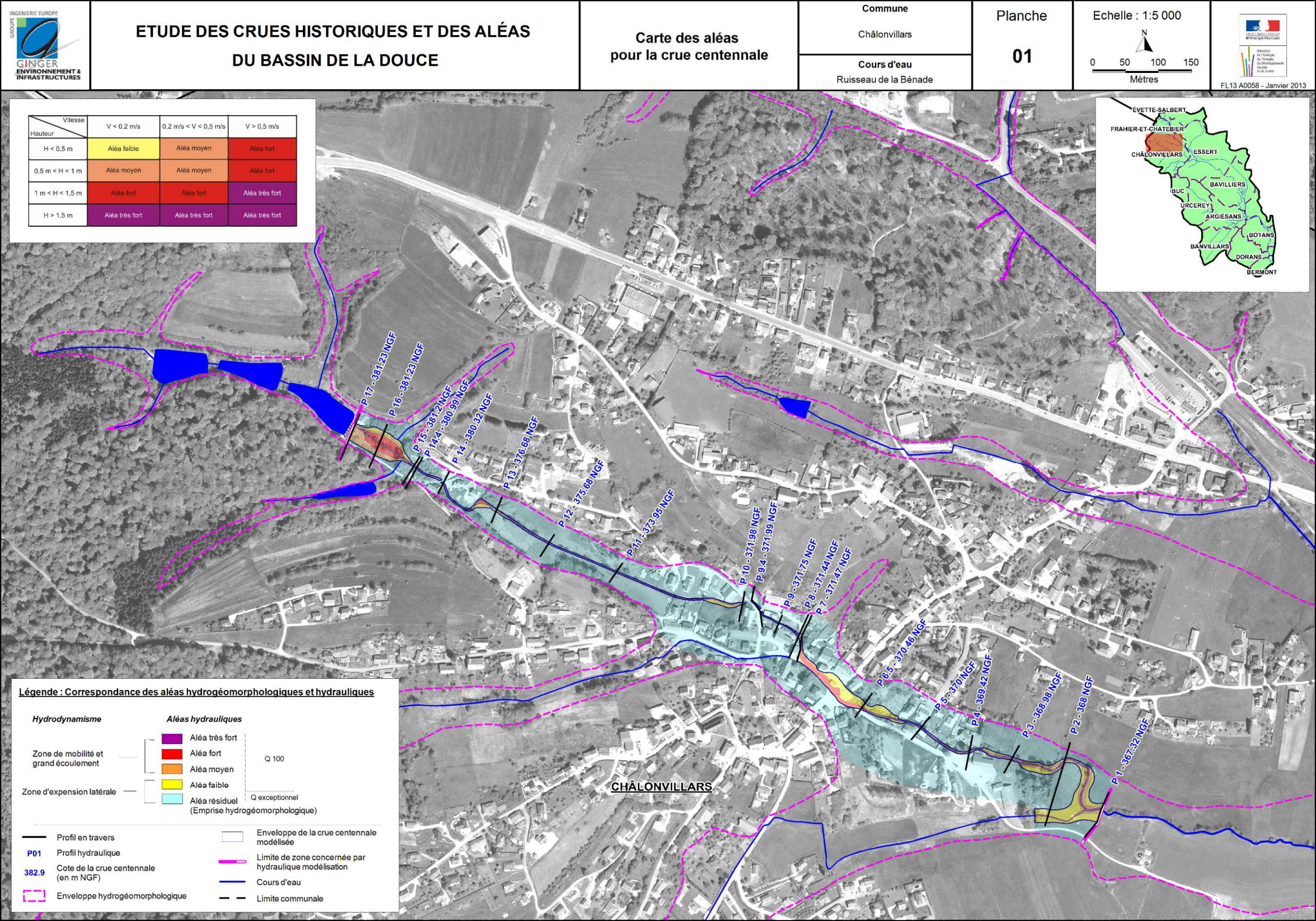
LES PERRIÈRES



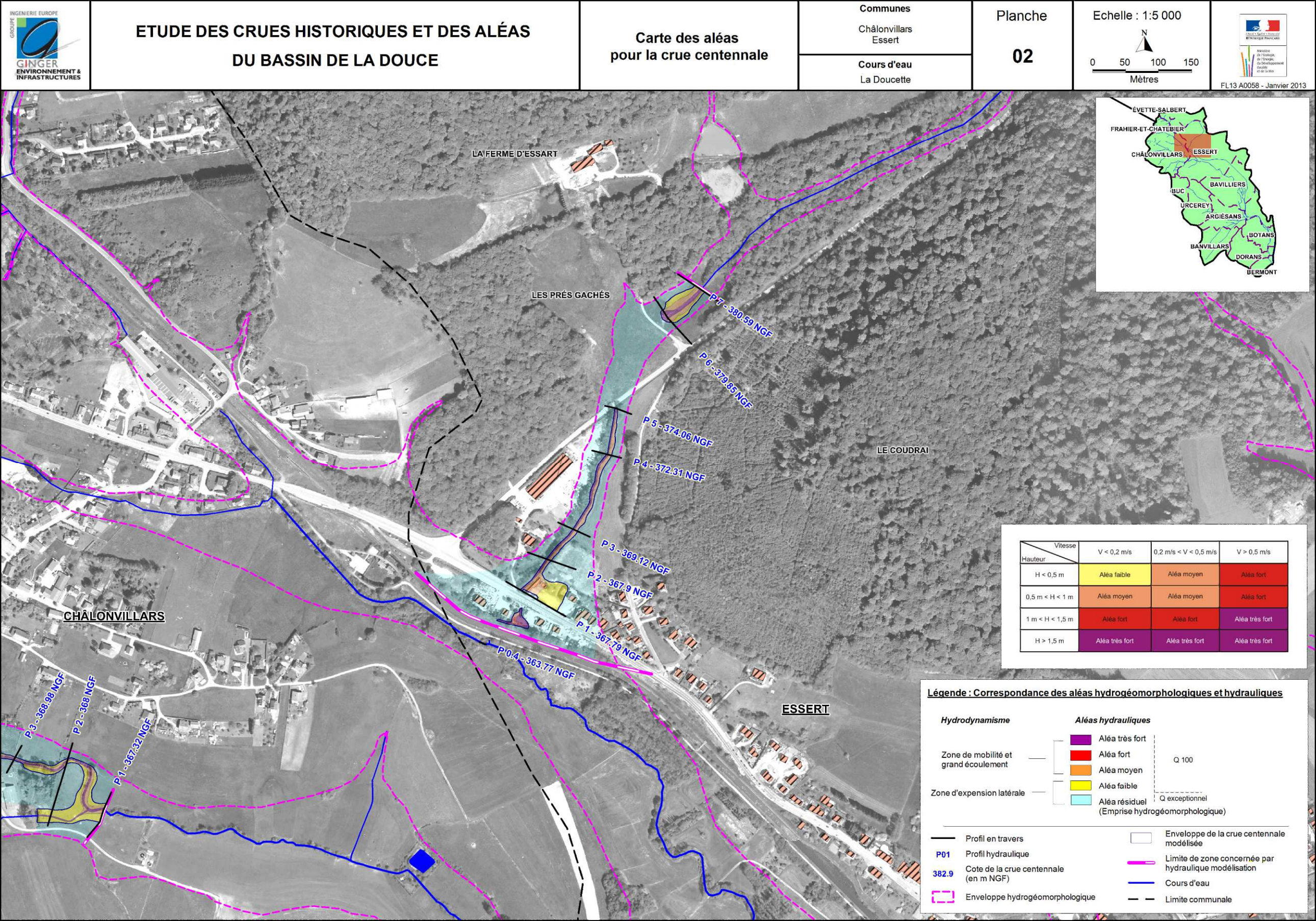
ANNEXE 3 : CARTES D’ALEA INONDATION



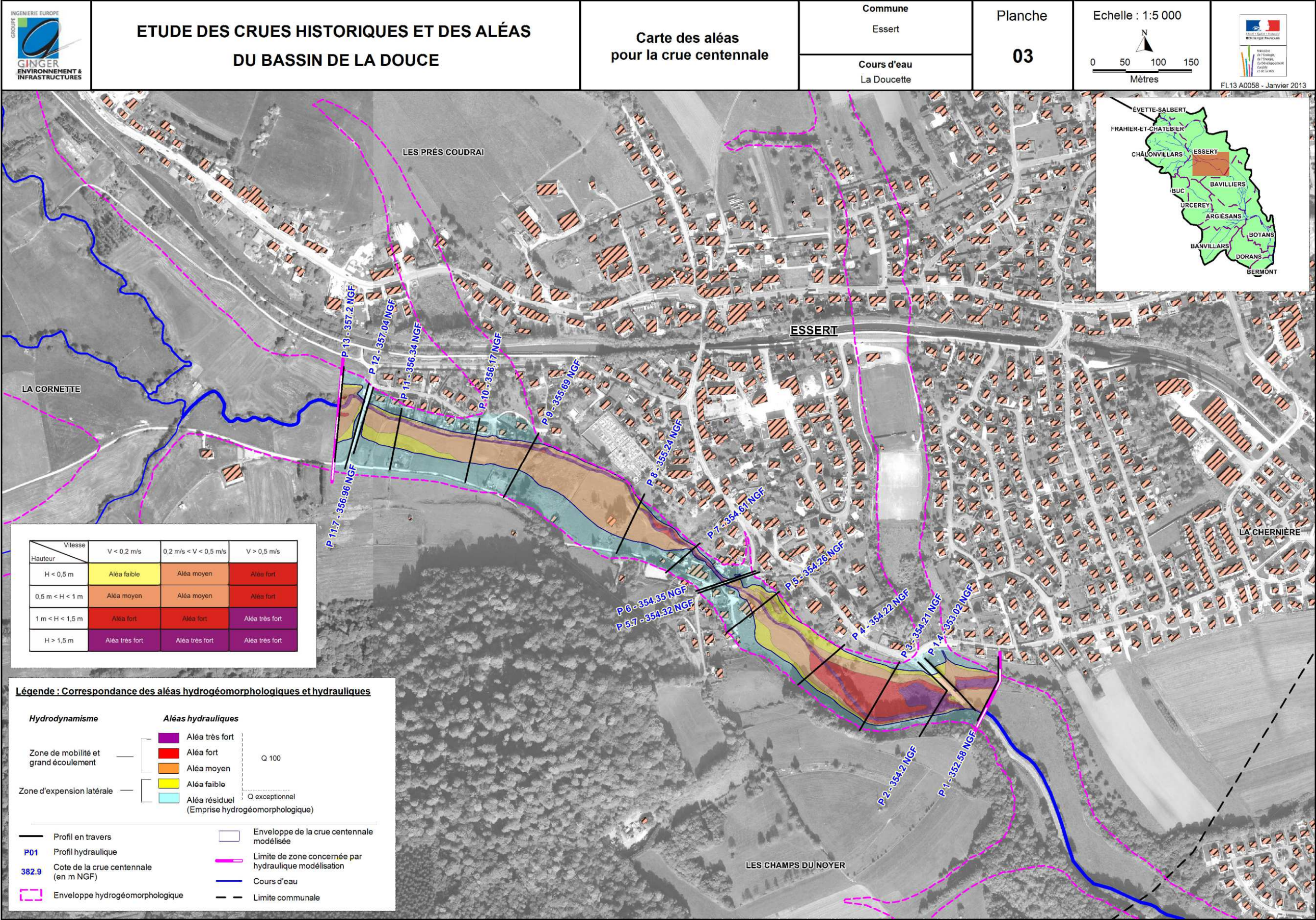












| Vitesse                           | Hauteur               |                                         |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
|                                   | $V < 0,2 \text{ m/s}$ | $0,2 \text{ m/s} < V < 0,5 \text{ m/s}$ | $V > 0,5 \text{ m/s}$ |
| $H < 0,5 \text{ m}$               | Aléa faible           | Aléa moyen                              | Aléa fort             |
| $0,5 \text{ m} < H < 1 \text{ m}$ | Aléa moyen            | Aléa moyen                              | Aléa fort             |
| $1 \text{ m} < H < 1,5 \text{ m}$ | Aléa fort             | Aléa fort                               | Aléa très fort        |
| $H > 1,5 \text{ m}$               | Aléa très fort        | Aléa très fort                          | Aléa très fort        |

**Légende : Correspondance des aléas hydrogéomorphologiques et hydrauliques**

**Hydrodynamisme**

Zone de mobilité et grand écoulement

Zone d'expansion latérale

**Aléas hydrauliques**

- Aléa très fort
- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible
- Aléa résiduel (Emprise hydrogéomorphologique)

Q 100

Q exceptionnel

— Profil en travers

P01 Profil hydraulique

382.9 Cote de la crue centennale (en m NGF)

Enveloppe hydrogéomorphologique

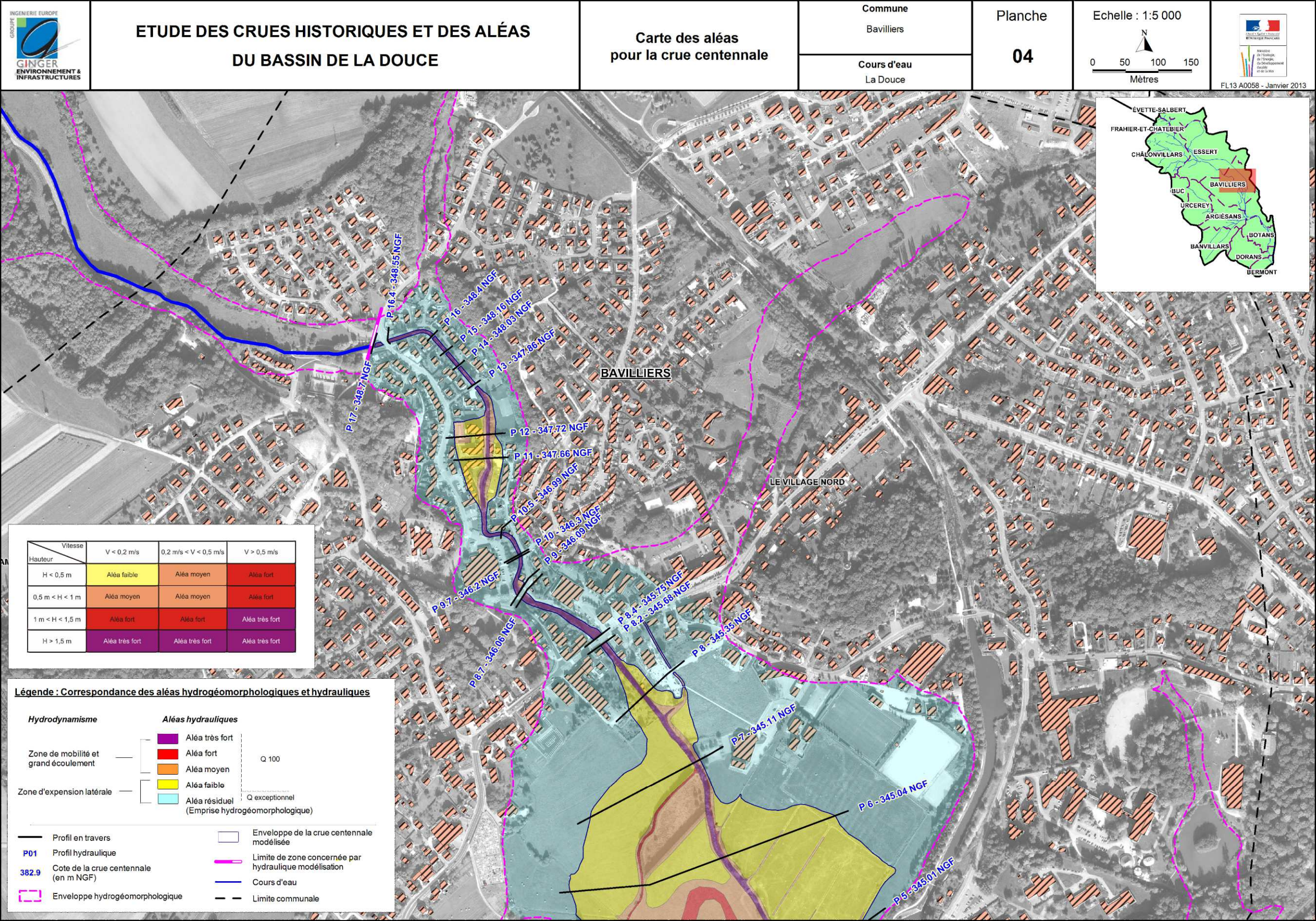
Enveloppe de la crue centennale modélisée

Limite de zone concernée par hydraulique modélisation

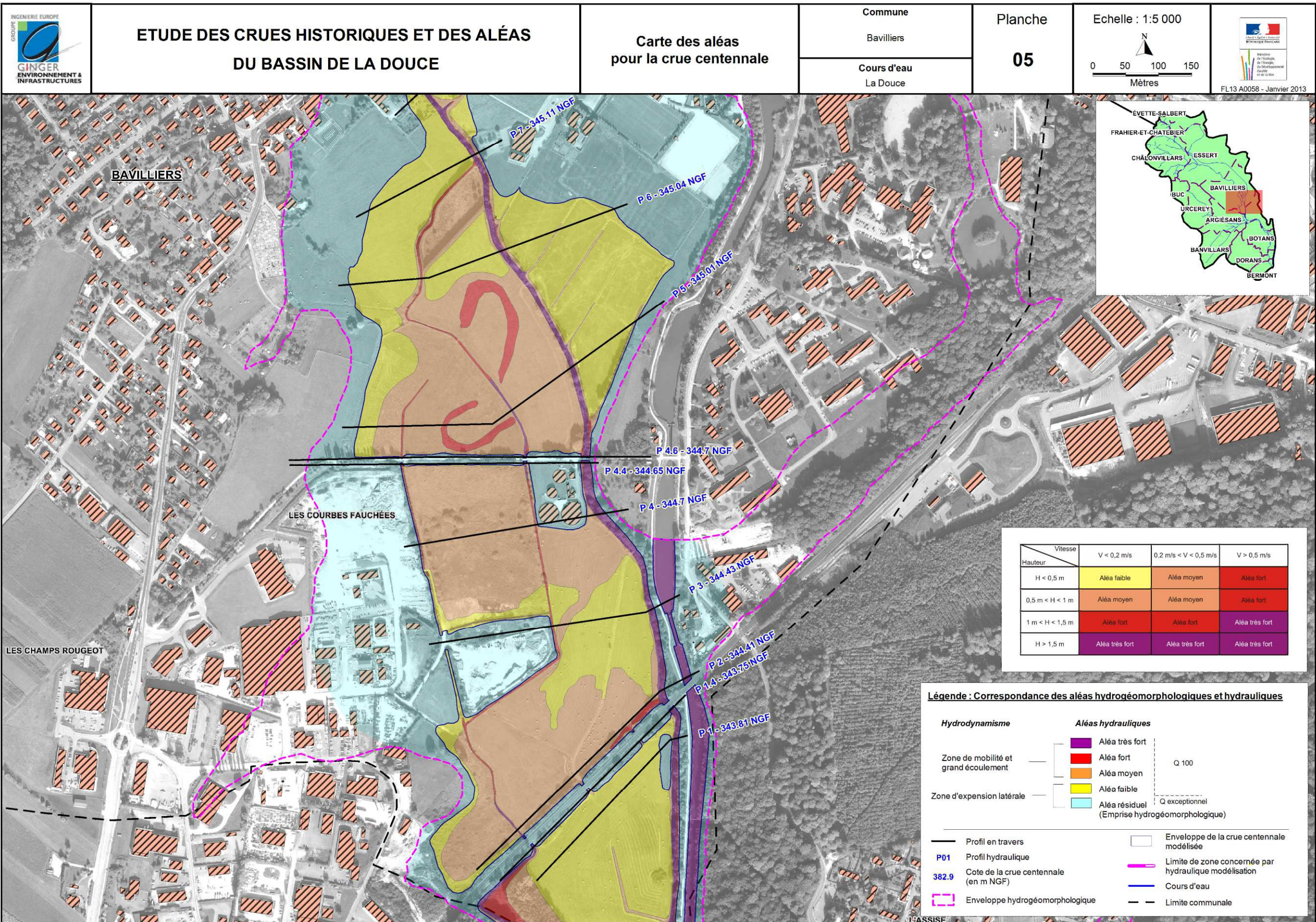
Cours d'eau

Limite communale

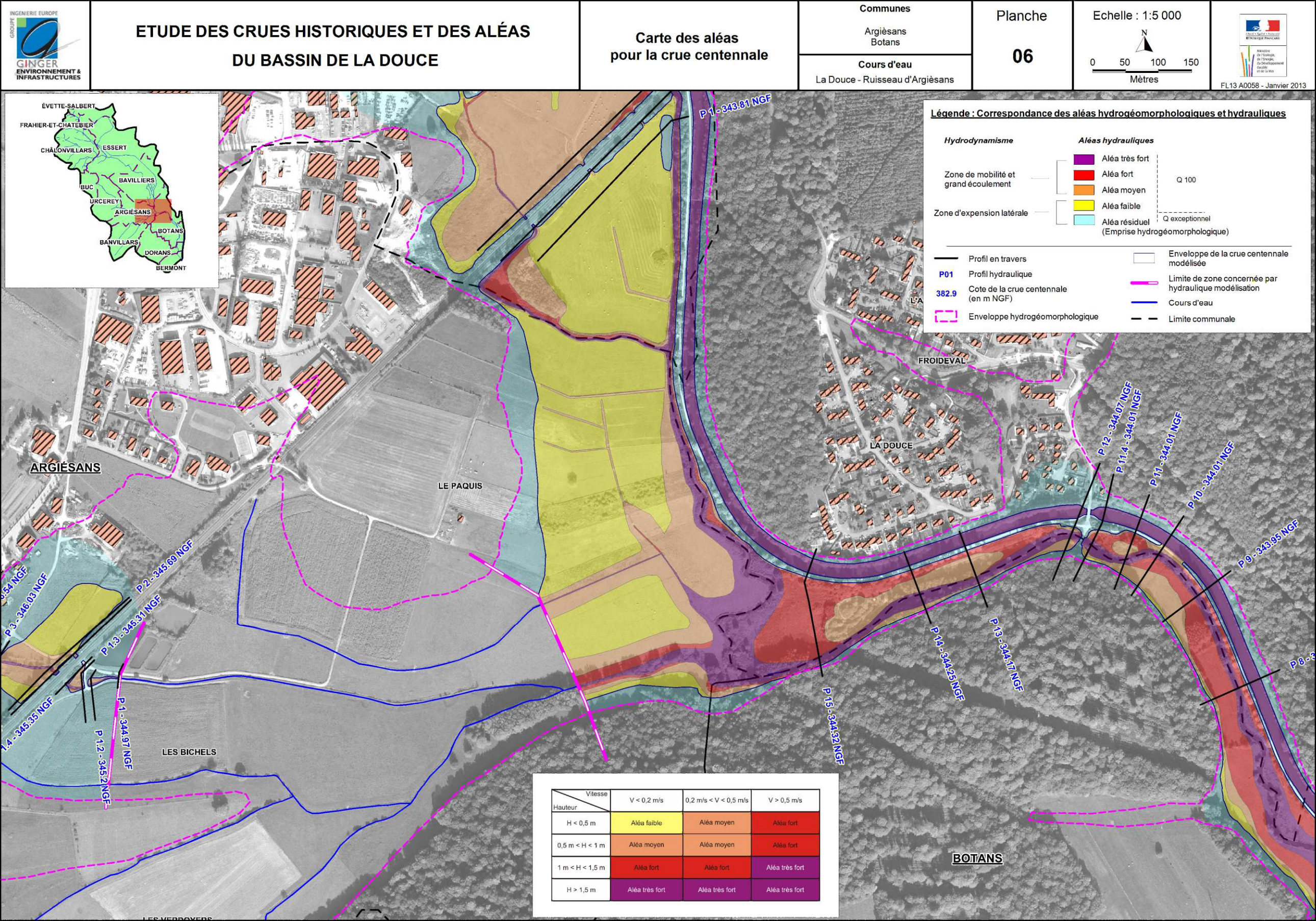




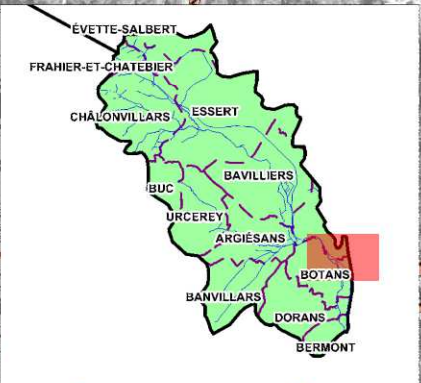
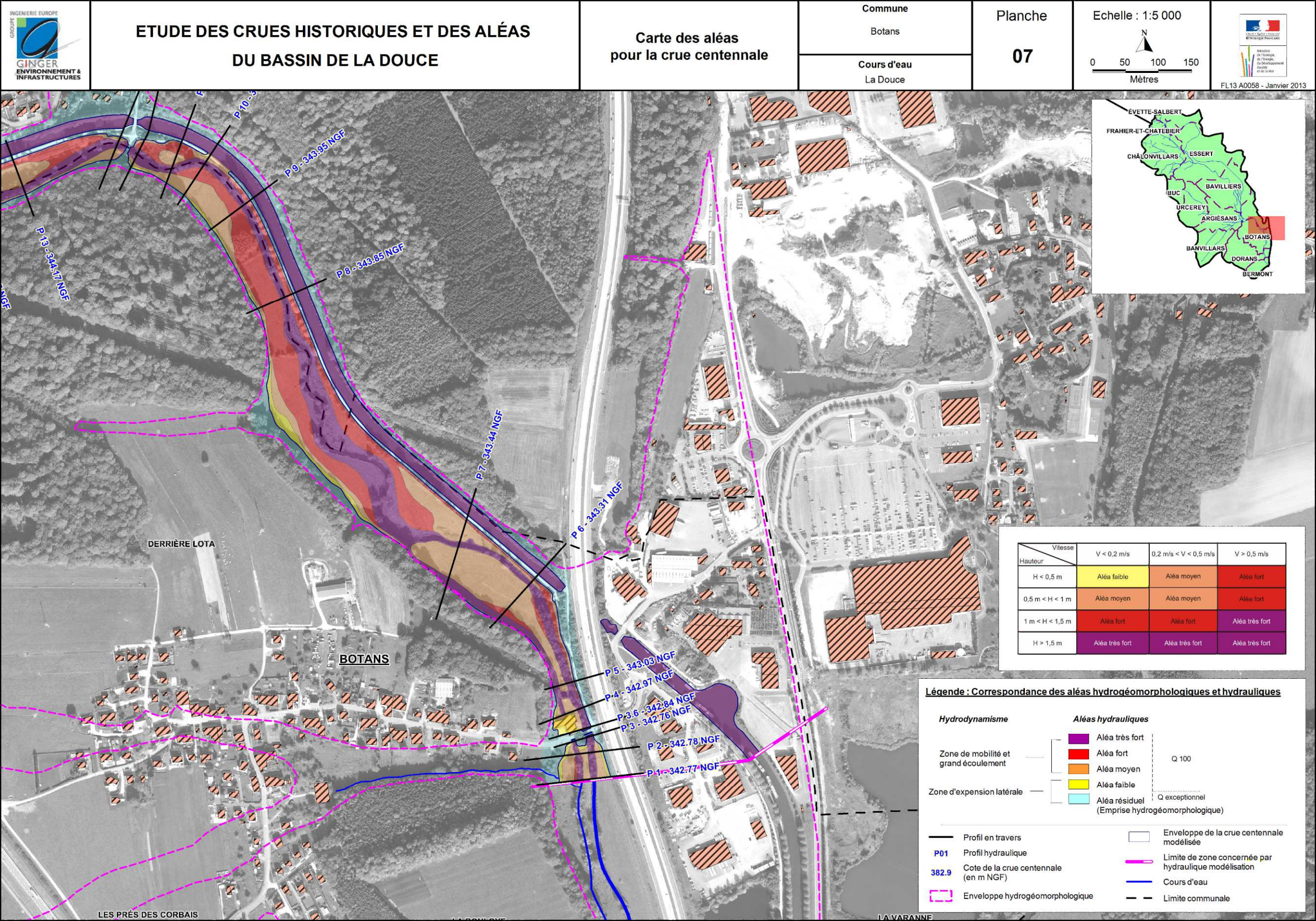












| Vitesse         | Hautour        |                       |                |
|-----------------|----------------|-----------------------|----------------|
|                 | V < 0,2 m/s    | 0,2 m/s < V < 0,5 m/s | V > 0,5 m/s    |
| H < 0,5 m       | Aléa faible    | Aléa moyen            | Aléa fort      |
| 0,5 m < H < 1 m | Aléa moyen     | Aléa moyen            | Aléa fort      |
| 1 m < H < 1,5 m | Aléa fort      | Aléa fort             | Aléa très fort |
| H > 1,5 m       | Aléa très fort | Aléa très fort        | Aléa très fort |

Légende : Correspondance des aléas hydrogéomorphologiques et hydrauliques

Hydrodynamisme

Zone de mobilité et grand écoulement

Zone d'expansion latérale

Aléas hydrauliques

Aléa très fort

Aléa fort

Aléa moyen

Aléa faible

Aléa résiduel (Emprise hydrogéomorphologique)

Q 100

Q exceptionnel

Profil en travers

P01 Profil hydraulique

382.9 Cote de la crue centennale (en m NGF)

Enveloppe hydrogéomorphologique

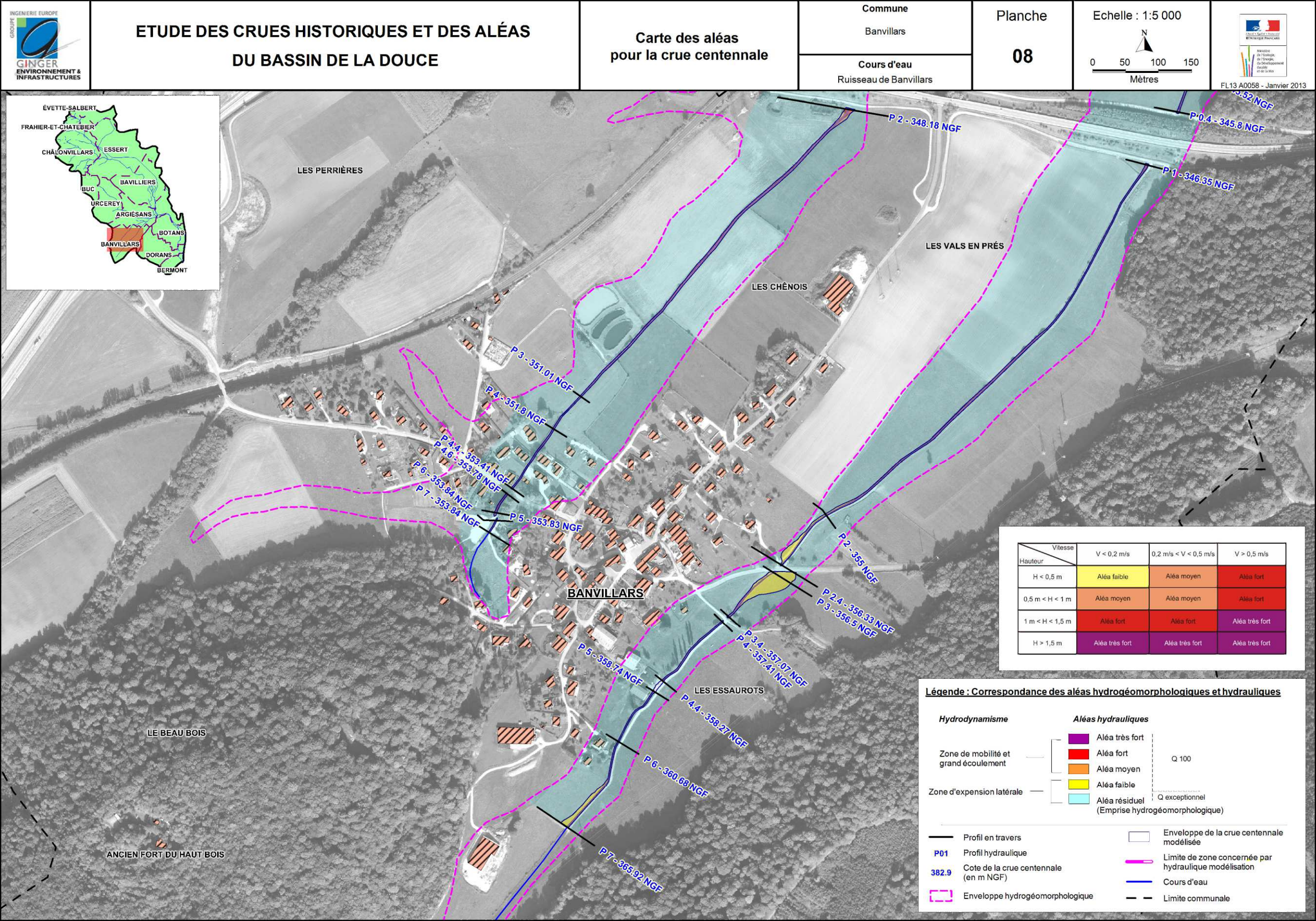
Enveloppe de la crue centennale modélisée

Limite de zone concernée par hydraulique modélisation

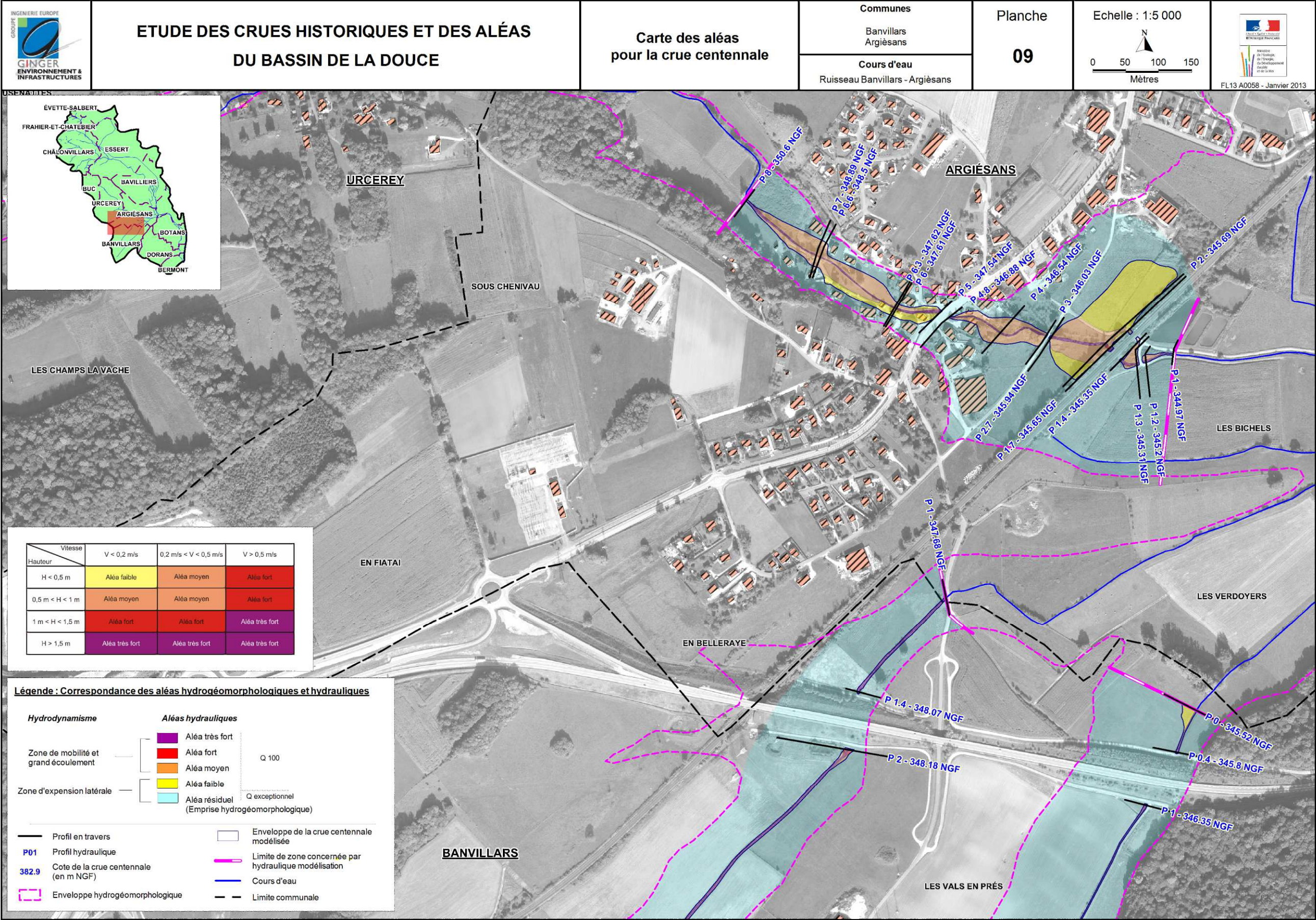
Cours d'eau

Limite communale



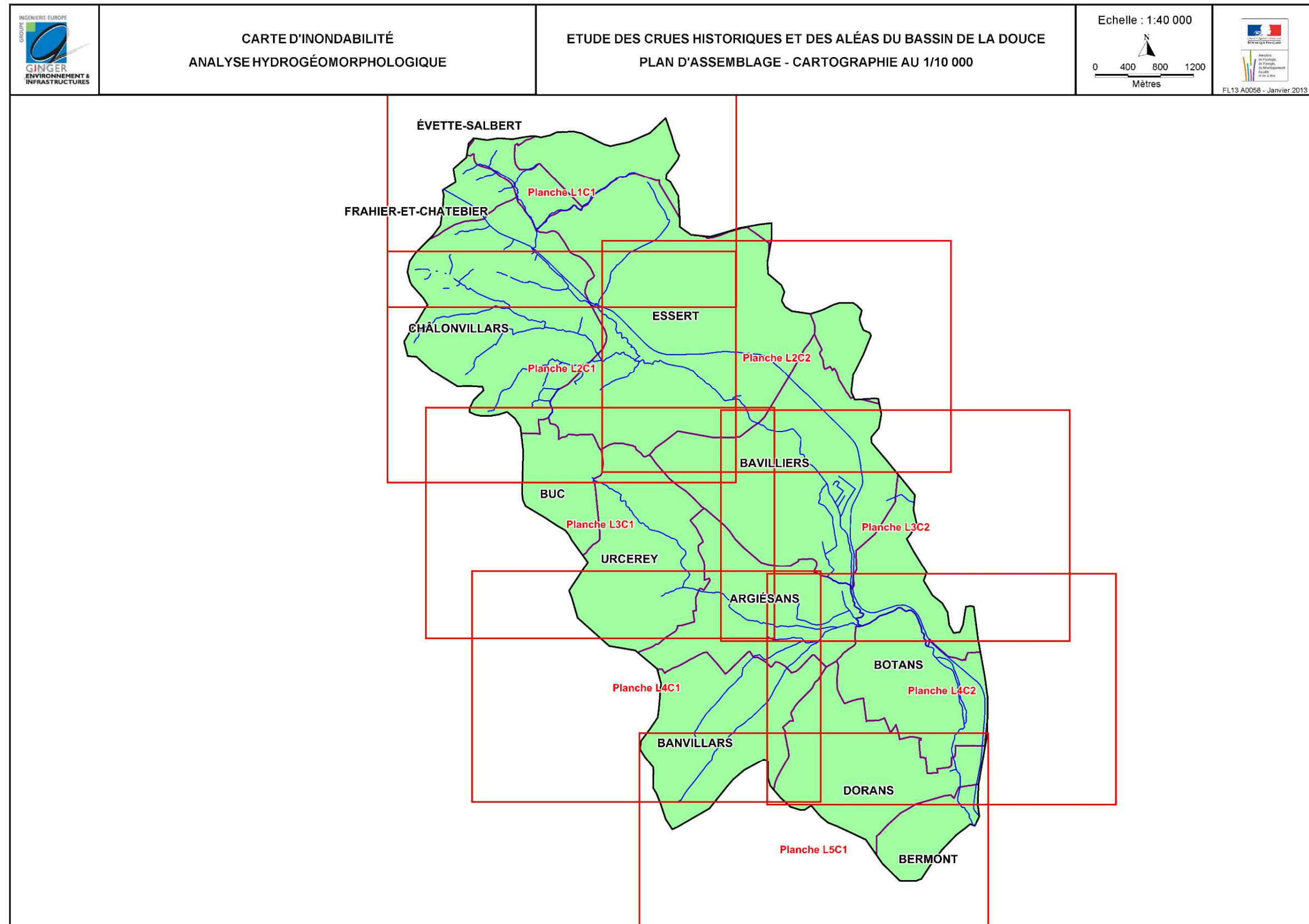






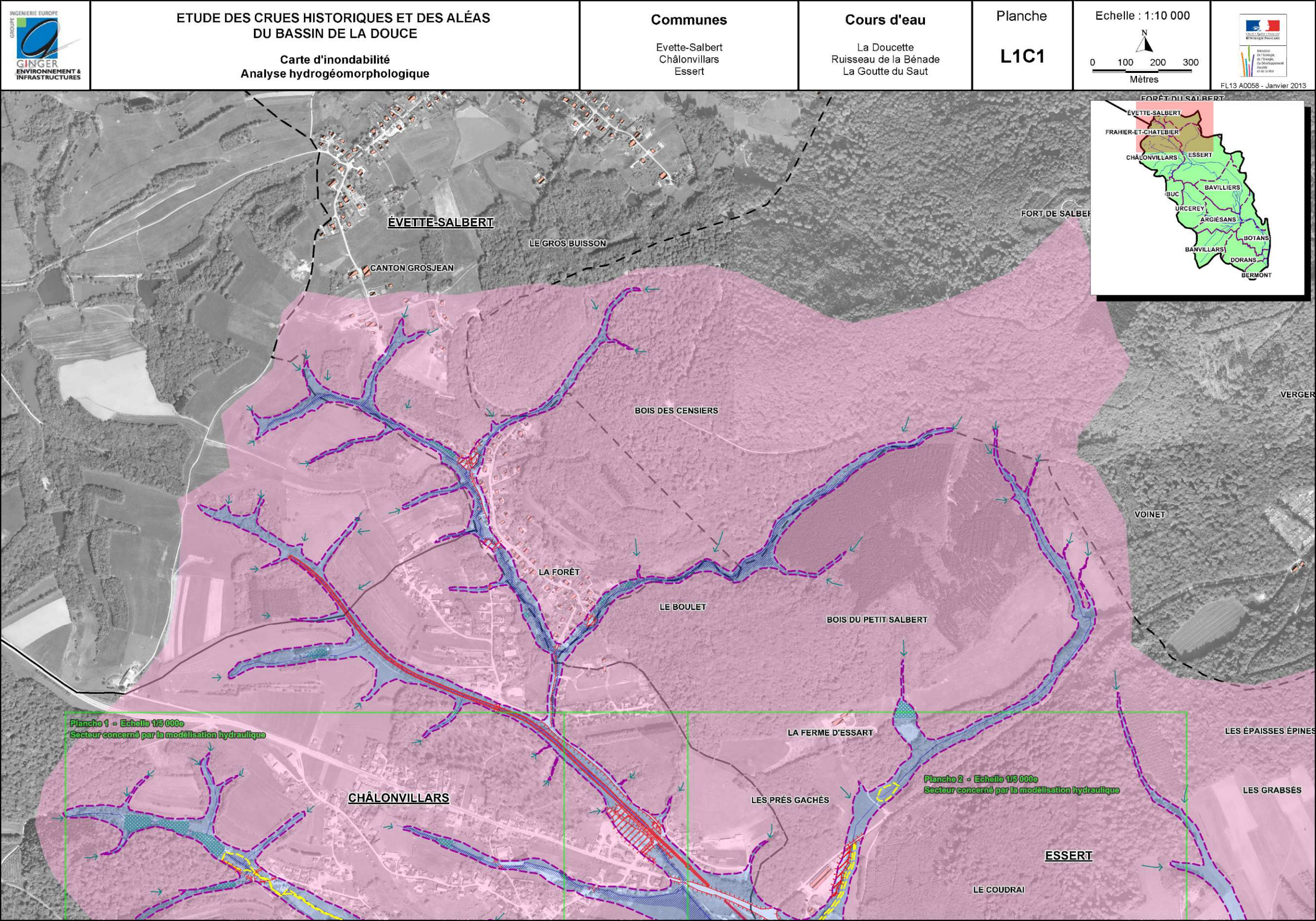


## ANNEXE 4 : CARTES HYDROGEOMORPHOLOGIQUES

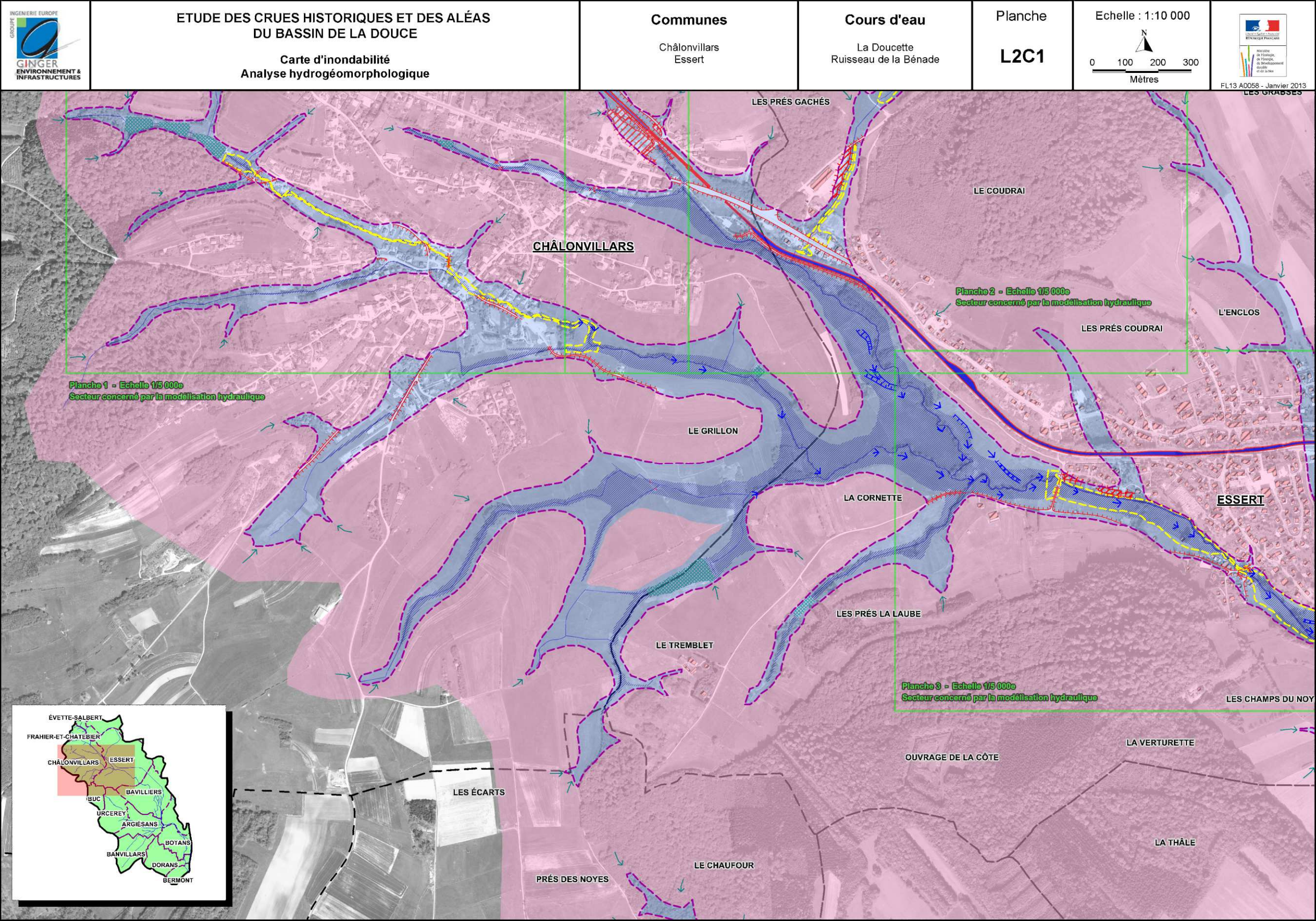




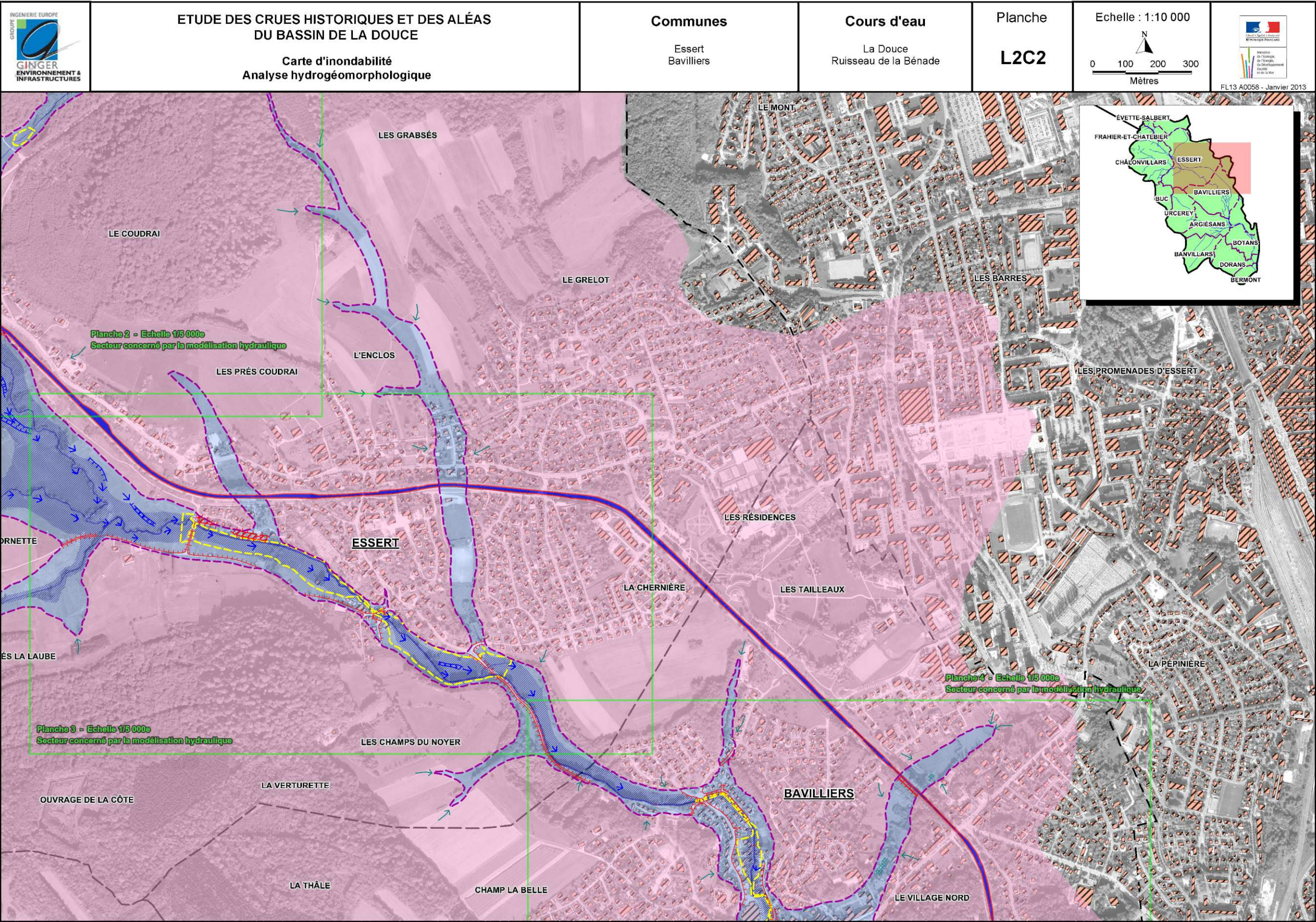




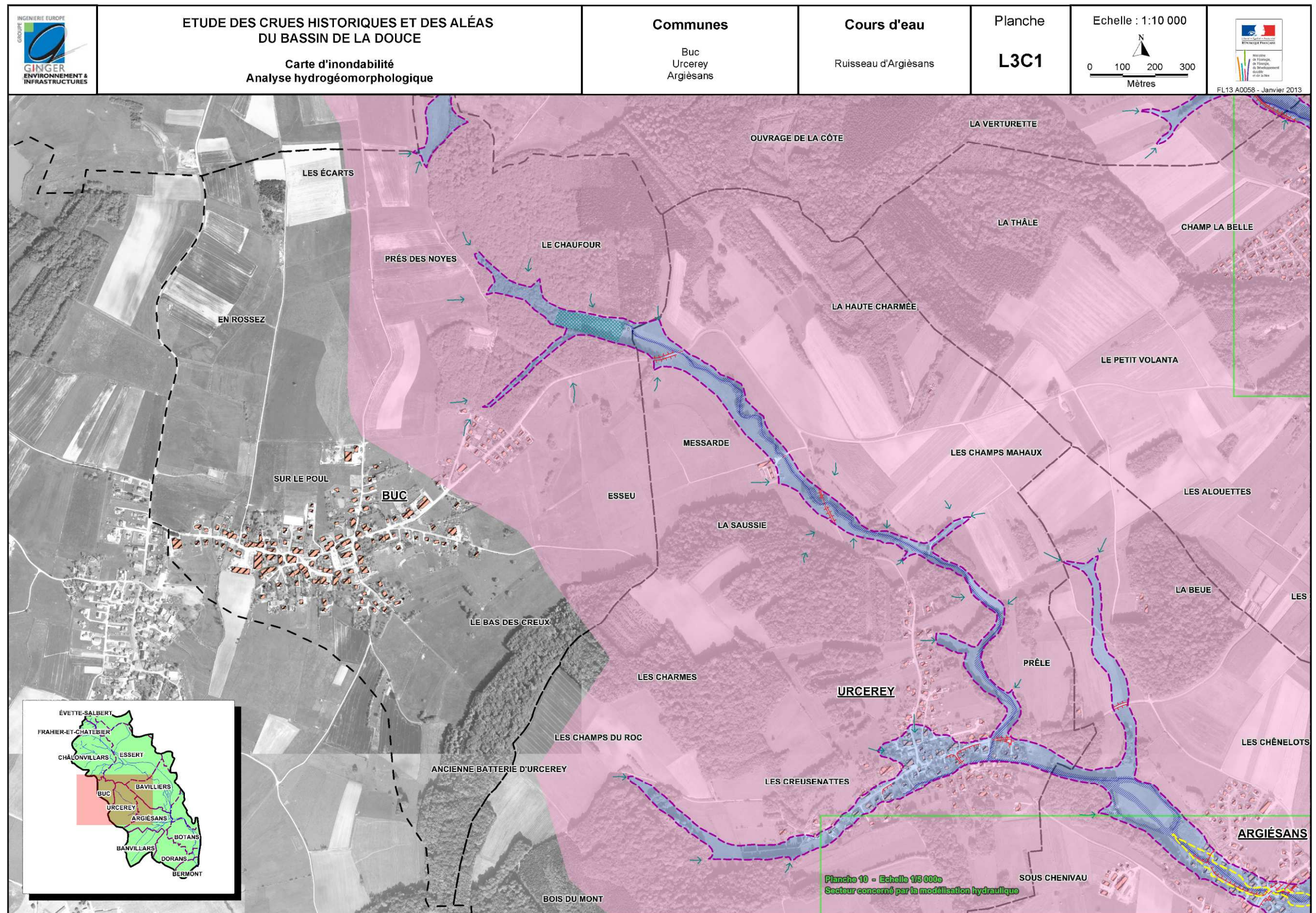




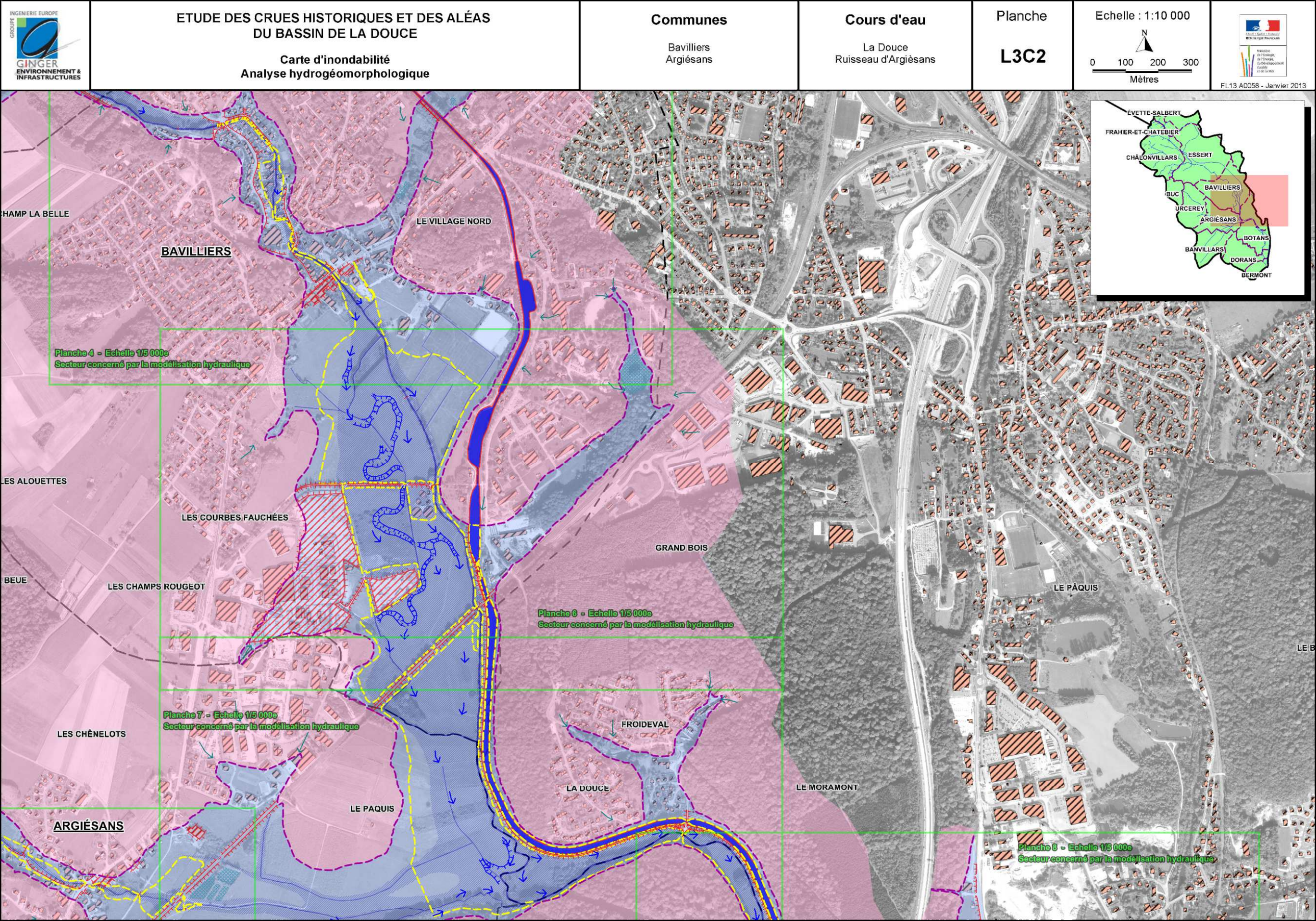




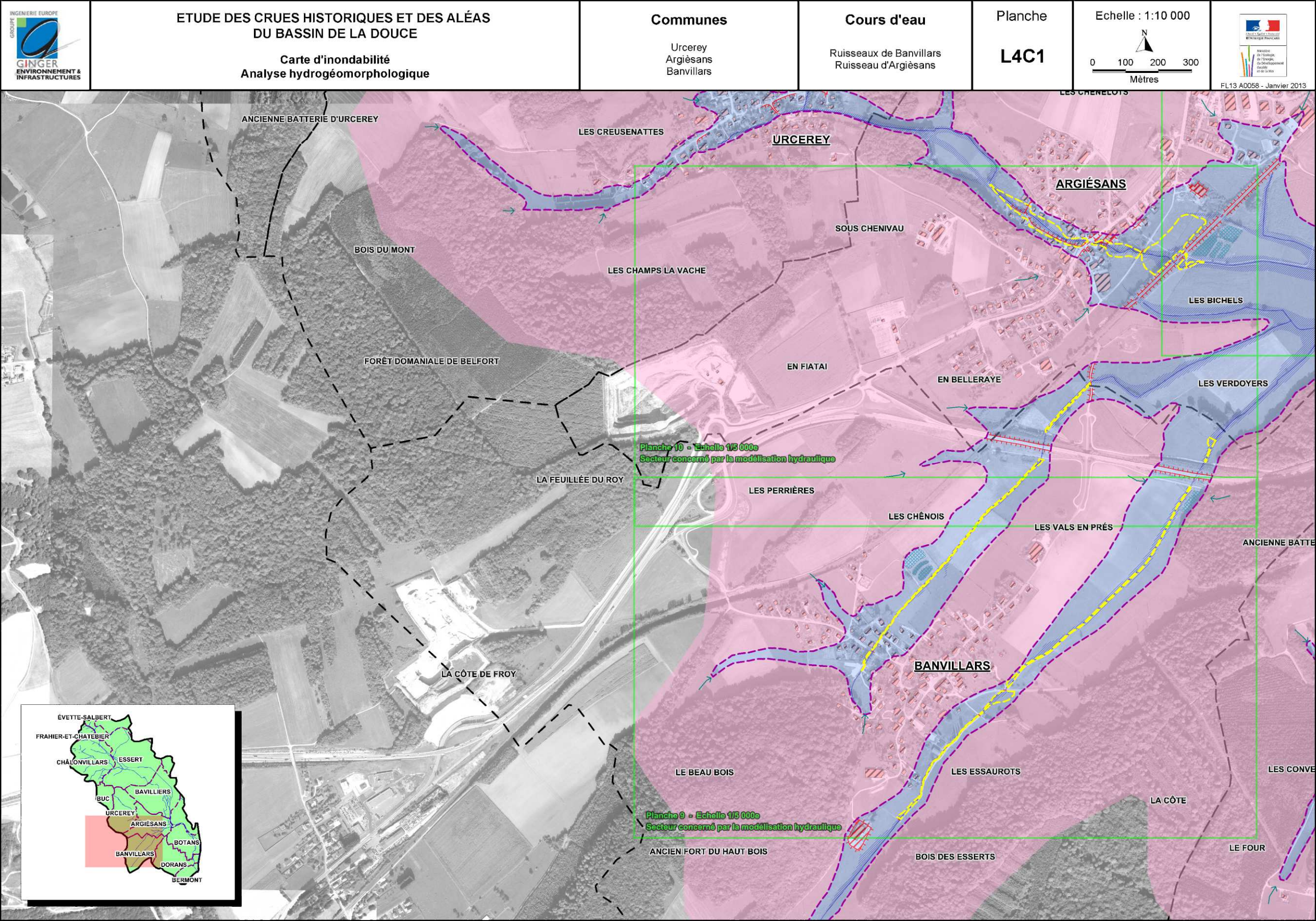




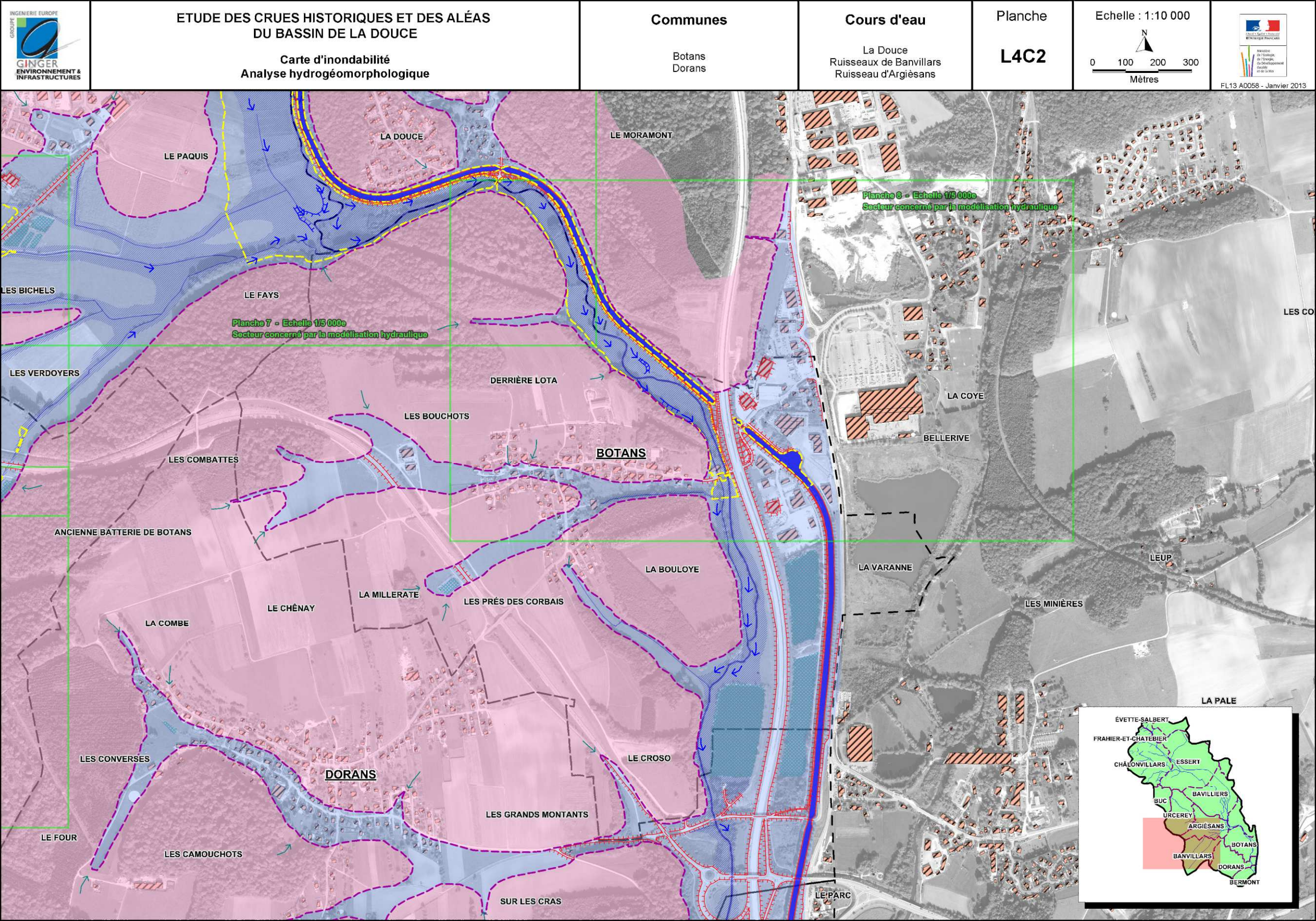




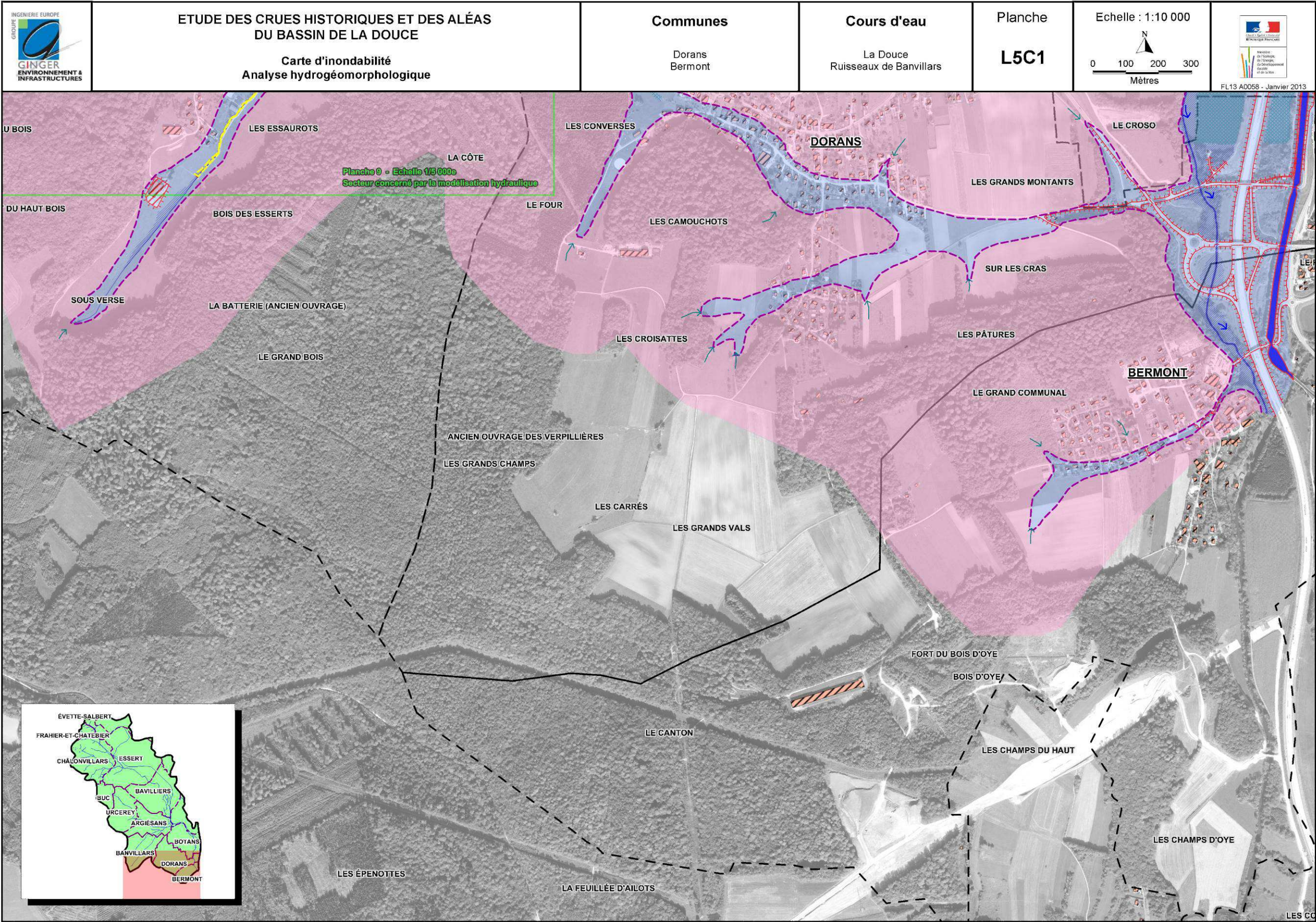






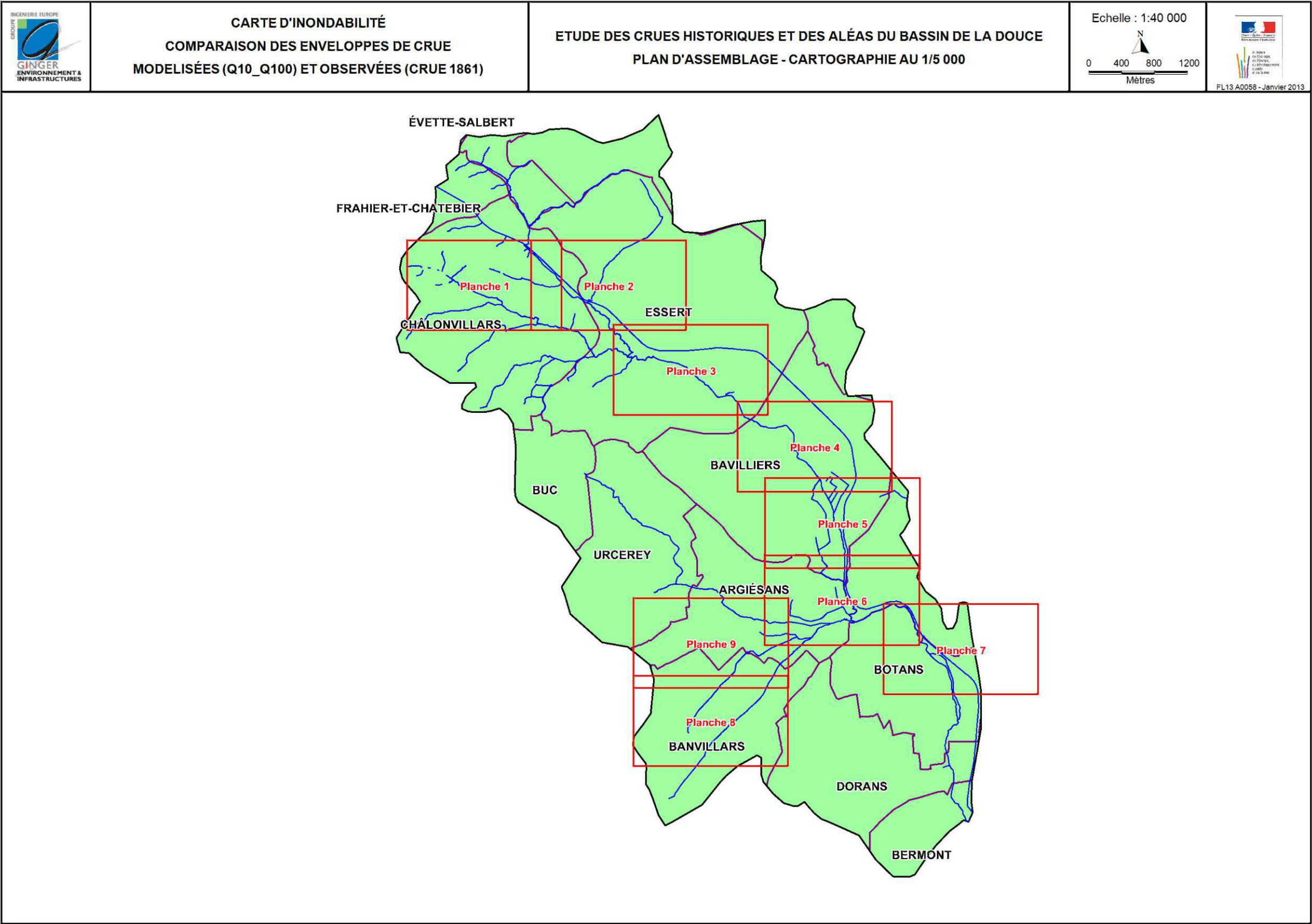




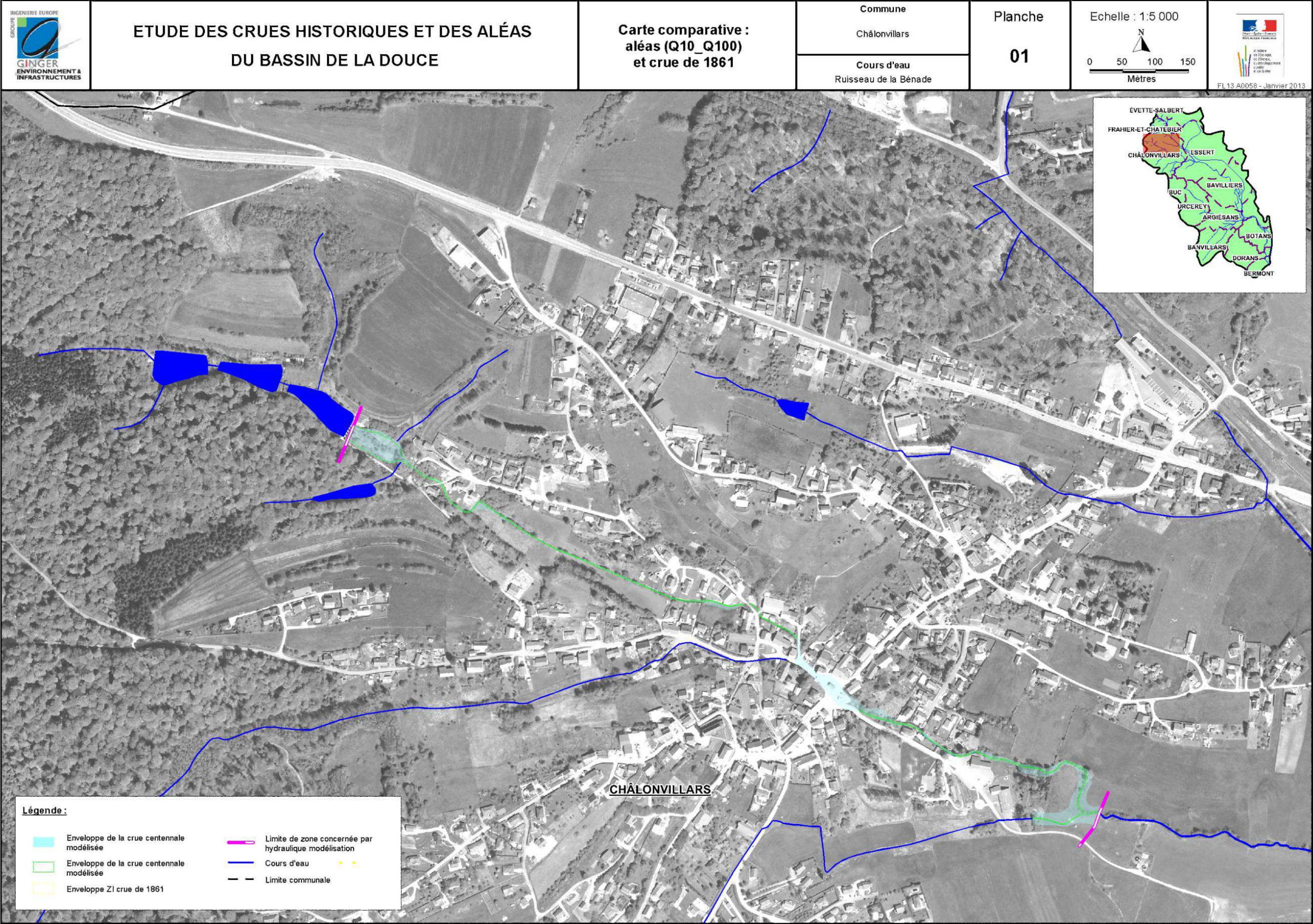




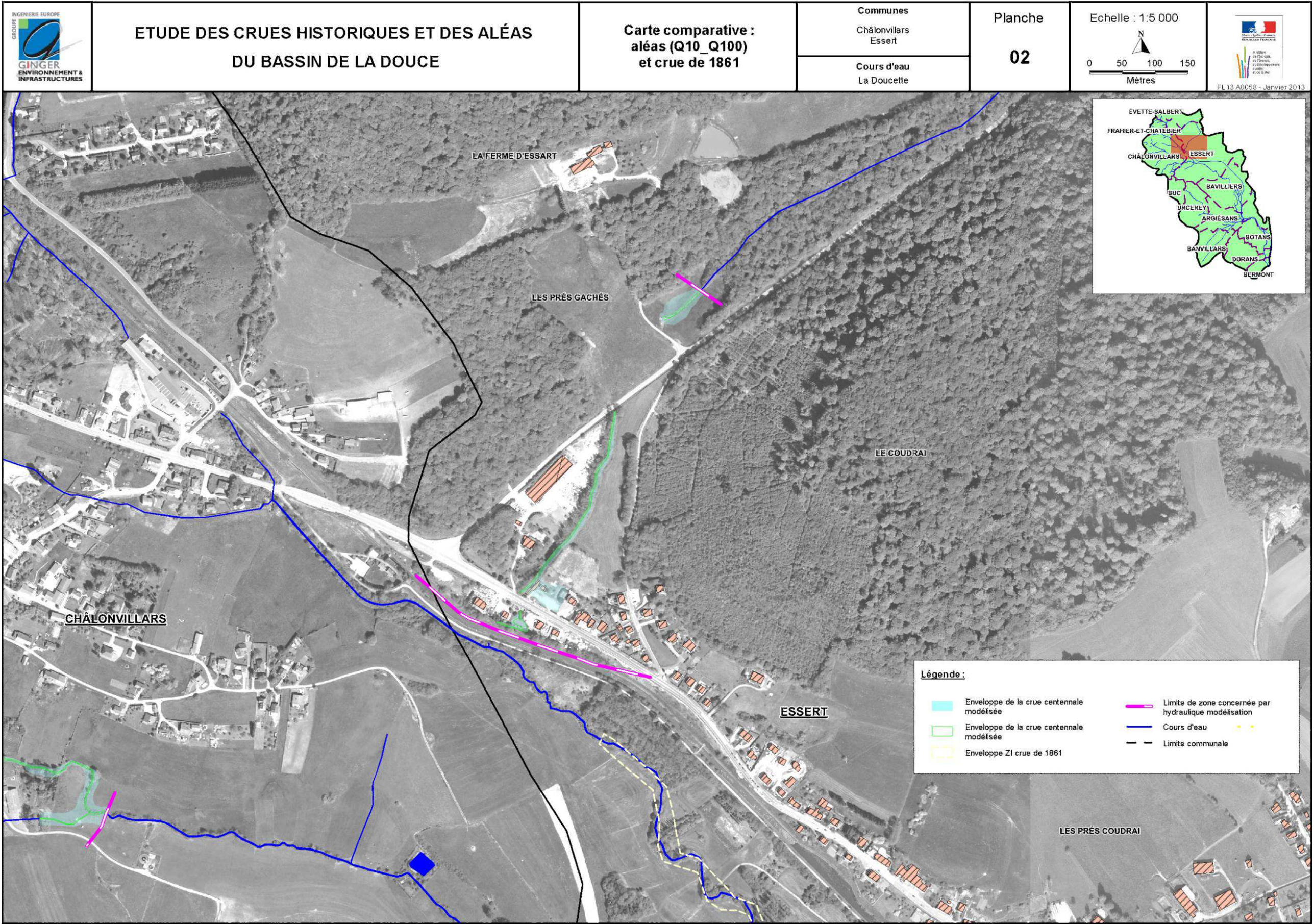
ANNEXE 4 : CARTES COMPARATIVES DES ALES MODELISEES (Q10\_Q100) ET OBSERVEES (CRUE DE 1861)



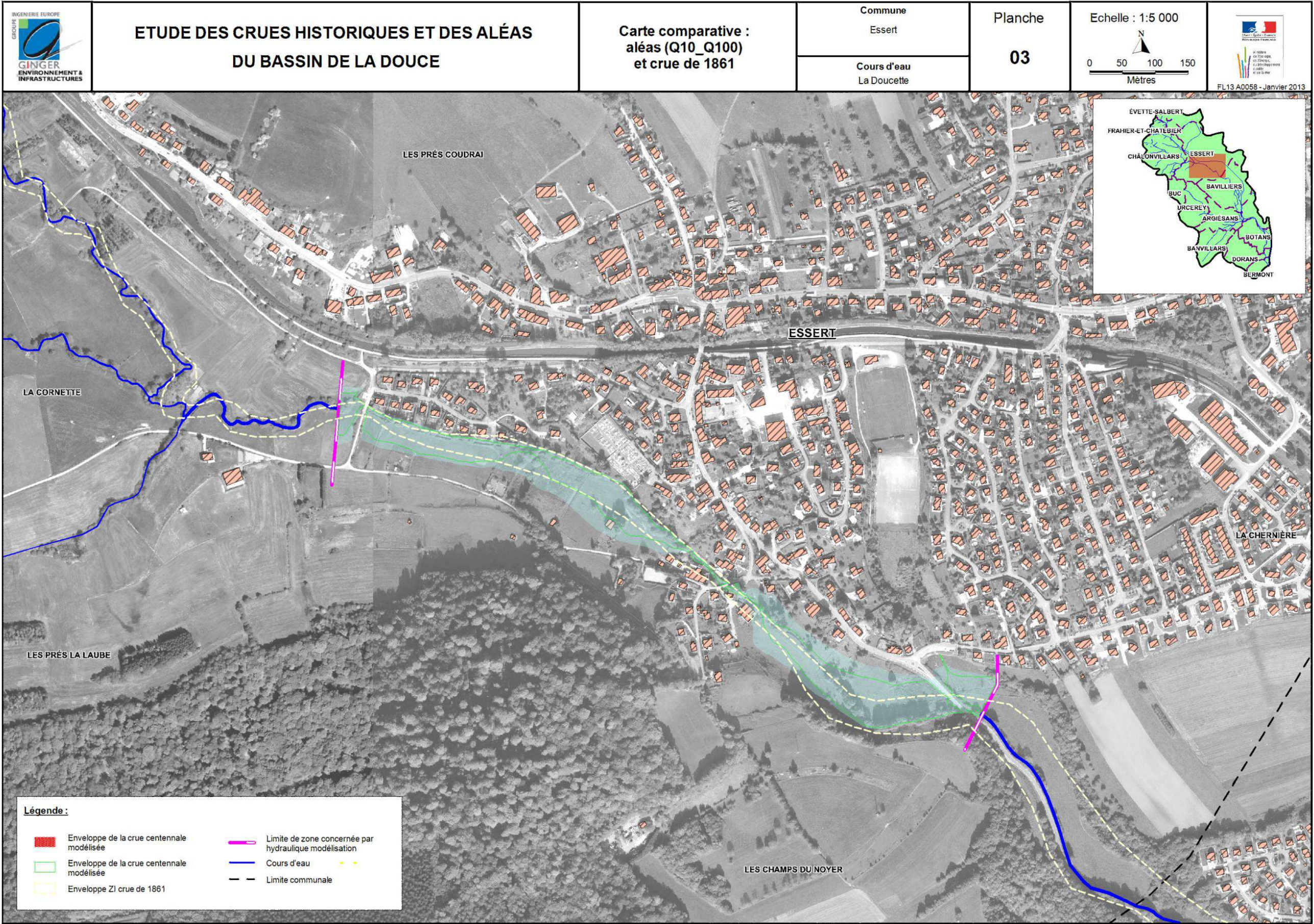




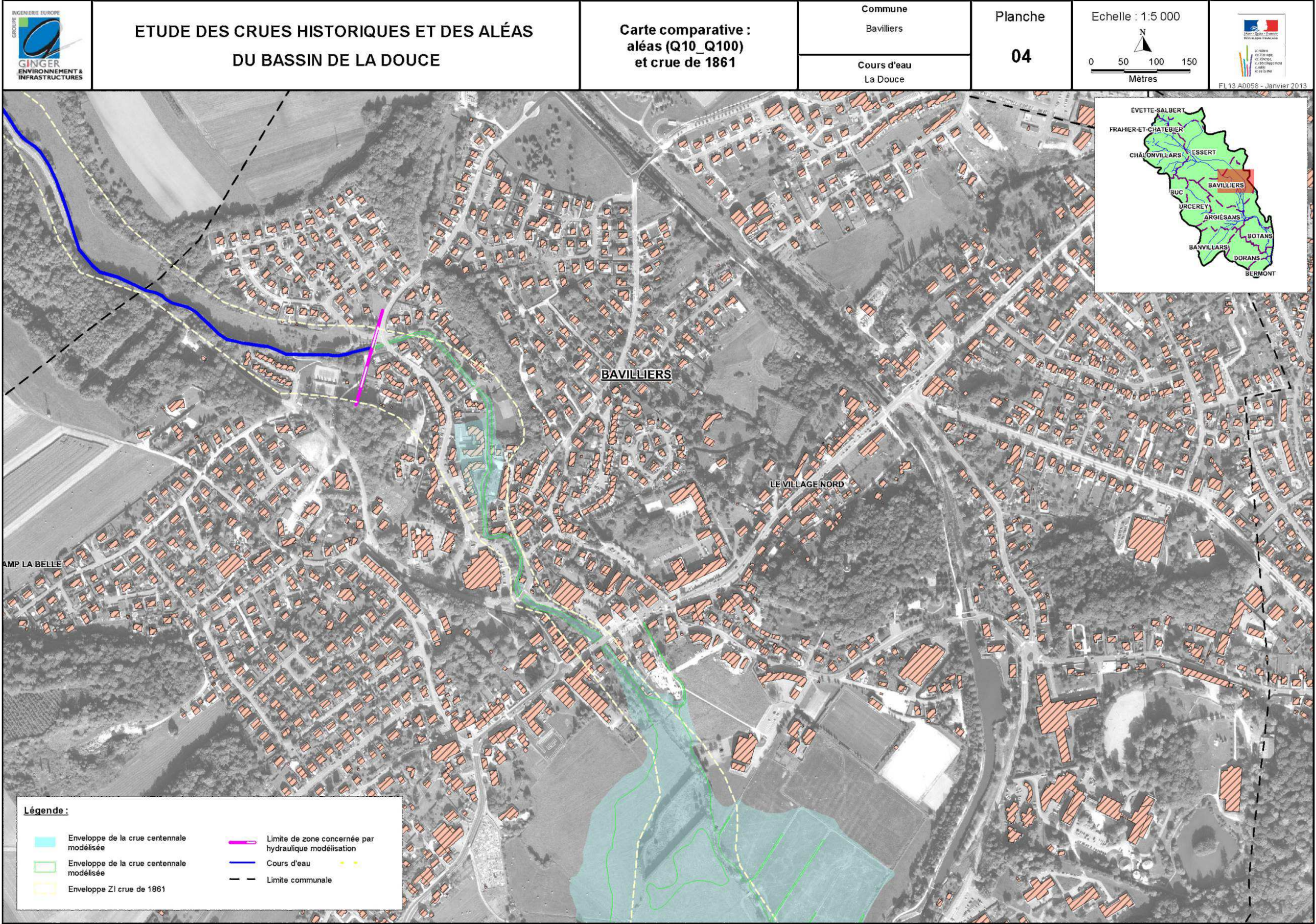




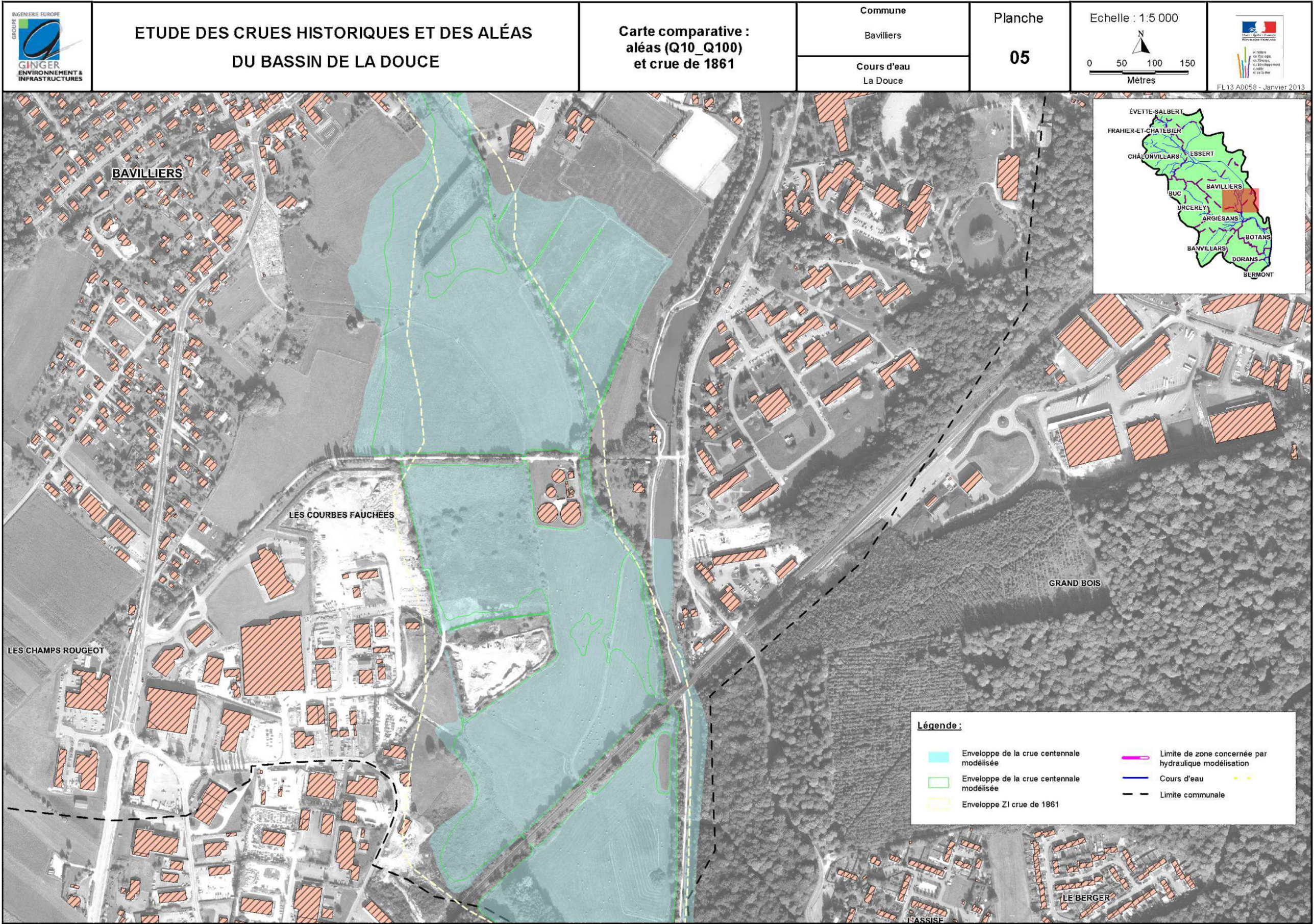




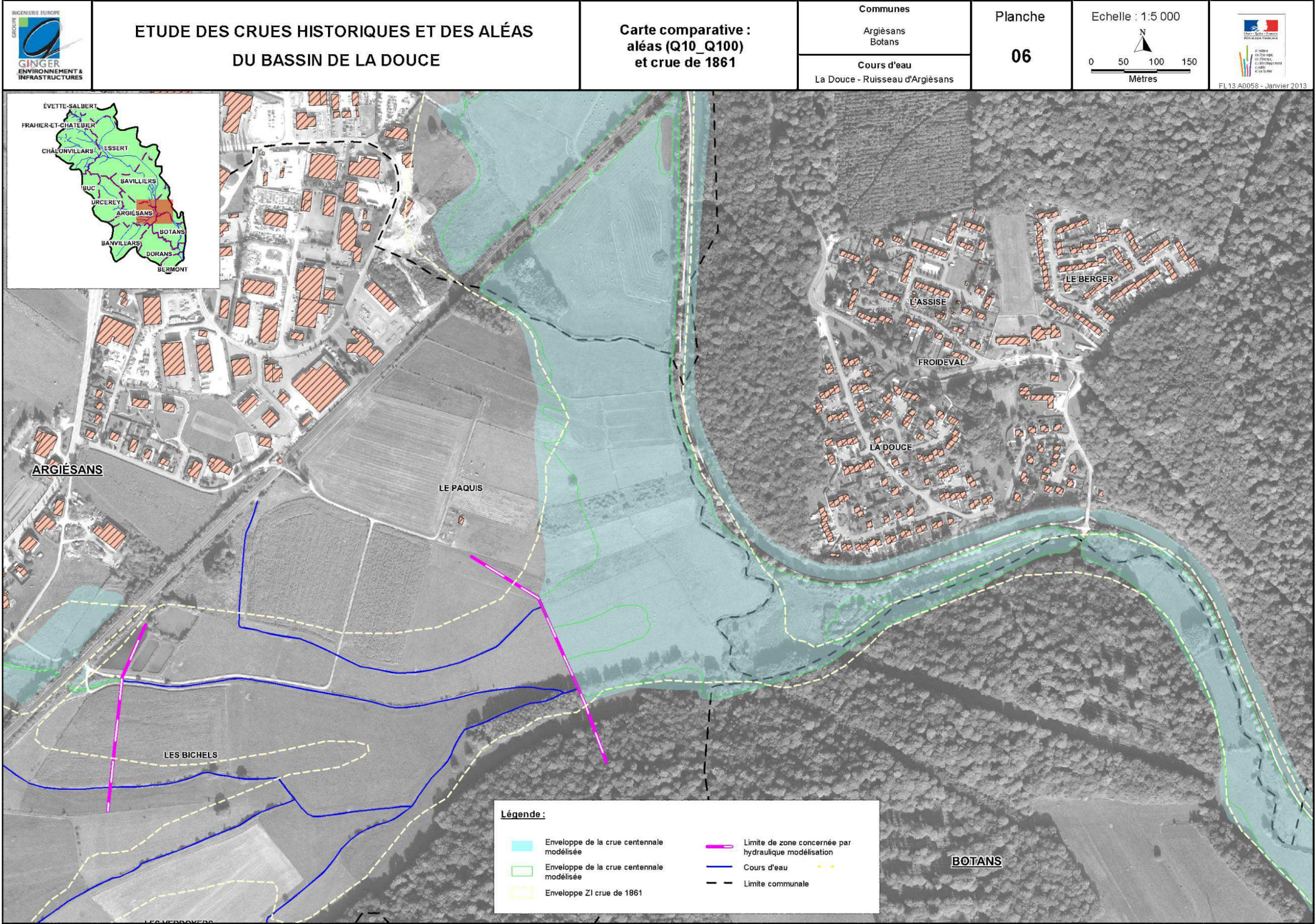




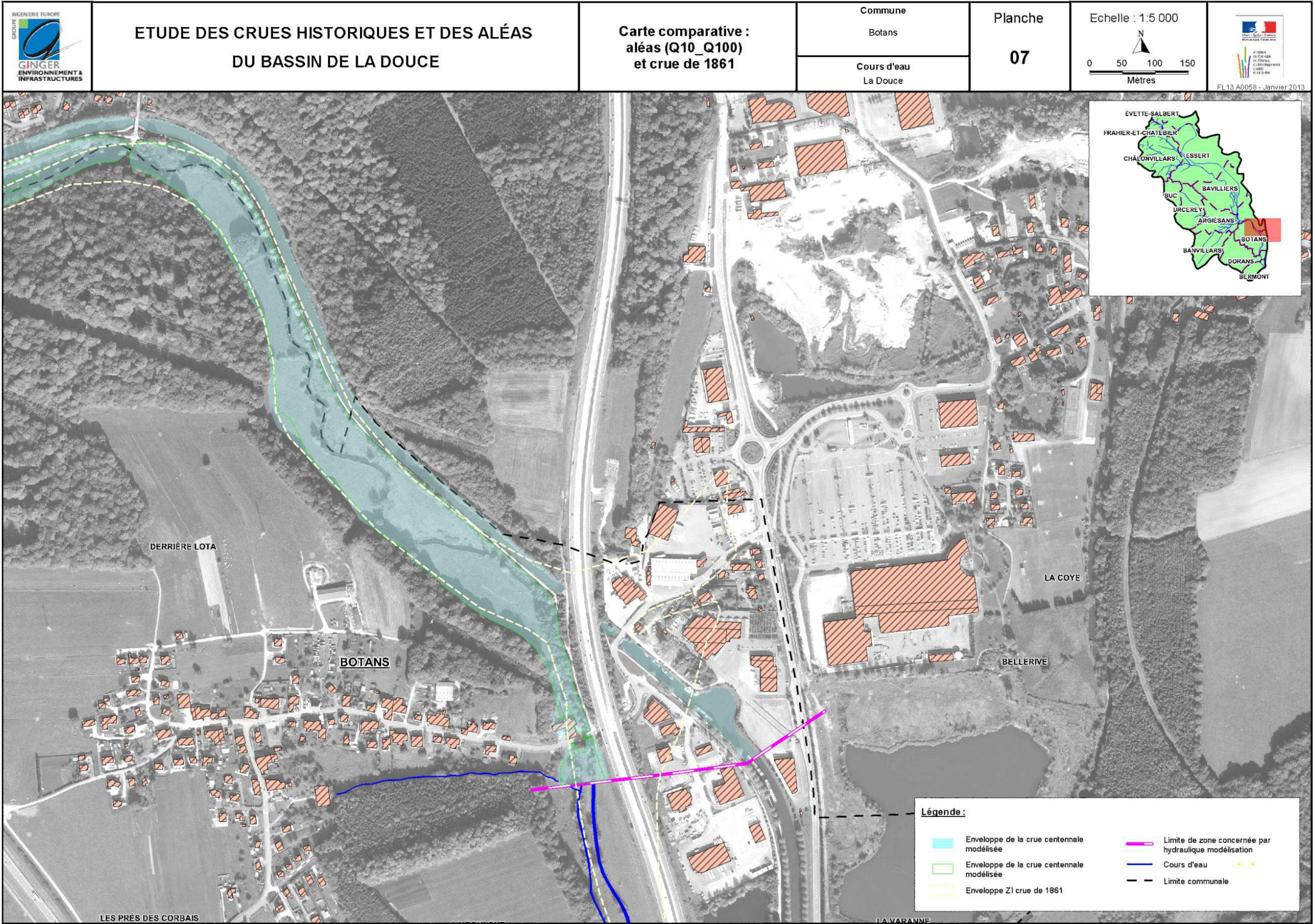




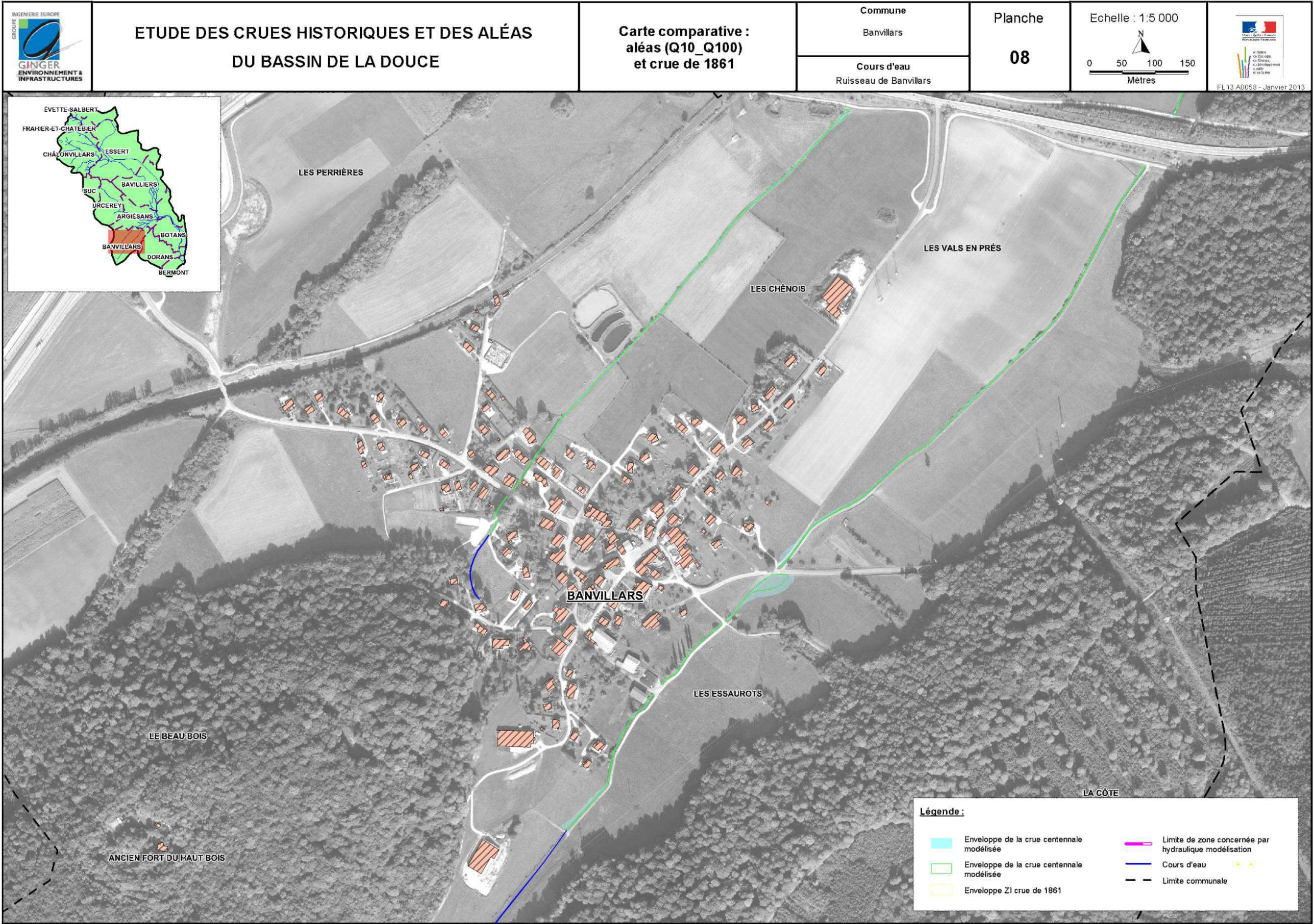




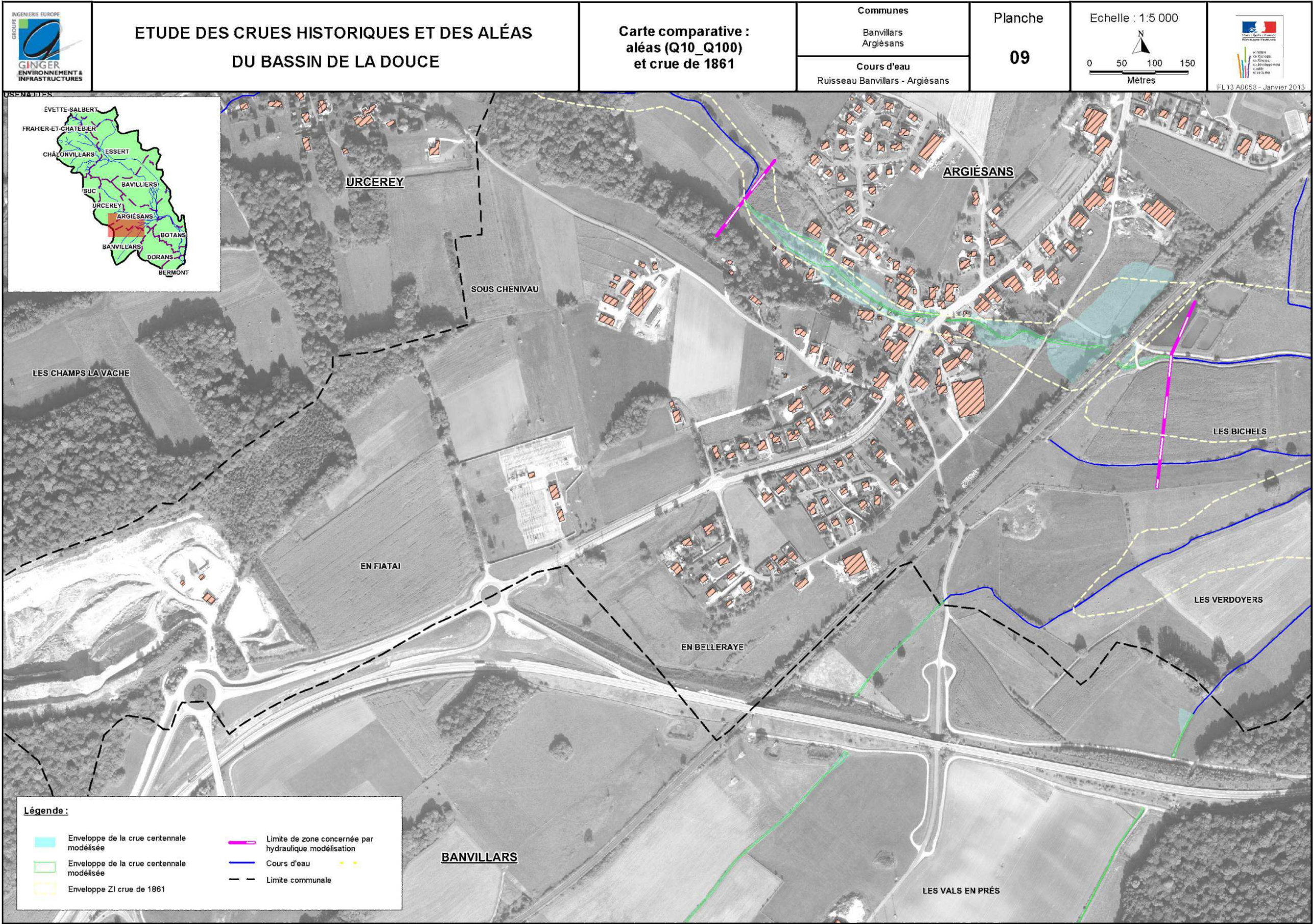








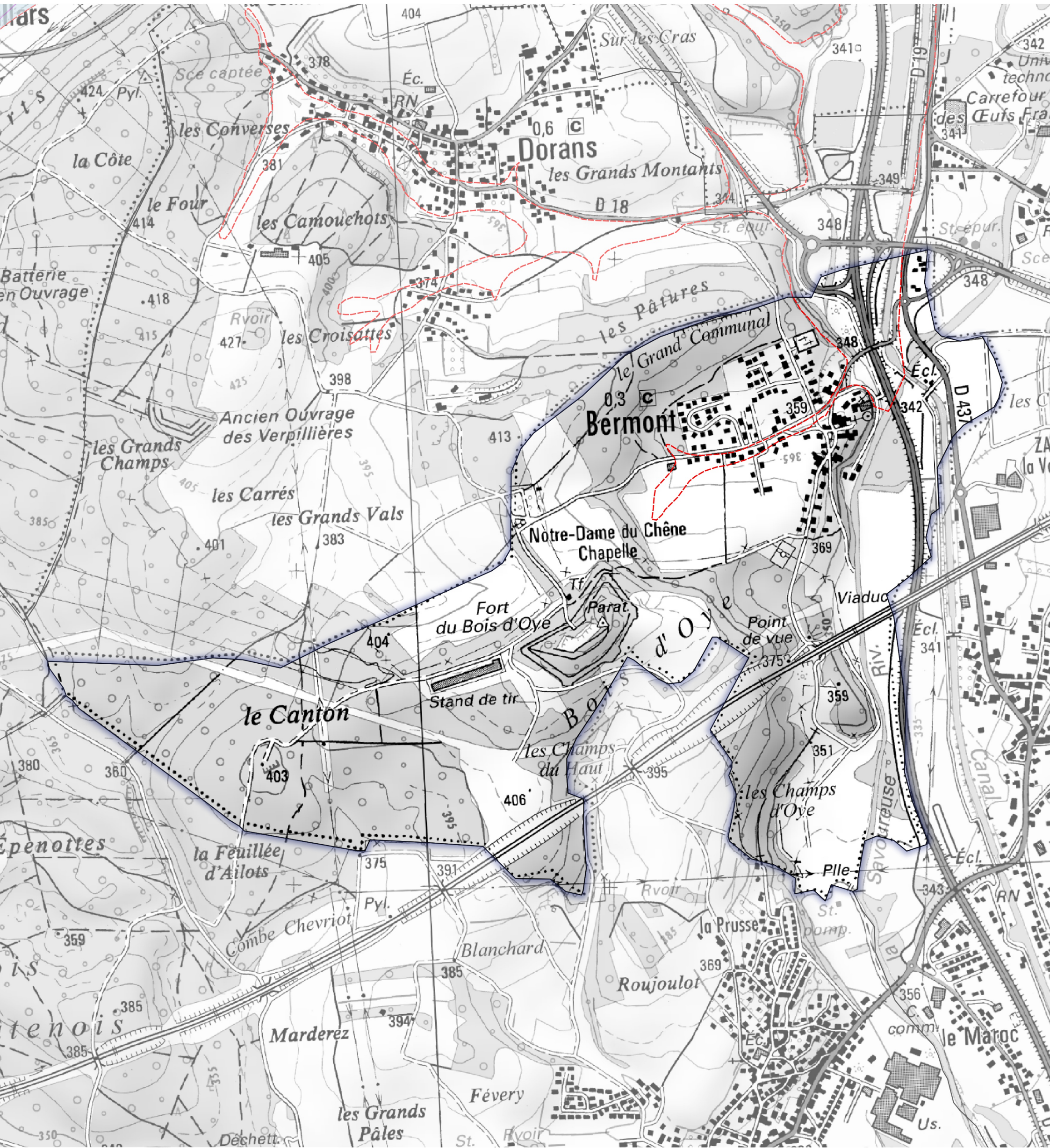






# Atlas des zones inondables de la Douce

## Commune de BERMONT



- Limites communales
- Zones inondables de la Douce
- Aléa très fort
  - Aléa fort
  - Aléa moyen
  - Aléa faible
  - Aléa résiduel
  - Zone inondable
  - Cotes de référence pour une crue centennale

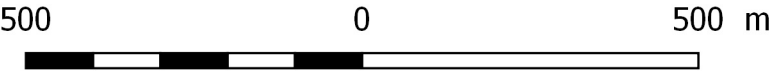
Définition de l'aléa par croisement des vitesses et hauteurs d'eau pour une crue centennale.

| Hauteur       | Vitesse | V < 0.2 m/s    | 0.2 < V < 0.5 m/s | V > 0.5 m/s    |
|---------------|---------|----------------|-------------------|----------------|
|               |         |                |                   |                |
| H < 0.5 m     |         | Aléa faible    | Aléa moyen        | Aléa fort      |
| 0.5 < H < 1 m |         | Aléa moyen     | Aléa moyen        | Aléa fort      |
| 1 < H < 1.5 m |         | Aléa fort      | Aléa fort         | Aléa très fort |
| H > 1.5 m     |         | Aléa très fort | Aléa très fort    | Aléa très fort |



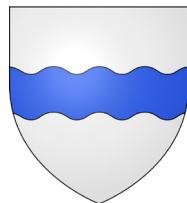
Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFETE  
DU TERRITOIRE  
DE BELFORT



Sources:  
© IGN, GEI, DDT 90 (Janvier 2019)  
Les informations présentées sont purement indicatives.





6.6

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LA CARTE DES PÉRIMÈTRES ET CONTRAINTES

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023









**Cadastre 2019**

-  Bâtiment
-  Parcelle
-  Cours d'eau, Etang, lac, piscine

**Agriculture**

-  Périmètre de réciprocité (50m)

**Périmètres particuliers**

-  Décharges
-  Périmètre autour des canalisations de transport d'hydrocarbure (155m)

**Classement sonore des infrastructures**

-  Classement sonore - tronçon
-  Classement sonore - zone

**Zones inondables**

**Atlas du bassin de la Douce**

-  Atlas du bassin de la Douce
-  Enveloppe HGM

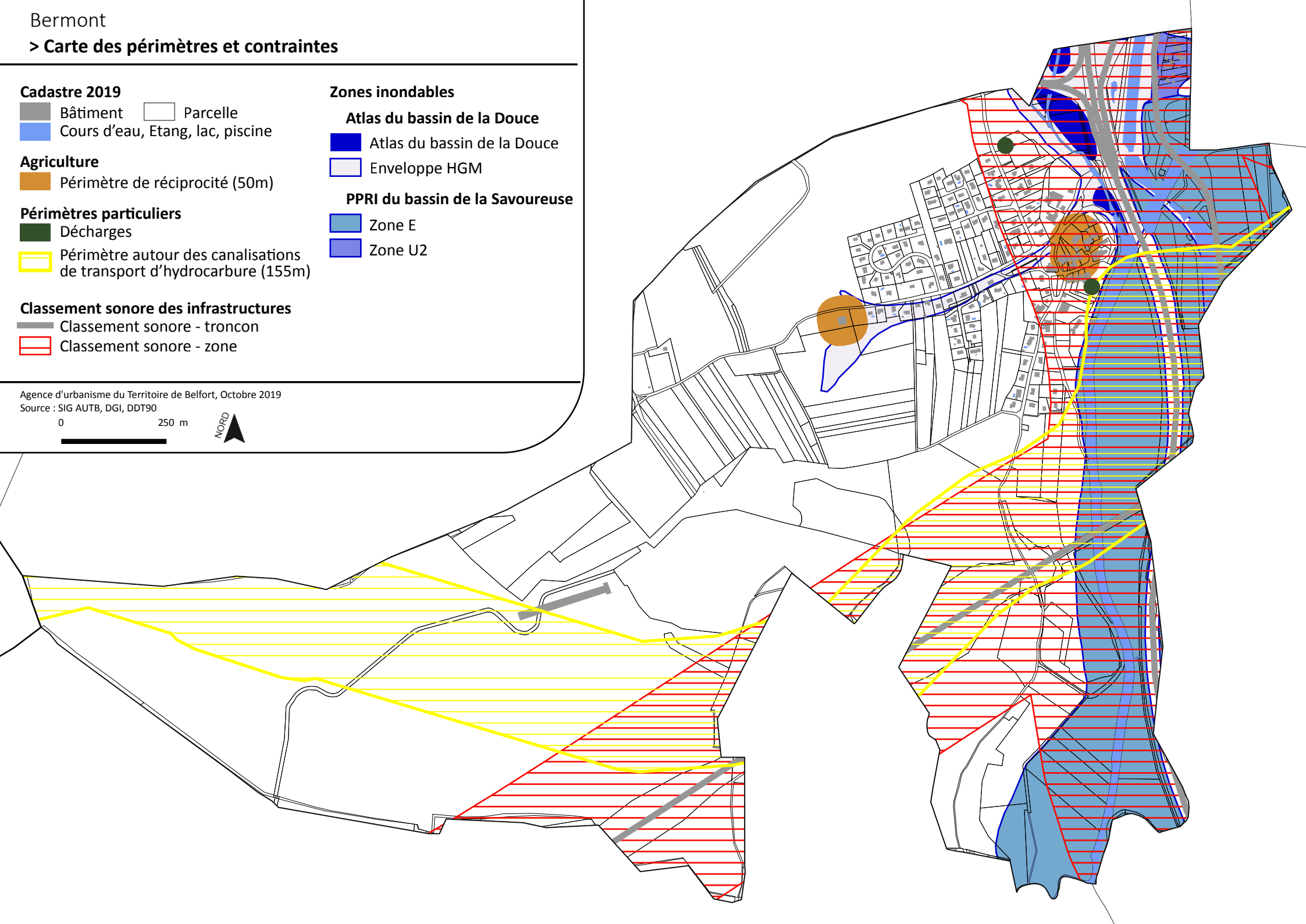
**PPRI du bassin de la Savoureuse**

-  Zone E
-  Zone U2

Agence d'urbanisme du Territoire de Belfort, Octobre 2019

Source : SIG AUTB, DGI, DDT90

0 250 m



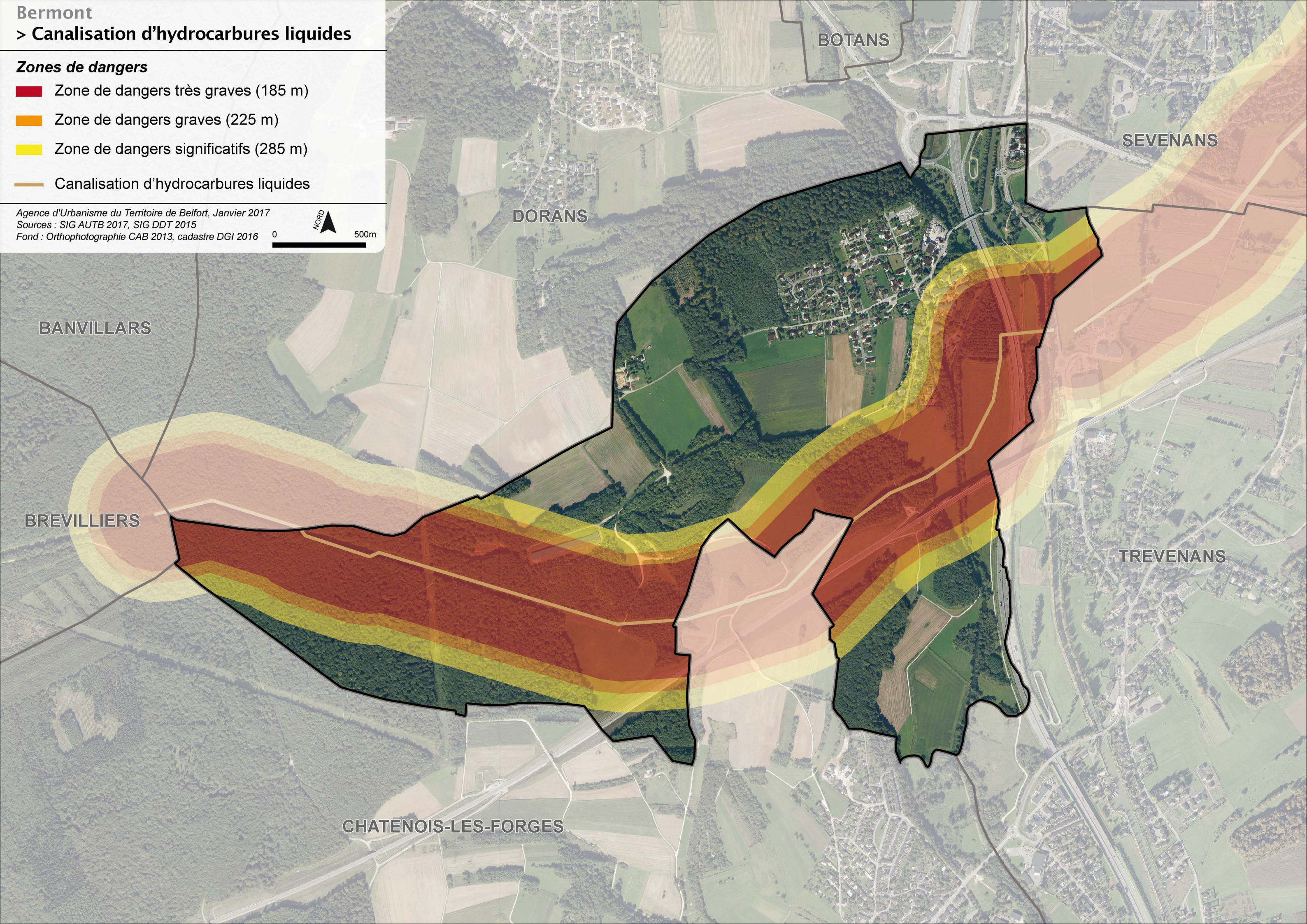


**Bermont**  
**> Canalisation d'hydrocarbures liquides**

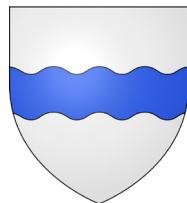
**Zones de dangers**

- Zone de dangers très graves (185 m)
- Zone de dangers graves (225 m)
- Zone de dangers significatifs (285 m)
- Canalisation d'hydrocarbures liquides

Agence d'Urbanisme du Territoire de Belfort, Janvier 2017  
Sources : SIG AUTB 2017, SIG DDT 2015  
Fond : Orthophotographie CAB 2013, cadastre DGI 2016







6.7

Commune de BERMONT  
Révision du Plan Local d'Urbanisme

## DOSSIER D'APPROBATION

# LE GUIDE DE LA COULEUR

Approbation du PLU par délibération du Conseil Municipal : 30 octobre 2023







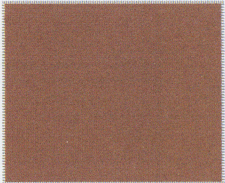
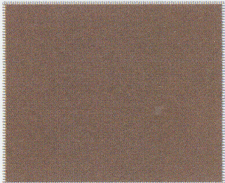
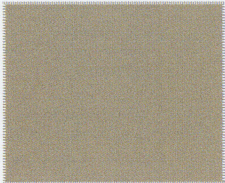
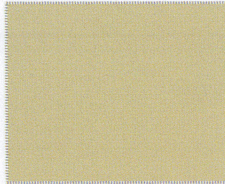
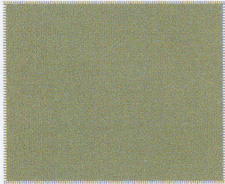
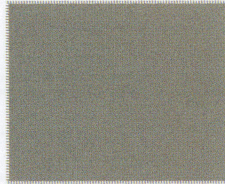
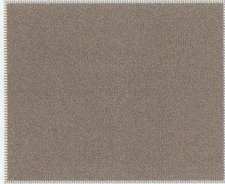
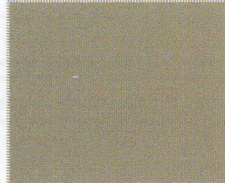
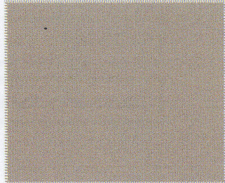


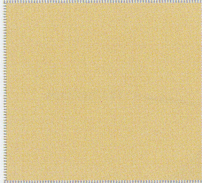
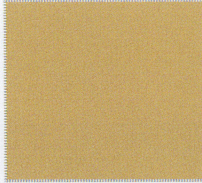
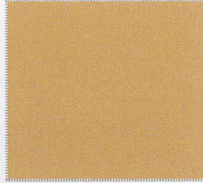
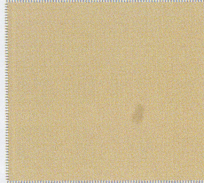
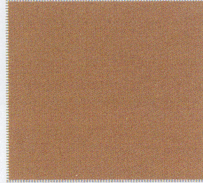
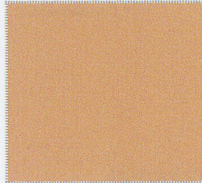
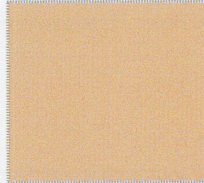
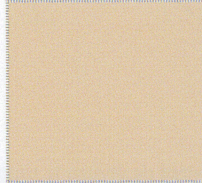
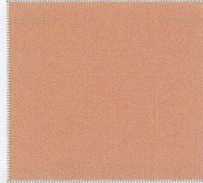
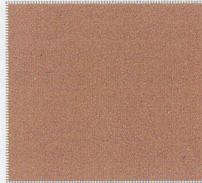
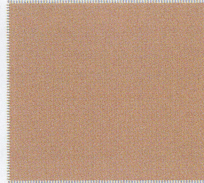
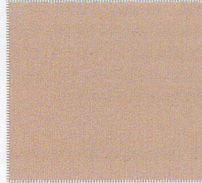
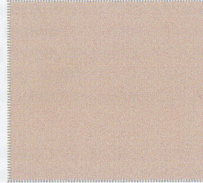
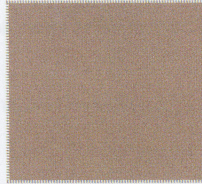
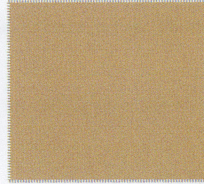
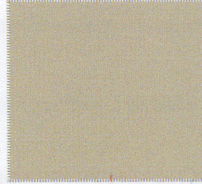
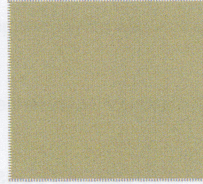
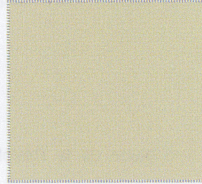
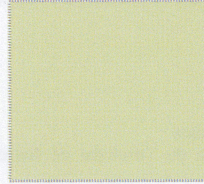
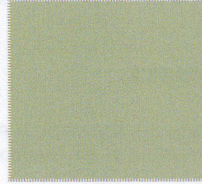
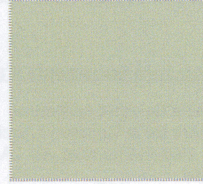
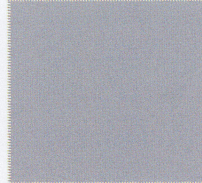
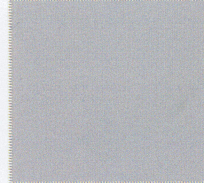
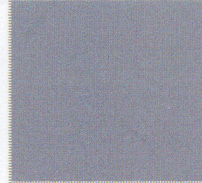
## FERRONERIE - BOIS

## LES MODÉNATURES

## LES SOUBASSEMENTS

## LES FAÇADES

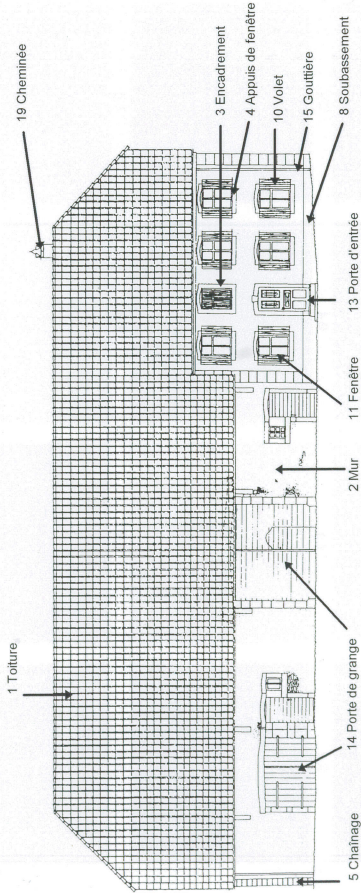
|                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |    |    |
| PP1                                                                                | P2                                                                                  | P3                                                                                  | P4                                                                                  | M1                                                                                  | S1                                                                                   |
|    |    |    |    |    |    |
| P5                                                                                 | P6                                                                                  | P7                                                                                  | P8                                                                                  | M2                                                                                  | S2                                                                                   |
|    |    |    |    |    |    |
| P9                                                                                 | P10                                                                                 | P11                                                                                 | P12                                                                                 | M3                                                                                  | S3                                                                                   |
|    |    |    |    |    |    |
| P13                                                                                | P14                                                                                 | P15                                                                                 | P16                                                                                 | M4                                                                                  | S4                                                                                   |
|   |   |   |   |   |   |
| P17                                                                                | P18                                                                                 | P19                                                                                 | P20                                                                                 | M5                                                                                  | S5                                                                                   |
|  |  |  |  |  |  |
| P21                                                                                | P22                                                                                 | P23                                                                                 | P24                                                                                 | M6                                                                                  | S6                                                                                   |
|  |  |  |  |  |  |
| P25                                                                                | P26                                                                                 | P27                                                                                 | P28                                                                                 | M7                                                                                  | S7                                                                                   |

|                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |
| F1                                                                                    | F2                                                                                    | F3                                                                                    | F4                                                                                    |
|    |    |    |    |
| F5                                                                                    | F6                                                                                    | F7                                                                                    | F8                                                                                    |
|    |    |    |    |
| F9                                                                                    | F10                                                                                   | F11                                                                                   | F12                                                                                   |
|    |    |    |    |
| F13                                                                                   | F14                                                                                   | F15                                                                                   | F16                                                                                   |
|   |   |   |   |
| F17                                                                                   | F18                                                                                   | F19                                                                                   | F20                                                                                   |
|  |  |  |  |
| F21                                                                                   | F22                                                                                   | F23                                                                                   | F24                                                                                   |
|  |  |  |  |
| F25                                                                                   | F26                                                                                   | F27                                                                                   | F28                                                                                   |



MISE EN COULEUR DE VOTRE MAISON

(ou de votre bâtiment)



QUELQUES PRINCIPES : Il convient de choisir le produit approprié en fonction du support.

- Les parties en " pierre apparente " peuvent être découpées soit à l'eau à faible pression soit par un gommage extrêmement doux. Il convient d'éviter de rayer les surfaces et de détériorer le calcin avec la technique à haute pression. Les parties en pierre peuvent également être peintes mais uniquement à l'aide d'une peinture minérale ou d'un badigeon à la chaux qui laisse la pierre respirer. Il est néanmoins de loin préférable de laisser la pierre naturelle apparente, matériau noble et authentique.
- Il faut tenir compte des couleurs des façades voisines. Eviter de choisir des teintes criardes ou trop froides qui vont jurer dans l'ensemble urbain.
- Veillez à ne pas oublier une partie de la construction notamment les pignons qui dépassent et qui se voient depuis la rue.
- Sur les maçonneries anciennes, il faut de la peinture minérale et sur les parties en bois, consultez un fabricant.

DANS TOUS LES CAS CONSULTEZ UN PROFESSIONNEL.

La dimension des touches de couleur permettent à un fabricant de peinture de l'identifier au scanner informatique.

Pour tous renseignements s'adresser à :

- ❖ La Mairie de votre commune
- ❖ Ministère de la Culture - L'architecte des Bâtiments de France
- Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Territoire de Belfort – 8 place de la Révolution Française
- 90000 BELFORT - ☎ 03.84.90.30.40 - qui a réalisé ce guide de la couleur.

| LOCALISATION                                                                                                                   | MATERIAUX | NUMEROS DES COULEURS |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|
| 1/ Toiture                                                                                                                     |           |                      |
| 2/ Murs en maçonnerie <ul style="list-style-type: none"><li>➢ Enduit</li><li>➢ Peinture</li></ul>                              |           |                      |
| 2/ bis Murs en pans de bois <ul style="list-style-type: none"><li>➢ Enduit</li><li>➢ Peinture</li><li>➢ Pans de bois</li></ul> |           |                      |
| 3/ Encadrements, linteaux (fenêtre, porte)                                                                                     |           |                      |
| 4/ Appuis de fenêtres                                                                                                          |           |                      |
| 5/ Chaînages divers                                                                                                            |           |                      |
| 6/ Corniches                                                                                                                   |           |                      |
| 7/ Bandeaux                                                                                                                    |           |                      |
| 8/ Soubassement                                                                                                                |           |                      |
| 9/ Balcons                                                                                                                     |           |                      |
| 10/ Volets                                                                                                                     |           |                      |
| 11/ Fenêtres                                                                                                                   |           |                      |
| 12/ Garde-corps, défenses                                                                                                      |           |                      |
| 13/ Porte d'entrée                                                                                                             |           |                      |
| 14/ Porte de garage ou de grange                                                                                               |           |                      |
| 15/ Gouttières, descentes d'eaux pluviales, rives de toiture                                                                   |           |                      |
| 16/ Dauphins                                                                                                                   |           |                      |
| 17/ Sous-faces de toiture                                                                                                      |           |                      |
| 18/ Lucarnes                                                                                                                   |           |                      |
| 19/ Cheminées                                                                                                                  |           |                      |
| 20/ Grille                                                                                                                     |           |                      |
| 21/ Muret                                                                                                                      |           |                      |
| 22/ Piliers                                                                                                                    |           |                      |
| 23/ Portail                                                                                                                    |           |                      |
| Charmilles, noisetiers, troènes..., mais pas de thuyas                                                                         |           |                      |

TOITURE

MURS

MODENATURES

MENUISERIES

ZINGUERIE ET DIVERS

CLOTURES

HAIES