Direction Départementale du Territoire de l'Isère
17 bd. Joseph Vallier
BP 45
38 040 GRENOBLE CEDEX 9
Tel : 04 76 70 78 56 Fax : 04 76 70 78 57

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

Etude hydraulique

Rapport d'étude

Réf. ARI-09-107/Etude hydraulique/Version 2.1

décembre 2011

815 route de Champs Farçon - 74370 ARGONAY
Tél. : 04.50.27.17.26 - Fax : 04.50.27.25.64
E-mail : contact@hydretudes.com

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. ARI-09-107

Etude : Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

Phase : Etude hydraulique

Date de remise : décembre 2011

Version : 2.1

Statut du document : Définitif

Propriétaire du document : DDT de l'Isère

Diffusion : M. Thomas Goarant / M. Christian Mas

Chef de projet : Benoît Fourcade

Rédacteur : Benoît Fourcade Vérificateur : Christophe Michallon

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'ETUDE 5
2. DONNEES ET METHODES 6
2.1. Hydrologie : Calcul des débits 6
2.2. Topographie 7
2.3. Hydraulique : calcul des hauteurs d'eau et des vitesses 9
2.3.1. Avertissement : numérotation des profils en travers 9
2.3.2. Description du secteur d'étude 10
2.3.3. Construction du modèle hydraulique 13
2.4. Qualifier l'aléa : quelles situations étudier ? 16
2.4.1. L'étude des ruptures de digues 16
2.4.2. Les embâcles 17
2.4.3. La cartographie de l'aléa de référence 17
2.4.4. La carte des aléas sans digues 20
3. RESULTATS 22
3.1. Résultats en lit mineur seul : Capacité du lit avant débordement 22
3.2. Etude des scénarios 22
3.2.1. Extension du modèle au lit majeur : Résultats crue centennale S_{100} avec possibilité de débordements par surverse 22
3.2.2. Résultats avec rupture 23
3.2.3. Résultats scénario sans digues (« ssdig ») 26
3.3. Alea de référence 26
3.4. Comparaison des aléas avec / sans digues 26
ANNEXES 28
ANNEXE 1 : HYDROLOGIE 29
ANNEXE 2 : RESULTATS HYDRAULIQUES 36
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 1 : TOPONYMIE, METHODOLOGIE 47
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 2 : RESULTATS SCENARIOS EN CONFIGURATION ACTUELLE 54
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 3 : RESULTATS SCENARIO « SANS DIGUES » 79
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 4 : ALEA DE REFERENCE 83

1. OBJET DE L'ETUDE

L'objet de l'étude est la cartographie de l'aléa inondation de la plaine d'Allemont par les crues combinées de l'Eau d'Olle et de la Romanche.

Cet aléa inondation a été qualifié pour une crue centennale (cette notion est définie au §2.1).

Il peut être lié à :

- Un refoulement de l'Eau d'Olle ou la Romanche dans un de leurs affluents,
- Une défaillance de l'endiguement

Avertissement : Différents toponymes sont utilisés dans le présent document. Ils sont repérés sur une carte que l'on trouvera en annexe.

☞ *Voir annexe cartographique 1 : Carte « Toponymie »*

2. DONNEES ET METHODES

2.1. HYDROLOGIE : CALCUL DES DEBITS

Les calculs hydrologiques sont destinés à définir en un tronçon donné de cours d'eau les débits et leur évolution dans le temps, liés à une période de retour.

Ces calculs pour l'Eau d'Olle à l'aval du barrage du Verney ont été réalisés dans le cadre d'une étude commandée à HYDRETUDES par l'ADIDR en 2008[1], dont une partie est annexée au présent document. Le présent paragraphe en résume l'essentiel.

☞ *Cf. Annexe 1 : Extrait de l'étude HYDRETUDES de 2008 - Chapitre I*

Dans ce scénario, les considérations suivantes ont été validées et actées :

- Le débit de référence du bassin versant de l'Eau d'Olle (198 km²) est de 250 m^3/s
- Le bassin versant comporte deux importantes retenues EDF (Figure 1) dont l'effet sur les crues a été caractérisé :
    - Le barrage amont (Grand'Maison), d'une capacité de 132 Mm^3, stocke l'ensemble des débits de son bassin versant
    - Le barrage aval (Verney), d'une capacité de 14,3 Mm^3, n'a qu'un effet écrêteur de la pointe de crue du bassin versant à l'aval de Grand'Maison
    - L'aménagement comporte un système de pompes capable de remonter jusqu'à 135 m^3/s du Verney vers Grand'Maison, donc de réduire théoriquement le débit de crue. Il a été considéré qu'en situation de crue centennale ces pompes étaient inopérantes, EDF ne pouvant pas assurer leur fonctionnement.
- Au total l'hydrogramme de projet de crue centennale a une pointe de débit de 190 m^3/s.

Ce scénario hydrologique de référence a été dénommé S_{100}. Cette dénomination a été choisie plutôt que le classique Q_{100} car elle indique qu'il s'agit bien d'un scénario possible prenant en compte le fonctionnement des barrages et leur gestion.

[1] HYDRETUDES, *Etude de diagnostic, confortement des digues et inondabilité de l'Eau d'Olle en aval du barrage du Verney*, ADIDR (Maître d'ouvrage), 2008

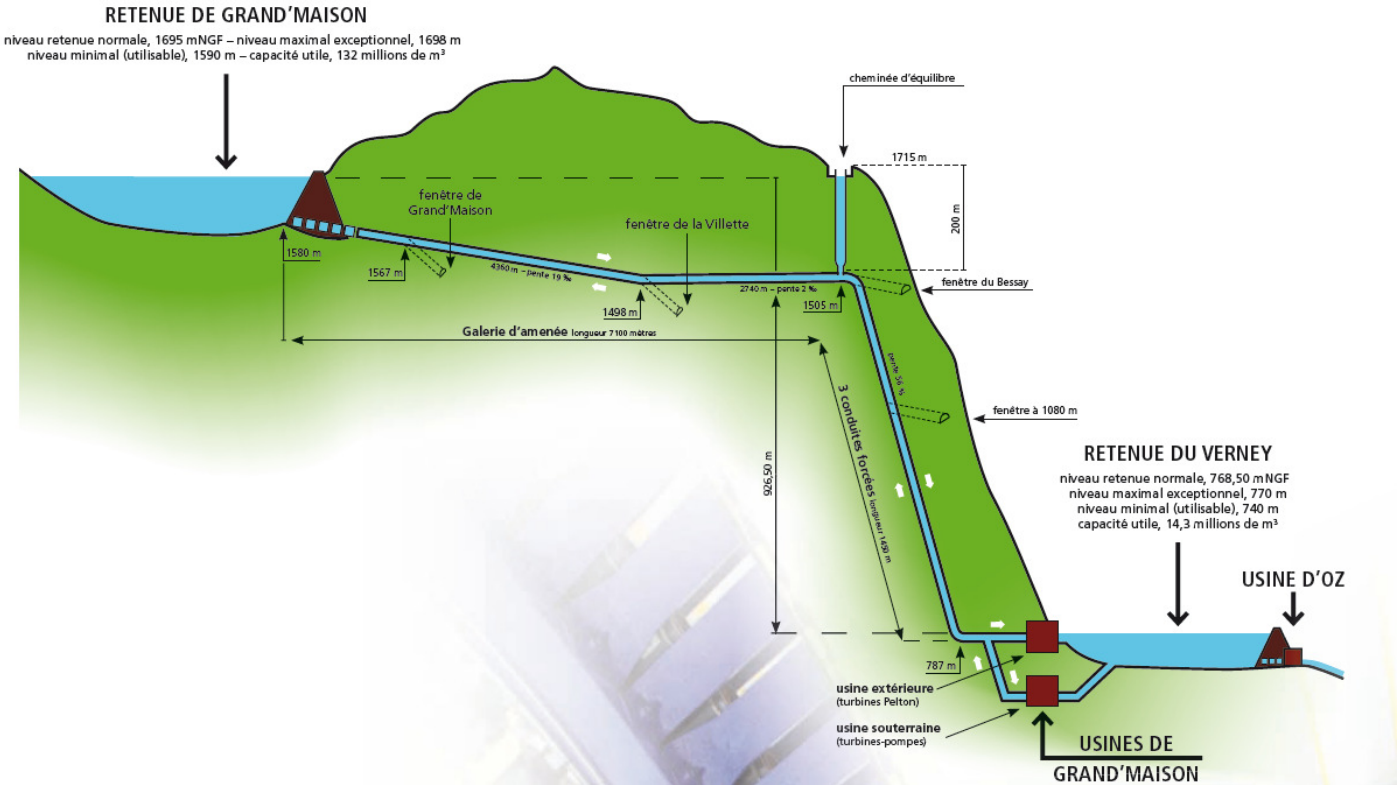


Figure 1 : l'aménagement de Grand'Maison- origine document EDF Unité de Production Alpes

2.2. TOPOGRAPHIE

Nous avons disposé des sources topographiques suivantes :

- Sources utilisées dans l'étude HYDRETUDES de 2008 :
  - Levé par photogrammétrie aérienne au 1/5000ème réalisé par SINTEGRA en 2002 : lignes caractéristiques de rupture de pente + maillage de 50x50 m.
  - Levé terrestre réalisé par SINTEGRA en avril 2003 :
    - Profil en long Eau d'Olle, Romanche
    - 22 profils en travers de l'Eau d'Olle entre le barrage du Verney et la Romanche, Profils en travers de la Romanche et ses affluents
    - Levé des ouvrages de l'Eau d'Olle (3 passerelles, un pont) et de la Romanche
  - Levé terrestre du pont « Farnier » (RD44), réalisé par SINTEGRA en 2007
  - Profil en long des digues de l'Eau d'Olle réalisé par DENIAU en 2008
- Source supplémentaire mise à profit dans le cadre de la présente étude :
  - Levé par lasergrammétrie aéroportée réalisé par SINTEGRA en 2009 : maillage 1x1 m.

La Figure 2 ci-dessous montre la différence de précision entre les levés photogrammétriques de 2002 et de 2009.

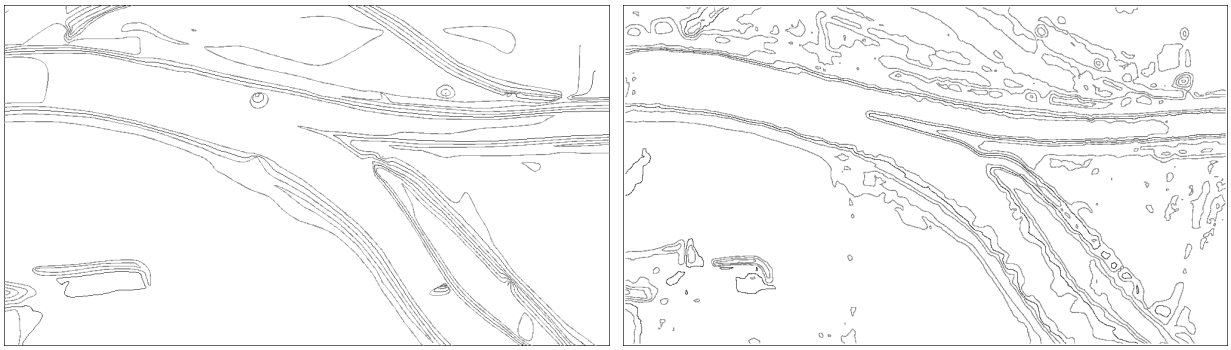


Figure 2 : précision du levé topographique : Courbes de niveau distantes de 1 mètre obtenues à partir de : photogrammétrie de 2002 (gauche) ; lasergrammétrie de 2009 (droite)

Pour la présente étude, nous avons valorisé l'ensemble des sources topographiques disponibles : pour les lits mineurs et les crêtes de digues, nous avons privilégié les levés terrestres. Pour les lits majeurs, nous avons utilisé les levés aéroportés : lasergrammétrie lorsqu'elle était disponible, photogrammétrie sinon. La Figure 3 ci-dessous indique sur fond cartographique l'origine des données topographiques utilisées.

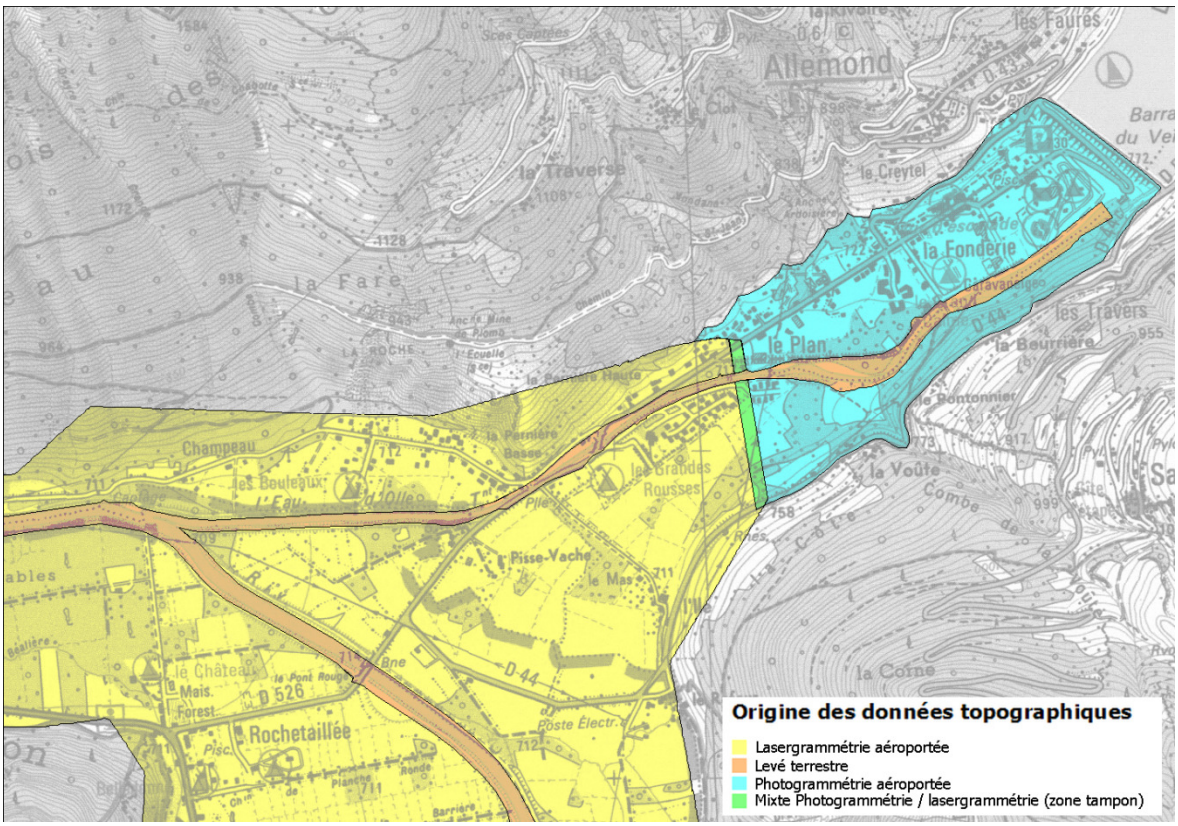


Figure 3 : sources topographiques utilisées selon les secteurs d'étude

2.3. HYDRAULIQUE : CALCUL DES HAUTEURS D'EAU ET DES VITESSES

Ce chapitre présente la méthodologie et les résultats du calcul par modélisation mathématique des écoulements de l'Eau d'Olle en situation de crue.

Après un repérage de terrain, nous expliquons en détail le mode de construction du modèle et les paramètres du calcul.

Puis nous développons les résultats de la modélisation du lit mineur seul, en supposant qu'il ne déborde pas. Cette première approche nous permet d'évaluer la capacité hydraulique de chaque secteur.

Dans une deuxième approche, nous complétons le modèle par le lit majeur et les débordements qui le lient au lit mineur.

Enfin, nous étudions plusieurs scénarios de rupture de digue à des endroits choisis en accord avec la cellule affichage du risque de la DDT de l'Isère.

2.3.1. Avertissement : numérotation des profils en travers

La numérotation des profils en travers reprend celle de nos précédentes études : *Schéma d'aménagement de la Romanche*, réalisé pour le SYMBHI en 2006-2008 ; *Etude de diagnostic, confortement des digues et inondabilité de l'Eau d'Olle*, réalisée pour l'ADIDR en 2008-2010.

Dans le cadre du Schéma d'aménagement de la Romanche, afin d'homogénéiser les notations, une notation par lettre + numéro a été adoptée : R pour Romanche, E pour Eau d'Olle etc.

Ainsi les profils Eau d'Olle ont porté les numéros E1 (correspondant à P.k, profil pris à l'amont de la Perrière) à E15 (confluence avec la Romanche).

Il a donc été complété par des profils qui ont été numérotés D1 à D12.

Les profils sont présentés sur le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : correspondance dans les numérotations de profils en travers

pk (m)	pk (km) Tracé de référence SAGE Drac-Romanche	Nom profil Modèle / suite du présent document
0	43,731	D1
114	43,846	D2
139	43,870	D3
313	44,044	D4
516	44,247	D5
584	44,315	D6
695	44,426	D7
798	44,529	D8

pk (m)	pk (km) Tracé de référence SAGE Drac-Romanche	Nom profil Modèle / suite du présent document
932	44,663	D9
1174	44,905	D10
1353	45,084	D11
1372	45,103	D12
1548	45,279	E1
1745	45,477	E2
1795	45,527	E3
1944	45,676	E4
2062	45,794	E5
2175	45,907	E6
2275	46,007	E7
2444	46,176	E8
2650	46,381	E9
2692	46,424	E10
2751	46,482	E11
2929	46,660	E12
3076	46,807	E13
3156	46,888	E14
3202	46,933	E15

☞ *Voir annexe cartographique 1 : Carte « Lit mineur / repérage des profils en travers »*

2.3.2. Description du secteur d'étude

Le secteur étudié représente un linéaire de 3,2 km. L'Eau d'Olle est fortement canalisée sur l'ensemble du secteur d'étude, suite aux nombreux aménagements depuis le milieu du XIX^{ème} siècle. La pente est très peu variable, voisine de 5,5‰. La largeur entre berge est comprise entre 25 et 35 mètres, avec un fond plat de 12 à 20 mètres. Le lit apparaît entièrement pavé, avec une absence totale de bancs de graviers.

❖ *De la fosse de dissipation du barrage du Verney (pk 0) au profil D9 (pk 932m)*

La rive droite est surmontée d'une digue, protégeant le secteur de la Fonderie. On trouve en rive gauche un chemin puis le versant abrupt de la montagne. Les berges sont bien boisées. La rive droite est enrochée en continu (gros blocs posés sans bonne cohérence, mais très peu d'instabilités constatées). Les deux rives sont densément boisées. La rive gauche présente de nombreux arbres tombés ou déstabilisés, pouvant être emportés lors d'une crue même de faible importance.

photo 1 : vue vers l'aval depuis la passerelle de la Fonderie

photo 2 : arbres déstabilisés en rive gauche, profil D5

❖ *Du profil D9 (pk 932m) au pont de la RD526 (pk 1795m)*

Des digues protègent le lit majeur des deux côtés.

- Rive droite : elles sont éloignées sauf au niveau du coude entre D9 et D10. Elles protègent le centre de la Pernière d'en Haut.
- Rive gauche : elles commencent entre D9 et D10, éloignées du lit mineur, pour s'en rapprocher progressivement. Elles protègent le lotissement du pré de l'Arche.

A l'aval de D9, deux épis en enrochements libres évitent la divagation de la rivière (photo 3).

On note une incision dans le coude entre D9 et D10, en extrados, avec quelques blocs déstabilisés (cf. photo 4).

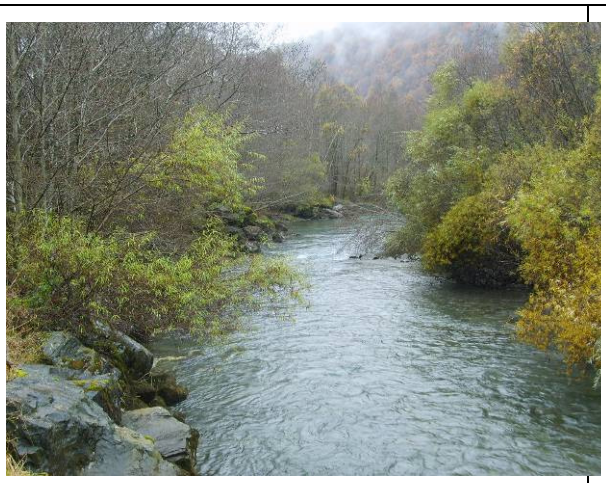


photo 3 : protection de berges et deux épis en enrochements libres. Vue depuis D9 vers l'aval

photo 4 : blocs tombés dans l'Eau d'Olle, coude entre D9 et D10

A l'aval de la passerelle de la Pernière d'en haut (D12) le ruisseau de la Fonderie rejoint l'Eau d'Olle en rive droite (photo 5). Ce ruisseau issu du versant de la montagne des Chalmettes draine l'ensemble du Plan d'Allemont. Avant de rejoindre l'Eau d'Olle, il longe la digue en rive droite, puis passe dessous par un cadre 2x1m. Un nouveau cadre 2x1 lui permet ensuite de rejoindre l'Eau d'Olle. Cet affluent a vraisemblablement été détourné à plusieurs reprises : on retrouve un ancien lit une centaine de mètres en amont.

L'aire de jeux en rive droite au niveau de la passerelle de la Pernière d'en Haut (D12) n'est protégée par aucune digue. En revanche, plus bas (E1), un muret (photo 6) marque la limite entre l'Eau d'Olle et la RD526. Ce muret est plus routier qu'hydraulique : il limite le retour dans l'Eau d'Olle des débordements de l'amont.

photo 5 : passerelle de la Pernière d'en Haut et ruisseau de la Fonderie vus depuis digue en berge opposée.

photo 6 : RD526, muret et Eau d'Olle, vue vers l'amont

❖ *Du pont RD526 (pk 1795m) à la Romanche (pk 3200m)*

Le secteur qui suit est presque entièrement canalisé. Les digues enserrent le lit mineur en rive droite comme en rive gauche.

Le seul secteur non endigué, mais tout de même rectifié, se situe en amont, entre le pont RD526 (E3) et la passerelle de la Pernière d'en bas (E5) : la rive gauche est ici constituée par la route, en remblai sur la berge de l'Eau d'Olle (qu'on peut considérer comme une digue épaisse), et la rive droite rencontre le versant naturel. Un muret protège la voie communale de la Pernière à Farnier, en rive droite (photo 7).

L'aval est entièrement rectiligne (photo 8), avec des boisements de berges plus ou moins denses, selon la repousse consécutive aux opérations d'entretien menées par l'AD Isère Drac Romanche (coupes à blanc en moyenne tous les 5 ans)

photo 7 : vue vers l'amont depuis passerelle de la Pernière d'en Bas

photo 8 : vue vers l'amont depuis pont Farnier

2.3.3. Construction du modèle hydraulique

Le modèle a été construit sur la base des profils en travers et semis de points levés en 2003 par Sintégra, et le profil en long des digues levé en 2008 par Deniau.

2.3.3.1. Calage du lit mineur

Les coefficients de Manning-Strickler retenus sont :

- Lit mineur :
  - Fond de cours d'eau : 36
  - Berges enrochées : 30

  - Berges bétonnées : 40 à 50
  - Berges végétalisées : 12
- Lit majeur :
  - Champs 15
  - Bois : 10
  - Routes, chemins : 30

Le calage s'est fait sur la ligne d'eau relevée le 4 juin 2008 au niveau des 4 derniers ponts (tirant d'air).

Ce jour-là, EDF effectuait un lâcher et le débit était de 33 m^3/s.

Les résultats du calage sont les suivants :

Tableau 2 : calage de la ligne d'eau à 33 m^3/s

Pont	Cote fond	Z Mesuré	Z calé
Pernière d'en haut	716.78	718.19	718.24
RD526	714.87	715.99	715.98
Pernière d'en bas	713.51	714.73	714.80
Farnier	710.47	711.70	711.64

Le calage donne une différence inférieure à 10 cm entre les mesures et la simulation, sans erreur systématique dans un sens ou dans l'autre. Il montre donc que les coefficients de rugosité du fond correspondent à la réalité. Le calage des rugosités de berge est basé sur l'expérience du modélisateur. Aucun calage n'a pu être réalisé à un débit supérieur à 33 m^3/s, cette valeur n'ayant jamais été mesurée par jaugeage.

2.3.3.2. Déversements

Les déversoirs latéraux sont régis par la loi de déversement

$$\frac{dQ}{dL} = \mu.\sqrt{2.g.\Delta h^3}$$

$\frac{dQ}{dL}$ ..... Débit déversé par unité de longueur

μ..... Coefficient de déversoir

g..... Accélération de la pesanteur = 9,81 $m.s^{-2}$

Δh ..... Hauteur de déversement

Nous avons affecté les valeurs suivantes au coefficient de déversoir :

- Mur : 0,34
- Digue étroite : 0,27 (chemin, largeur ~ 4 mètres, soit la quasi-totalité des digues de l'Eau d'Olle)
- Digue large ou lit majeur légèrement sous le niveau de berge, 0,18 (parc du Plan en rive droite ; aval du pont RD526 en rive gauche)

2.3.3.3. Modélisation du lit majeur

Le lit majeur peut être représenté dans le modèle mathématique de deux manières :

1. soit le lit majeur a essentiellement un rôle de stockage (talus, nombreuses haies…) et présente une configuration plate : il est alors représenté sous forme d'une série de réservoirs dont on donne la relation cote de l'eau / surface, ainsi que les débordements vers le réservoir suivant (« Modélisation 1D »).
2. soit le lit majeur permet l'écoulement des eaux car sa pente est non négligeable (> 0,5%) : on peut alors créer un maillage de cellules triangulaires qui permettra de déterminer plus précisément le cours de l'écoulement (« Modélisation 2D »).

Sur les lits majeurs de l'Eau d'Olle, nous avons considéré 3 secteurs relevaient de la configuration 2. Tout le reste a été représenté selon la configuration 1. Les secteurs « 2d » sont :

- Rive droite à l'amont de la Pernière haute
- Rive gauche à l'amont de la RD44
- Rive droite entre la Pernière Basse et Farnier

Dans ces secteurs, les bâtiments, dont l'emprise a été extraite du cadastre, sont pris en compte.

☞ *Voir annexe cartographique 1 : carte « Modélisation »*

2.3.3.4. Condition aval

Nous avons utilisé comme condition aval les hydrogrammes de la Romanche dans l'étude de la plaine de Bourg d'Oisans. Les pointes de débit entre les deux cours d'eau : la taille des bassins versant introduit un premier décalage, que nous avons estimé à trois heures. Les nombreux débordements et stockages sur la plaine de Bourg d'Oisans introduit un deuxième retard de l'ordre de 4 heures.

Ainsi, lors de la pointe de l'Eau d'Olle, la Romanche est encore en situation de montée de crue : <10 ans pour la crue trentennale, ~13 ans pour la crue centennale.

2.4. QUALIFIER L'ALEA : QUELLES SITUATIONS ETUDIER ?

L'*Etude de diagnostic, confortement des digues et inondabilité de l'Eau d'Olle en aval du barrage du Verney* (Hydrétudes / Sage, 2010), réalisée pour l'AD Isère Drac Romanche, a montré les points de fragilité des endiguements de l'Eau d'Olle.

Dans le cadre de la caractérisation de l'aléa à l'arrière d'une digue en terre, la doctrine de l'Etat Français veut que toutes les digues soient considérées comme susceptibles de rompre lors d'une crue.

Ont été retirés des digues susceptibles de rompre :

- Les murets (Pernière Haute / Pernière Basse)
- Le tronçon de RD526 entre le pont de la Pernière Haute (E04 à E06, pk1944 à 2175), plus large que tous les autres tronçons, et dont la crête est consolidée par l'enrobé de la route départementale.
- *Voir annexe cartographique 1 : carte « Brèches et lit majeur »*

2.4.1. L'étude des ruptures de digues

2.4.1.1. Modélisation des ruptures

Les scénarios hydrauliques de rupture supposent tous (cf. Figure 4) :

Une largeur de brèche correspondant à celle du fond du lit mineur, soit 20 mètres,

Une formation de la brèche au plus fort de la crue (maximum de débit),

Une ouverture de la brèche progressive, durant en tout une heure, avec une forme rectangulaire,

Après rupture, l'altitude du fond de brèche est celle du terrain naturel derrière la digue.

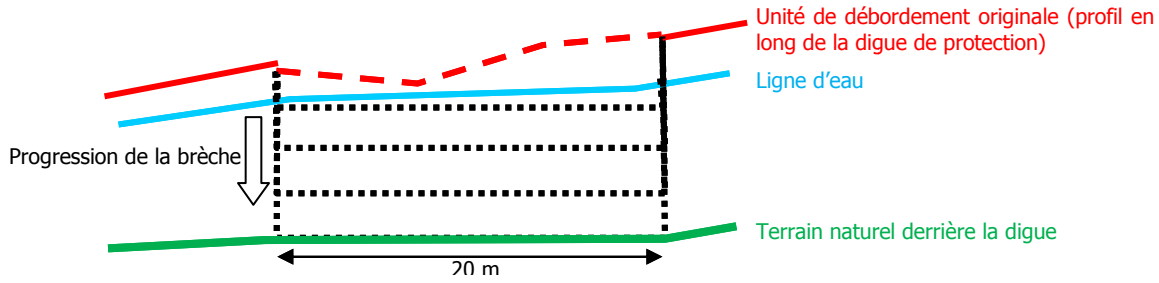


Figure 4 : déroulement d'une brèche dans une digue

2.4.1.2. Position des brèches

Les lieux de rupture sont présentés sur la carte au 1/10.000ème en annexe cartographique 1. Ces positionnements sont conçus pour pouvoir représenter tout type de rupture sur l'ensemble du linéaire endigué.

☞ *Voir annexe cartographique 1 : carte « Brèches et lit majeur »*

2.4.2. Les embâcles

Les phénomènes d'embâcles ne sont pas pris en compte dans les scénarios hydrauliques étudiés. Nous devons néanmoins caractériser les risques qui leur sont liés. Nous avons donc estimé sur chaque ouvrage traversant la probabilité de survenance de ce phénomène, et ses conséquences.

Tableau 3 : Franchissements : capacité et risque d'embâcles

Pont	Situation actuelle Q_{100}	Débit actuel Q_{100}	Risque embâcle	Commentaire
Passerelle Fonderie	Tirant d'air ~1.5 m	189 m^3/s	Non	Aucun danger
Passerelle Pernière d'en Haut	En charge ~ 15 cm	161 m^3/s	Oui	Une partie du débit contourne la passerelle par le parc du Plan / danger de surverse à l'amont vers le lot. du pré de l'Arche.
Pont RD526	En charge ~60 cm	182 m^3/s	Oui	Forte mise en charge : danger d'embâcle si des flottants parviennent à ce pont.
Passerelle Pernière d'en Bas	Tirant d'air ~ 0cm	166 m^3/s	Oui	
Pont Farnier	Tirant d'air ~75 cm	162 m^3/s	Non	

On peut indiquer que :

- un faible tronçon du cours d'eau, entre le barrage du Verney et la passerelle de la Pernière haute, en rive gauche principalement, est susceptible de créer des embâcles. Un entretien de ce secteur peut réduire fortement ce risque,
- Les embâcles génèrent un suraléa qui est en partie pris en compte dans les ruptures de digues étudiées (par la mise en charge des ponts, elles peuvent provoquer la surverse et la rupture des digues).

2.4.3. La cartographie de l'aléa de référence

2.4.3.1. Aléa au voisinage des digues

Les nombreuses ruptures de digues nous que nous avons étudiées nous donnent des résultats en vitesse et hauteur d'eau à l'arrière des digues en cas de rupture de celles-ci.

Il faut ensuite généraliser cet aléa à l'arrière de toutes les digues, que leur rupture ait été étudiée ou non. En effet, la rupture peut se produire lors d'un événement exceptionnel en tout point de l'endiguement à l'exception :

- Des murets capables de supporter la charge hydraulique sans basculer : c'est le cas
    - Du muret en rive droite à l'amont du pont de la RD526
    - Du muret en rive droite à l'amont de la passerelle de la Pernière Basse.
- Des digues revêtues et suffisamment larges pour qu'on puisse considérer qu'elles ne sont soumises à aucun risque de rupture. C'est le cas de la RD526 à l'ouest du pont de la Pernière.

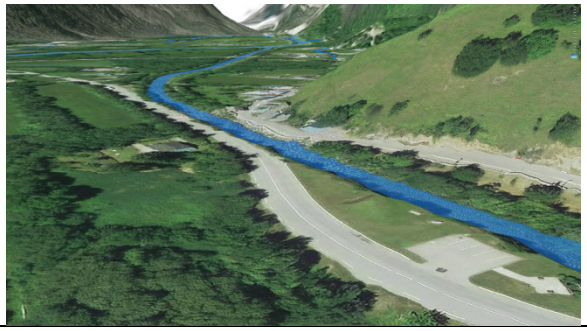


Figure 5 : muret amont pont RD526 (ci-dessus, à gauche) ; muret amont passerelle de la Pernière basse (ci-dessus, à droite) ; vue 3D sur fond de photographie aérienne du tronçon de RD526 le long de l'Eau d'Olle (ci-contre)

☞ *Voir annexe cartographique 1 : carte « Brèches et lit majeur »*

La dangerosité à l'arrière des digues, en cas de rupture, est essentiellement liée à la vitesse de l'écoulement, et pas à sa hauteur, l'écoulement s'épandant rapidement. C'est pourquoi nous avons étudié, dans un modèle à part, la relation liant la vitesse à l'arrière des digues à la hauteur de la ligne d'eau de crue centennale. Ce modèle a été construit sur un cas théorique, avec une rivière ayant le gabarit et la pente de l'Eau d'Olle. Nous avons étudié la vitesse au voisinage d'une brèche en faisant varier la hauteur de la ligne d'eau par rapport au terrain naturel à l'arrière de la digue de 0 à 3 mètres (cf. Figure 6).

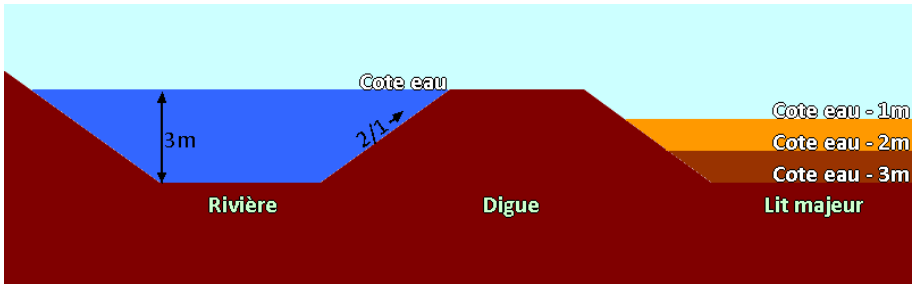
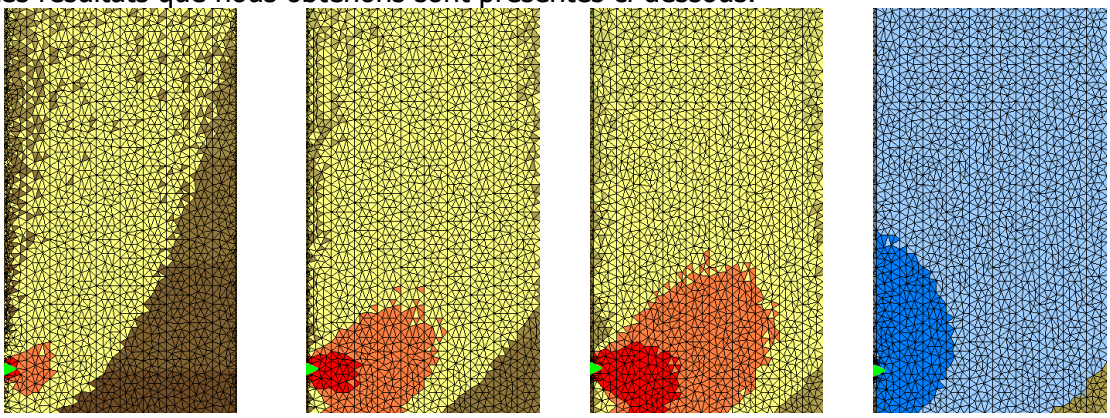


Figure 6 : configurations du cas théorique étudié pour l'étude de la vitesse à l'arrière des digues en cas de rupture

Les résultats que nous obtenons sont présentés ci-dessous.



(a) (b) (c) (d)

Figure 7 : résultats du modèle théorique. La brèche se fait à la flèche verte (▶).
Déversement sur 1 mètre (a), 2 mètres (b), 3 mètres (c) et (d).
Champs des vitesses (a, b et c) : = 0; 0,2 ; 0,5 m/s.
Champs des hauteurs (d) : = 0 ; 0,5 ; 1 mètre.
La comparaison des figures (c) et (d) montre que l'aléa est bien imposé par les vitesses.

Nous obtenons ainsi la relation liant l'étendue de l'aléa fort en lit majeur en fonction de la différence d'altitude entre la cote d'eau et celle du lit majeur (Figure 8).

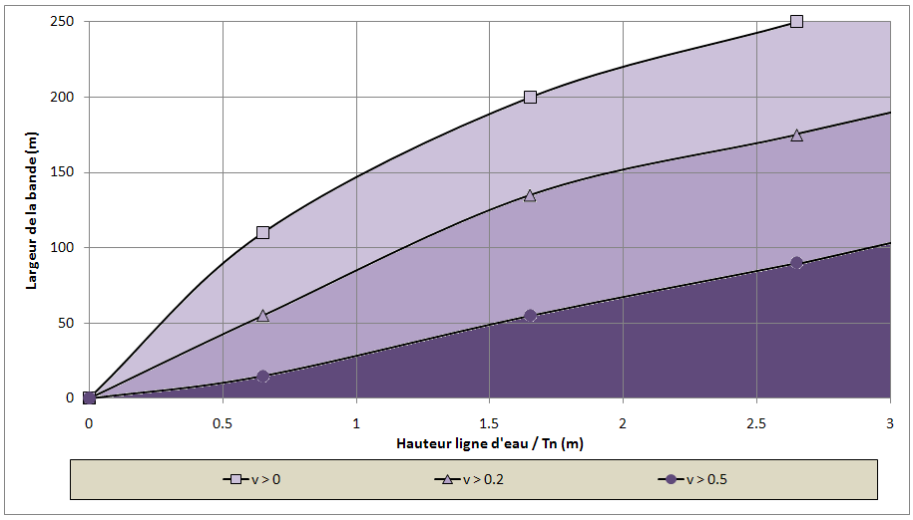


Figure 8 : relation liant la vitesse à l'arrière de la digue en cas de rupture, la largeur de la bande de sécurité impliquée, la hauteur de la ligne d'eau par rapport au terrain naturel

Sur l'ensemble des digues pouvant rompre, nous avons appliqué la distance de sécurité ci-dessus calculée, en fonction de la différence entre la ligne d'eau en crue centennale et le terrain naturel, à partir du pied de digue. Le résultat cartographié est présenté en annexe.

☞ *Voir annexe cartographique 1 : carte « Aléa impliqué par la vitesse d'écoulement à proximité des digues »*

2.4.3.2. Aléa de référence

L'aléa de référence présenté en annexe cartographique 4 est le résultat de deux opérations :

- Fusion des aléas des 8 scénarios étudiés (scénario sans brèche et 7 scénarios avec brèche), en conservant en chaque point le scénario le plus pénalisant.
- ajout de l'aléa au voisinage des digues présenté au paragraphe précédent : Seul l'aléa FORT a été intégré à la carte d'aléa de référence.

2.4.4. La carte des aléas sans digues

Les digues ont de tout temps été érigées par les hommes pour lutter contre les inondations. Cependant il est aujourd'hui établi que si les digues offrent une protection contre les crues courantes, elles aggravent souvent, au contraire, les effets des crues rares à exceptionnelles. Les épisodes récents d'Aramon (Gard, 2003) ou de la Faute-sur-Mer (Vendée, 2010) nous l'ont cruellement rappelé.

Nous avons cherché à recréer le déroulement de la crue de référence (crue centennale) sans endiguement sur l'Eau d'Olle.

Pour cela, nous avons recréé, à partir des données topographiques actuelles, le parcours de l'Eau d'Olle dans sa plaine jusqu'à la Romanche, en supprimant dans le calcul toutes les digues sauf le talus épais de la RD526 et les deux murets.

☞ *Voir annexe cartographique 1 : carte « Scénario "sans digue" »*

3. RESULTATS

3.1. RESULTATS EN LIT MINEUR SEUL : CAPACITE DU LIT AVANT DEBORDEMENT

Sans considérer les débordements, nous avons simulé le passage d'un débit augmentant progressivement de 100 à 190 m^3/s dans le lit mineur afin de visualiser quelles étaient les lignes de débordement, et la capacité du lit mineur.

Les profils débordants sont les suivants :

Tableau 4 : capacité du lit mineur

Profil débordant	Débordement	Débit au débordement
D10	Gauche	155 m^3/s
D11	Droite	112 m^3/s
D12	Mise en charge de la passerelle	164 m^3/s
E1	Droite	115 m^3/s
E4	Gauche	168 m^3/s
E8	Droite	155 m^3/s
E10	Droite	155 m^3/s
E11	Droite	160 m^3/s
E12	Droite	165 m^3/s
E13	Droite	150 m^3/s

On peut ainsi voir que :

- les premiers débordements se font en rive droite au niveau de la Pernière haute. Ces débordements ont lieu entre 110 et 120 m^3/s et inondent le parc du Plan. Ils retrouvent l'Eau d'Olle à l'amont du pont de la RD526 (retour par le muret le long de la route).
- Entre 150 et 170 m^3/s, les débordements se généralisent en rive gauche (lotissement EDF, camping des Grandes Rousses) et en rive droite (aval passerelle de la Pernière Basse)

3.2. ETUDE DES SCENARIOS

3.2.1. Extension du modèle au lit majeur : Résultats crue centennale S_{100} avec possibilité de débordements par surverse

Les simulations suivantes ont été faites en tenant compte des débordements en rive droite et gauche. Les débordements à l'aval de la Pernière basse sont donc limités du fait des pertes de débits dus aux débordements à l'amont.

Les débordements sont ici matérialisés par un phénomène de surverse sans rupture. C'est donc une étape intermédiaire entre un débit non débordant et l'étude des ruptures abordées au paragraphe 3.2.2.

On trouvera en annexe 2 les résultats sous forme de tableau et de profil en long.

Les valeurs de débits de pointe sont les suivantes :

- Amont, 189 m^3/s
- Entre D10 et D12,
  - débordements légers en rive gauche
  - Débordements plus généralisés en rive droite (26 m^3/s)
- Inondation du parc du Plan en rive droite, jusqu'au pont de la RD526. Ces débordements retournent à l'Eau d'Olle en passant par-dessus le muret le long de la RD526
- 8 m^3/s passent par-dessus la digue en rive droite et inondent le Plan. Le remous de l'Eau d'Olle dans le ruisseau de la Fonderie accentue l'inondation.
- L'Eau d'Olle est en limite de débordement en rive gauche, au niveau du lotissement EDF « Les 4 saisons »
- Nouveaux débordements entre le pont de la RD526 (E3) et la passerelle de la Pernière basse (E5) : 10 m^3/s en rive gauche par-dessus la RD 526, 5 m^3/s en rive droite par-dessus le muret
- Les derniers débordements on lieu à l'aval de la passerelle de la Pernière basse (entre E5 et E6) : 4 m^3/s
- Au pont Farnier (E9), le débit dans l'Eau d'Olle n'est plus que de 163 m^3/s. La majeure partie des débordements circule par le lit majeur en rive gauche, 5 m^3/s par le lit majeur en rive droite,
- Béalière du Rafour : elle longe la Romanche et s'y jette quelques dizaines de mètres en amont de l'Eau d'Olle. Tout le secteur de cette Béalière (entre RD44 et Romanche) est inondé par la remontée de la ligne d'eau de la Romanche. La remontée se fait également à l'est de la RD44 par les busages de petits fossés, jusqu'à la limite de communes Bourg d'Oisans / Allemont (cote 712.3).

Ces valeurs de débits ne prennent en compte que les débordements calculés par le modèle. Or, nous savons, et il convient de le rappeler ici, qu'une marge de moins de 30 centimètres avant débordement, comme nous en avons en d'autres points, ne constitue pas une sécurité : d'une part les imprécisions relatives du modèle peuvent atteindre cet ordre de grandeur, d'autre part les vagues et les flottants peuvent provoquer d'autres débordements. Par ailleurs on sait aussi que toute surverse par-dessus une digue non sécurisée peut rapidement conduire à la rupture de l'ouvrage. Nous considèrerons donc que le risque de surverse est indiscutable dès lors que le niveau d'eau est à moins de 30 cm de la cote de débordement.

3.2.2. Résultats avec rupture

Les ruptures de digues créent une lame déversante dont la hauteur est proche de la hauteur de la digue (~ 2m). A l'aval immédiat de cette lame déversante les vitesses sont fortes (localement jusqu'à 10 m/s) ainsi que le pouvoir érosif.

Les résultats complets des ruptures de digues sont tous reportés en annexe 2. Les cartes d'inondation pour chaque scénario (Hauteurs, vitesses, aléas), sont reportées dans le dossier cartographique 2.

☞ *Voir annexe cartographique 2 : Scénarios en configuration actuelle (7 scénarios, 21 cartes)*

On en trouvera ci-dessous une description par scénario.

REMARQUE IMPORTANTE : l'heure choisie de rupture pour toutes les digues est l'heure de la pointe de crue au droit de la brèche. Ainsi, les brèches n'empêchent pas d'autres débordements de se produire en d'autres points de la rivière. Dans tout ce qui suit ainsi que dans les représentations cartographiques et les tableaux de résultats, les débits donnés correspondent à des maxima.

3.2.2.1. Brèche D3 droite

La brèche est positionnée 70 mètres à l'aval du profil D3, au point où il n'y a plus de remblai à l'arrière de la digue. La cote de crue centennale se situe en ce point un mètre au-dessus de la cote du lit majeur voisin (cf. Annexe 2, « profil en long terrain naturel, digues et ligne d'eau S_{100} »), et 1,2 mètre en-dessous du haut de digue.
Le débit déversé est faible (0.6 m^3/s), et de courte durée (1/2 heure) : la cote de pointe de crue centennale de l'Eau d'Olle ne dépasse pas de plus d'un mètre la cote du lit majeur. Le débit déversé est capté par le ruisseau de la Fonderie.

A l'aval, aucun changement notable par rapport au scénario S_{100}.

3.2.2.2. Brèche D6 droite

La brèche est positionnée 50 mètres à l'aval de la passerelle de la Fonderie. La cote de crue centennale dépasse d'environ 1,5 mètre la cote du lit majeur en rive droite (cf. Annexe 2, « profil en long terrain naturel, digues et ligne d'eau S_{100} »). Cette rupture peut être qualifiée de faiblement probable : la pression sur la digue est faible en ce point : la différence entre la cote de crue centennale et le haut de digue de 1 mètre.
Le débit déversé est modéré (12 m^3/s). L'inondation touche essentiellement les bois vers le Plan, et atteint les premiers bâtiments.

A l'aval, peu de changement par rapport au scénario S_{100}

3.2.2.3. Brèche D7 droite

La brèche est positionnée à l'aval immédiat du profil D7, au droit d'un secteur boisé. Cette brèche envoie en pointe de crue 41 m^3/s vers le secteur du Plan. L'inondation de ce secteur est finalement peu différente de la situation de référence (crue centennale sans

brèche), avec une cote de 6 centimètres supérieure. Seule est modifiée la situation à proximité de la brèche, une partie des débits pouvant être évacués par le ruisseau de la Fonderie puis par la RD 526.

3.2.2.4. Brèche D10 gauche

La brèche est positionnée au droit du lotissement du Pré de l'Arche. Elle envoie un débit maximum de 41 m^3/s vers la Plaine de l'Eau d'Olle. Cette plaine est entièrement inondée et amortit l'onde de crue : les débits à l'approche de la RD44 sont répartis sur l'ensemble de la plaine et la hauteur ne dépassent pas la cote de la route.

Le débit dans l'Eau d'Olle à l'aval de la brèche se trouve réduit, ce qui diminue la pression sur le pont de la RD526, le pont Farnier et les secteurs endigués.

3.2.2.5. Brèche D12 gauche

La brèche est positionnée au droit du lotissement EDF « les 4 saisons ». Elle envoie un débit maximum de 40 m^3/s vers la Plaine de l'Eau d'Olle.

A l'aval de la brèche le scénario est similaire au scénario précédent (D10g), aussi bien coté Eau d'Olle que côté lit majeur.

3.2.2.6. Brèche E6 droite

La brèche est positionnée à l'aval du profil E6. Le débit perdu par la brèche est de 30 m^3/s. Le secteur Farnier est inondé sur une hauteur de 20 à 80 cm. Le retour des eaux se fait vers la Romanche au niveau du resserrement du lit majeur rive droite, face à la plaine des Petites Sables (busage et débordement par-dessus la berge, la Romanche n'étant pas endiguée sur ce secteur en rive droite).

Ce secteur a été étudié initialement en modélisation « 2d » uniquement dans sa partie amont, considérant que l'aléa dans la partie aval, plate et étendue en largeur, est déterminé par les hauteurs d'eau. Il est apparu par la suite que les vitesses à l'interface de modèle 1d / 2d dépassaient 1 m/s pour des hauteurs d'eau très modestes (30 cm) : dans ce secteur, l'aléa est donc en partie déterminé par les vitesses. Nous avons donc réalisé un modèle 2d spécifique à ce secteur pour y cartographier les vitesses.

Cette opération a été réalisée pour le cas le plus défavorable, à savoir celui d'une rupture de la digue de l'Eau d'Olle en rive droite, à l'aval de la Pernière basse (scénario E06d).

Le résultat en termes de vitesses est présenté ci-dessous :

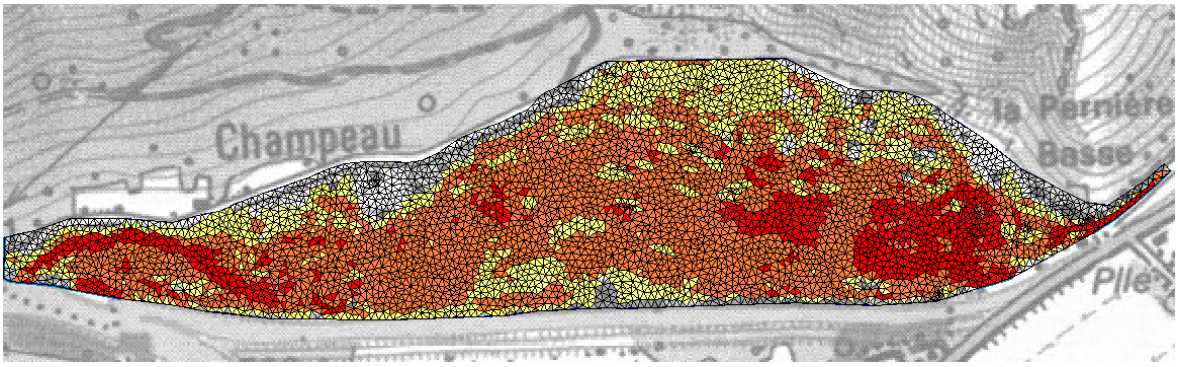


Figure 9 : vitesses en cas de rupture de la digue de l'Eau d'Olle dans le secteur Farnier.
Vitesses (m/s) : 0 0.2 *0.5*

3.2.2.7. Brèche E6 gauche

La brèche est positionnée à l'aval du profil E6. Le débit perdu au maximum est de 20 m^3/s. Les débordements submergent la RD 44 et la RD 526.

3.2.3. Résultats scénario sans digues (« ssdig »)

☞ *Voir annexe cartographique 3 : Scénario sans digues*

Les endiguements de l'Eau d'Olle ont profondément modifié le cours de cette rivière en crue. Cela est particulièrement visible sur le profil en long des débits (Annexe 2) : Sans digues, entre la passerelle de la Fonderie et celle de la Pernière d'en Haut, le lit mineur de l'Eau d'Olle perd 150 m^3/s (de 185 à 35 m^3/s). La plus grande partie de l'écoulement (~100 m^3/s) déborde vers la plaine de l'Eau d'Olle en rive gauche et ne revient pas dans le lit mineur. Une autre perte importante se produit à l'approche de la Romanche, entre les profils E7 et E8. Au pont Farnier, le débit dans l'Eau d'Olle n'est plus que de 40 m^3/s (contre 160 m^3/s avec les digues).

3.3. ALEA DE REFERENCE

La cartographie de l'aléa de référence a été générée selon la méthode exposée au §2.4.2

☞ *Voir annexe cartographique 4 : Aléa de référence*

3.4. COMPARAISON DES ALEAS AVEC / SANS DIGUES

☞ *Voir annexe cartographique 3 : Scénario sans digues et annexe cartographique 4 : Aléa de référence.*

La comparaison des cartes d'aléa de référence et d'aléa sans digue montre que, si les digues ont un effet de protection contre les inondations courantes, elles aggravent le danger en cas de défaillance.

Certains secteurs sont soumis à un aléa supérieur du fait de la présence des digues :

- Secteur entre la Fonderie et le Plan
- Secteur de Pisse-Vache
- Secteur Farnier

En revanche les endiguements réduisent l'aléa sur les secteurs de l'Ile et du Rafour (communes d'Oz et Bourg d'Oisans).

ANNEXES

Annexe 1 : Hydrologie – extrait de l'étude Hydrétudes de 2008

Annexe 2 : Résultats hydrauliques

Annexe Cartographique 1 : toponymie, méthodologie

Annexe Cartographique 2 : Résultats scénarios en configuration actuelle

Annexe Cartographique 3 : Résultats scénario « sans digues »

Annexe Cartographique 4 : Aléa de référence

ANNEXE 1 : HYDROLOGIE

Extrait de l'étude Hydrétudes de 2008

2. HYDROLOGIE : CALCUL DES DEBITS

2.1 ETUDES ANTERIEURES

Les études hydrologiques de l'Eau d'Olle (Hydratec, 2004 ; Hydrétudes, 2007 /2008) se sont basées sur les hydrogrammes fournis par EDF, qui dispose depuis 1951 d'une station de mesure limnimétrique située à la Pernière.

- HYDRATEC (2004) a retenu l'hydrogramme adimensionnel et les débits de crue donnés par EDF, soit Q_{10} = 100 m^3/s ; Q_{30} = 141 m^3/s ; Q_{100} = 181 m^3/s. HYDRATEC a cherché à estimer l'influence de la retenue du Verney dans le laminage des crues de l'Eau d'Olle en considérant les hypothèses les plus pessimistes, à savoir :
  - Vannes inopérantes
  - Refoulement vers Grand'Maison inopérant,
  - Côte initiale du plan d'eau à l'arase de l'évacuateur de surface.

  Avec ces hypothèses, HYDRATEC a conclu à un écrêtement de la crue centennale de 181 m^3/s à 169 m^3/s.

- HYDRETUDES (2007) a étudié le bassin de l'eau d'Olle dans le cadre général du schéma d'aménagement de la Romanche. L'hydrogramme injecté dans l'Eau d'Olle n'est pas spécifique à cette rivière mais vient compléter celui de la Romanche à la confluence.
  Dans ce cadre, les débits de crue de l'Eau d'Olle participant à une crue de la Romanche sont :
  - En crue décennale de la Romanche, de 72 m^3/s
  - En crue trentennale de la Romanche, de 98 m^3/s
  - En crue centennale de la Romanche, de 124 m^3/s.

- HYDRETUDES (2008) a revu son hydrologie en considérant :
  - Les débits de crue « naturels » de l'Eau d'Olle revus et corrigés suite à l'intervention de M. LEFORT, expert du comité scientifique pour l'étude des parades hydrauliques aux ruines de Séchilienne. M. Lefort a considéré qu'il y avait lieu de rééquilibrer les apports respectifs de la Romanche et de l'Eau d'Olle : dans les études précédentes, l'Eau d'Olle était parmi les sous-bassins versants, celui qui fournissait relativement à sa superficie le moins de débit, alors qu'il est notoirement le plus arrosé. L'expertise de M. Lefort est jointe en annexe (Annexe 1) au présent rapport. Les débits de crue de l'Eau d'Olle réévalués sont : Q_{10}, 105 m^3/s ; Q_{30}, 150 m^3/s ; Q_{100}, 250 m^3/s (cf. Annexe 1)
  - La concomitance des hydrogrammes de l'Eau d'Olle avec ceux de la Romanche : dans la première approche (2007), il y avait concomitance des pointes de crue, l'Eau d'Olle venant compléter la pointe de crue de la Romanche. Dans l'approche 2008, on a considéré une avance de 3 heures de la pointe de crue « naturelle » de l'Eau d'Olle sur celle de la Romanche.[1]
  - Le rôle des retenues EDF : Dans l'hydrogramme « naturel » de l'Eau d'Olle au Verney la part de débit provenant de l'aval a été dissociée de celle provenant de l'amont de la retenue de Grand'Maison[2]. Le « système Eau d'Olle » comprenant les bassins versants et les retenues a ainsi été modélisé pour les différentes crues naturelles retenues, pour aboutir à un hydrogramme à l'aval de la retenue du Verney prenant en compte le rôle des retenues.

[1] Ces calculs sont explicités au paragraphe suivant (2.2.1)
[2] Ces calculs sont explicités au paragraphe suivant (2.2.2)

2.2 DESCRIPTION DU « SYSTEME EAU D'OLLE » (REPRIS DE HYDRETUDES, 2008)

2.2.1 Principe de génération des hydrogrammes de l'Eau d'Olle : différences approche 2007 / approche 2008

Les hydrogrammes EDF de la Romanche amont et aval de l'Eau d'Olle ont été conservés. Ils sont suffisants pour obtenir l'hydrogramme de l'Eau d'Olle, par soustraction.

$R_{AV}(t) - R_{AM}(t) = E(t)$
R_{AV} : débit de la Romanche en aval de la confluence
R_{AM} : débit de la Romanche en amont de la confluence
E : débit de l'Eau d'Olle

Une légère modification du décalage temporel peut jouer grandement sur le débit de pointe de l'affluent.

Approche 2007 : Les pointes R_{AV} et R_{AM} sont concomitantes. La pointe E est donc également concomitante avec les deux précédentes.

Approche 2008 : le décalage de pointe R_{AM} et R_{AV} est calé de façon à obtenir une avance de 3 heures de E sur R_{AM}

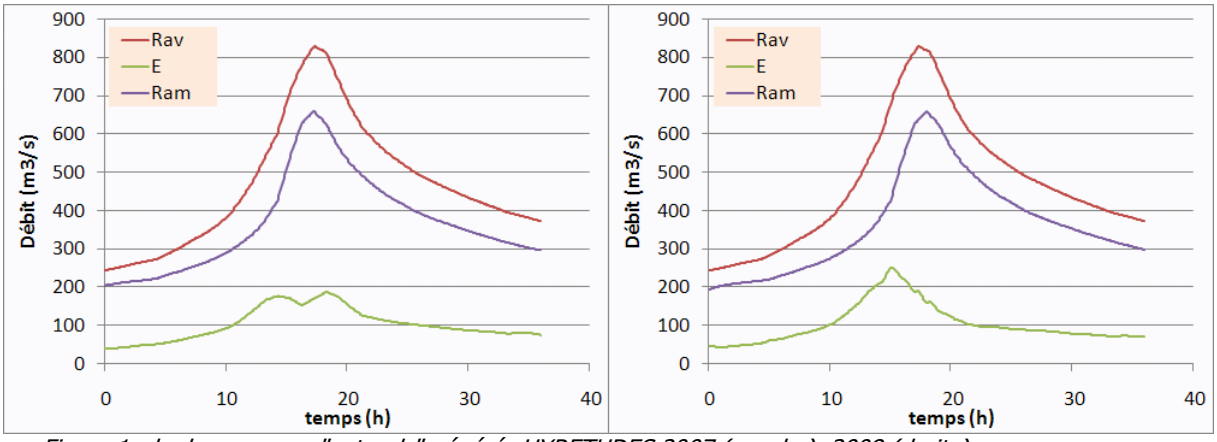


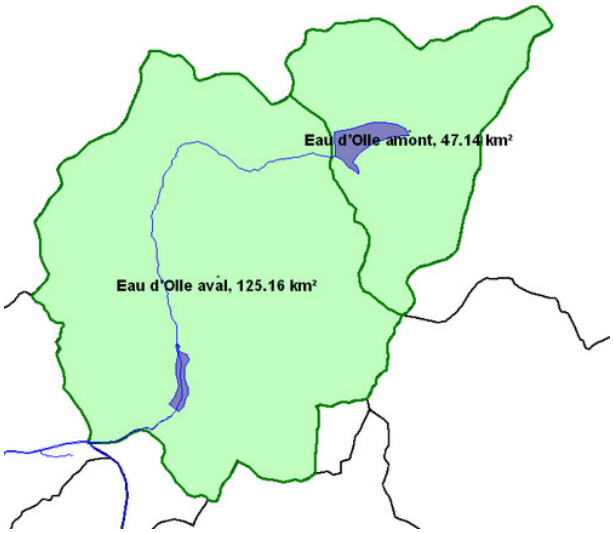
Figure 1 : hydrogrammes "naturels" générés HYRETUDES 2007 (gauche), 2008 (droite).

2.2.2 Décomposition des hydrogrammes

La retenue du Verney est considérée comme l'aval du bassin versant. Les apports entre cette retenue et la confluence de la Romanche (surface de bassin versant ~4 km²) ont été considérés comme entrant dans la retenue.

- L'hydrogramme « naturel » aval (Hydrogramme « E ») a été décomposé en deux hydrogrammes :
  - Hydrogramme « Verney » (Ve) représentant les apports du bassin versant compris entre la retenue de Grand Maison et l'aval
  - Hydrogramme « Grand Maison décalé » (EamVe) représentant les arrivées à l'aval des débits produits à l'amont de Grand Maison

- L'hydrogramme « Grand Maison décalé » a été avancé de 1h1/2 (temps de parcours entre les deux retenues) pour obtenir l'Hydrogramme « Grand Maison » (EavGM)



Cette décomposition s'est faite en cherchant à respecter une continuité logique des volumes écoulés, des débits de pointe, et des temps de montée suivant les principes suivants :

- rapport $Q_{100}/S^{0,75}$ ([3]) du Verney correspondant à celui du bassin versant total de l'Eau d'Olle
- rapport $Q_{100}/S^{0,75}$ de Grand Maison plus faible, pour prendre en compte la neige, les glaciers, les lacs du haut bassin versant.
- De même, les lames d'eau écoulées en crue sur le bassin versant amont sont plus faibles qu'à l'aval
- Les pointes des deux bassins versants sont concomitantes entre elles, mais décalées d'environ 1 heure avec la pointe de l'hydrogramme « E ».

2.2.3 Définition des manœuvres sur les deux retenues

Il serait trop fastidieux de reprendre ici toutes les consignes de manipulation sur les deux retenues, qui occupent deux rapports EDF.
Les échanges entre les deux retenues peuvent se faire dans les deux sens :

- par turbinage à la centrale de Grand'Maison, débit maximal 217 m^3/s,
- par pompage du Verney à Grand'Maison, débit maximal 135 m^3/s

En outre, chaque retenue dispose de ses propres vannes de vidange de fond et de son évacuateur de crue.
Le principe de gestion des retenues est conçu de manière à n'aggraver en aucun cas les débits de crue naturels à l'aval du Verney.
Les consignes sont globalement résumées ci-dessous :

2.2.3.1 Grand'Maison

La retenue dispose de deux consignes différentes, une consigne dite normale, et une dite de « printemps » (liée à la surveillance du glissement du Billan à la fonte des neiges).

Consigne normale

Durant la période d'applicabilité de cette consigne, la cote de retenue normale est de 1695m, la cote de plus hautes eaux de 1698m.
La consigne de crue est simple : le pompage depuis le Verney est arrêté à partir du dépassement de la cote 1695. L'évacuation se fait par le déversoir (cote 1695,20).

Consigne de printemps

Durant la période d'applicabilité de cette consigne, la cote de retenue normale est de 1685m, la cote de plus hautes eaux de 1686m.

[3] Ce rapport est considéré comme invariant entre deux bassins versants aux caractéristiques (surface, pluviométrie, morphologie etc.) proches

Une combinaison des débits naturels entrants et de la cote de retenue donne le point de fonctionnement :
Par ordre croissant : mise en alerte, arrêt des pompes, manœuvre.
En cas de manœuvre, le débit à évacuer est déterminé sur des abaques. Il doit l'être préférentiellement par :

- Turbinage à la centrale de Grand'Maison
- Ouverture des vannes de vidange de fond

2.2.3.2 Le Verney

La cote de retenue normale est celle de l'évacuateur de surface, soit 768,50m.
Une combinaison des débits naturels entrants et de la cote de retenue donne le point de fonctionnement :
Par ordre croissant : mise en alerte, manœuvre
En cas de manœuvre, le débit à évacuer est déterminé sur des abaques. Il doit l'être préférentiellement par :

- Pompage vers la retenue de Grand'Maison (max : 135 m^3/s)
- Turbinage à la centrale d'Oz (max : 32 m^3/s)
- Ouverture des vannes de vidange de fond

2.2.4 Génération des hydrogrammes avec retenues EDF

La modélisation de ce système a été programmée en Visual Basic sur Excel. Elle prend en compte :

- Les courbes de remplissage des deux retenues (Hauteur / Volume)
- Le fonctionnement des déversoirs,
- Les consignes de manœuvre des deux retenues (y compris contrainte de printemps ou non pour Grand'Maison, et consigne d'arrêt des pompes)
- Les paliers progressifs à respecter dans les débits à évacuer,
- Les temps de contrôle et de manœuvre des techniciens EDF

En revanche, elle ne prend pas en compte la possibilité de turbiner à la Centrale de Grand'Maison, considérant que celle-ci est exclue dans nos scénarios du fait du remplissage du bassin du Verney par les apports du bassin versant aval.

Les entrées du modèle sont les débits des deux bassins versants (Ve et EamGM).
Les retenues ont été supposées pleines à 90% au démarrage de la crue.
Les sorties du modèle sont les débits turbinés, pompés, évacués par vidange, déversés par les deux retenues. On obtient l'hydrogramme aval, constituant l'entrée du modèle hydraulique de l'Eau d'Olle, par addition des débits de sortie du Verney : Débit turbiné, vidangé, déversé.

2.3 SCENARIOS HYDROLOGIQUES ETUDIES ET CHOIX D'UN SCENARIO DE REFERENCE DE CRUE CENTENNALE

Dans le cadre de l'étude hydrologique de la Romanche (Hydrétudes 2008), les scénarios suivants ont été étudiés dans un premier temps :

1. Aucune prise en compte des barrages,
2. Prise en compte des barrages dans leur fonctionnement « normal » (cf. §2.2.4)

Il était manifeste que le scénario 1 (aucune prise en compte des barrages) conduisait à surestimer largement les débits de l'Eau d'Olle.
Après consultation du groupe d'experts constitué pour l'étude des parades hydrauliques au glissement de Séchilienne, ainsi que de l'exploitant EDF, le scénario 2 n'a pas non plus été retenu. En

effet, il apparaît, à l'opposé du scénario 1, trop optimiste : il suppose le fonctionnement des groupes de refoulement du Verney vers Grand'Maison. Or,

- Ce pompage nécessite la fourniture en énergie de 1200 MW à la centrale d'Oz, ce qui est loin d'être assuré en situation de crue centennale (1 seule ligne HT alimente la centrale, les désordres dans ce cas de crue extrême pouvant conduire à la non disponibilité de cet approvisionnement électrique),
- Il faut rappeler que la seule obligation d'EDF est de ne pas aggraver les effets des crues : le débit restitué à l'aval des aménagements doit rester inférieur ou égal au débit entrant dans ces aménagements. Le pompage non prévu constitue pour l'exploitant un très fort surcoût lié au non respect des programmes prévisionnels d'alimentation du réseau.

C'est pourquoi un troisième scénario a été proposé dans le cadre de l'étude des parades hydrauliques au glissement de Séchilienne : ce scénario prévoit que le pompage du Verney vers Grand-Maison est inopérant pendant la durée de la crue.

Dans ce scénario, tout se passe comme si :

- Le bassin versant de Grand'Maison était totalement intercepté par la retenue : même avec un remplissage initial à 90%, le volume restant est suffisant en termes de capacité pour intercepter le bassin versant amont du barrage,
- Le bassin versant compris entre Grand'Maison et le Verney fournit la totalité de la crue, et bénéficie d'un faible écrêtement par le barrage du Verney.

Tableau 1 : débits de pointe et lames d'eau écoulées à l'aval du barrage du Verney pour les trois scénarios hydrologiques étudiés

Scénario	Débit de pointe crue centennale	lame d'eau écoulée en 24 heures
1 : barrages non pris en compte	250 m^3/s	62.3 mm
2 : barrages pris en compte, remontée jusqu'à 135 m^3/s du Verney vers Grand'Maison	55 m^3/s	5.4 mm
3 : Barrages pris en compte, pompage inopérant	190 m^3/s	46 mm

Dans le cadre de la présente étude, nous reprenons les hypothèses hydrologiques du scénario 3.

Les hydrogrammes complets sont présentés en annexe 3.

2.4 SCENARIOS HYDROLOGIQUES DE CRUES COURANTES A MOYENNES

Le fonctionnement des barrages de l'Eau d'Olle réduit considérablement les variations de débit dans le tronçon aval ; Si l'hypothèse d'un pompage effectif en cas de crue centennale ne pouvait être raisonnablement retenue, il n'en va pas de même pour les crues biennales et décennales, qui sont fortement influencées par les aménagements. Dans ces cas, ce sont les débits de lâchers qui s'appliquent, soit 33 m^3/s. L'expérience de plus de 20 ans d'exploitation montre que ces débits ne sont qu'exceptionnellement dépassés, lors des manœuvres de test des vannes de fond.

Afin de disposer d'un scénario intermédiaire entre ces extrêmes (33 m^3/s en crue biennale ou décennale, 190 m^3/s en crue centennale), nous avons également étudié un scénario de crue trentennale selon le scénario 3 de fonctionnement des barrages (pompage inopérant).

Tableau 2 : débits de pointe et lames d'eau écoulées à l'aval du barrage du Verney pour les deux scénarios hydrologiques étudiés

Scénario	Débit de pointe crue trentennale	lame d'eau écoulée en 24 heures
1 : barrages non pris en compte	146 m^3/s	35.3 mm
3 : Barrages pris en compte, pompage inopérant	110 m^3/s	26 mm

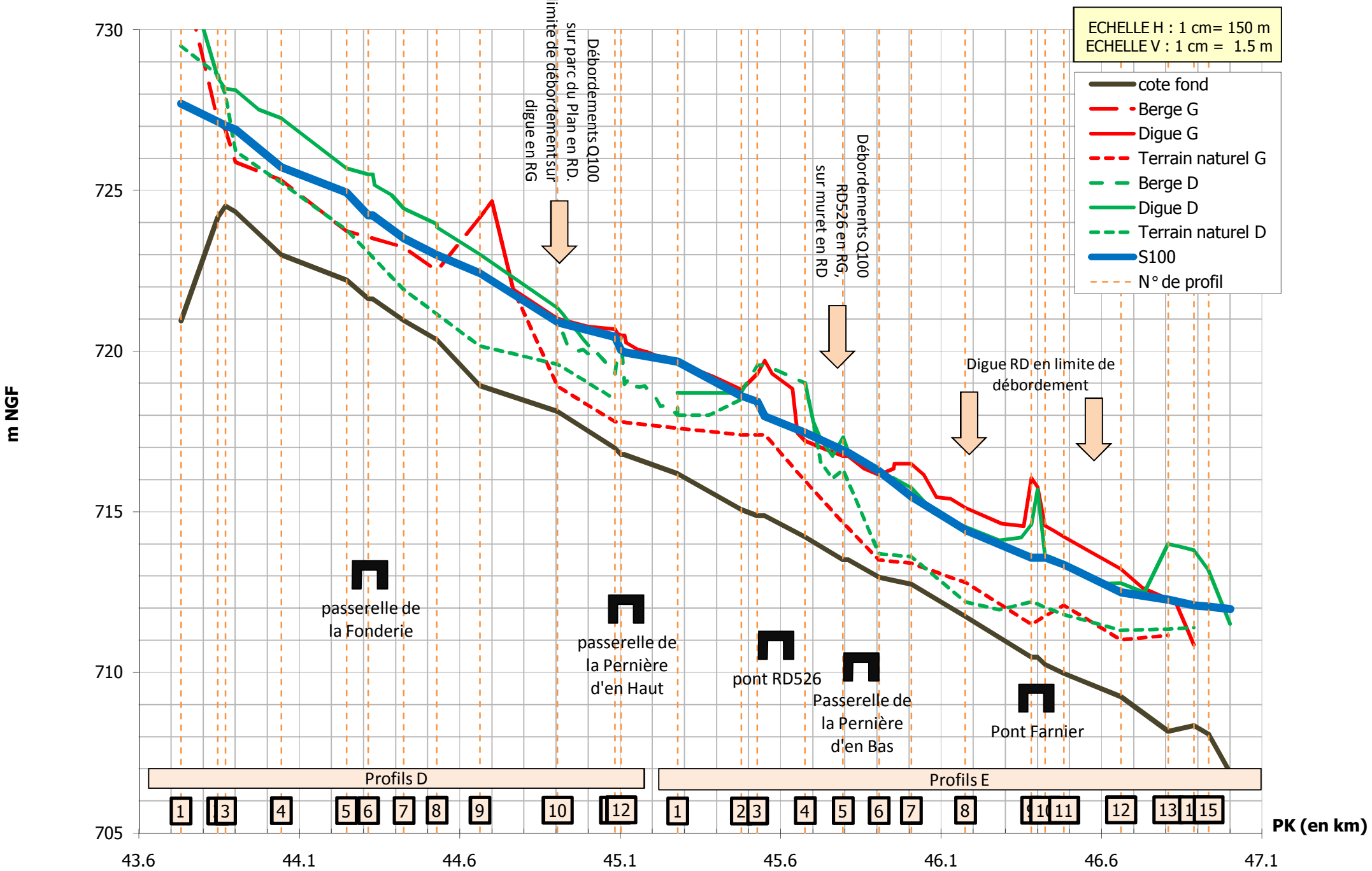
Nous présentons dans ce qui suit les résultats du scénario « 3 » ci-dessus (Barrages pris en compte, pompage inopérant).

ANNEXE 2 : RESULTATS HYDRAULIQUES

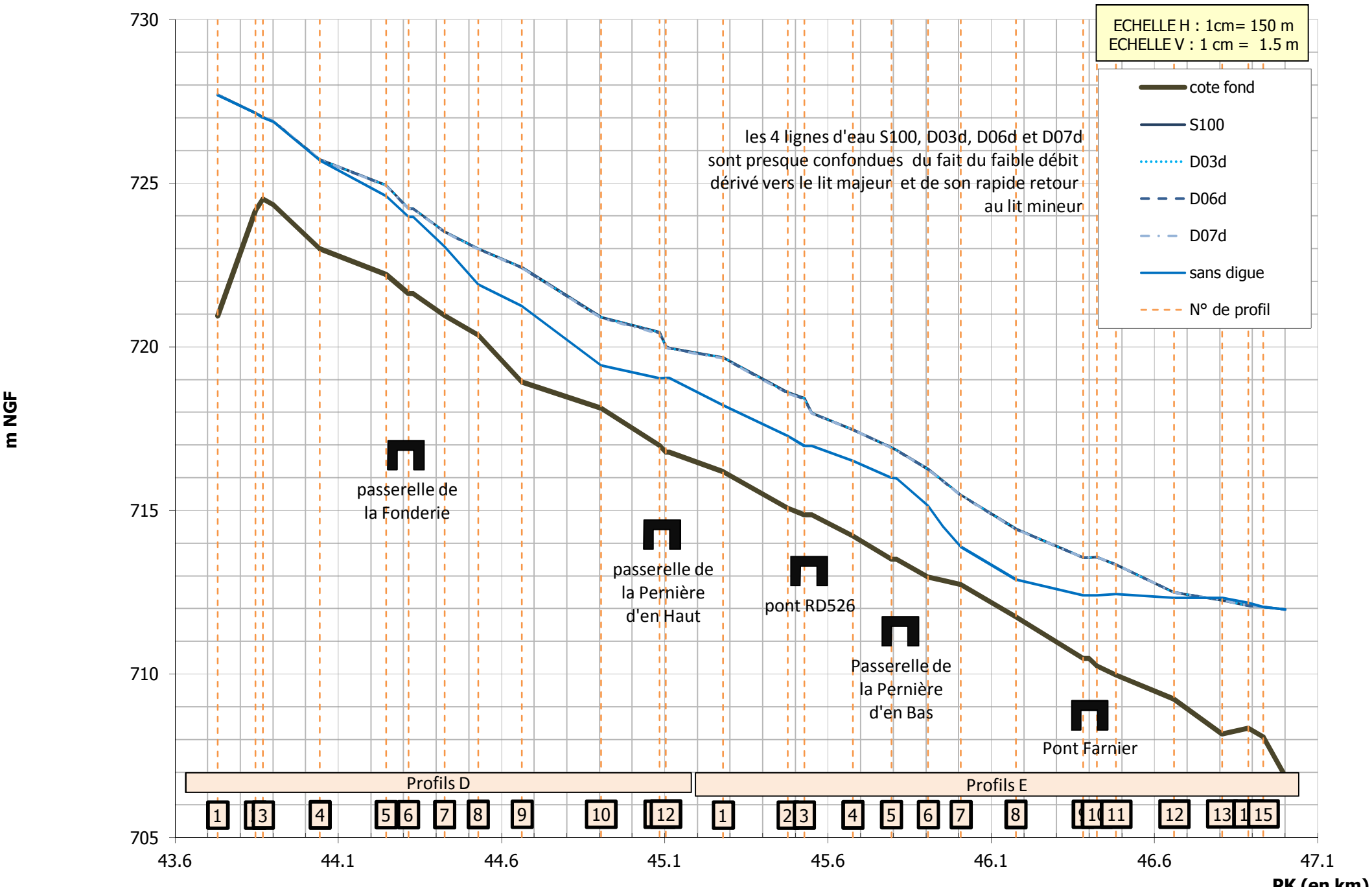
- Profil en long terrain naturel, digues et ligne d'eau S_{100}
- Profil en long lignes d'eau, l'Eau d'Olle (9 scénarios[2])
- Profil en long des débits (9 scénarios)
- Tableau des résultats en lit mineur - hauteur, vitesse, charge, Froude, débit (9 scénarios) (4 pages)
- Tableau des résultats en lit majeur (points de repérage associés : cf. annexe cartographique 1 – carte « Brèches et lit majeur »

[2] 9 scénarios : S100 (sans rupture) + 8 scénarios de rupture + scénario sans digues.

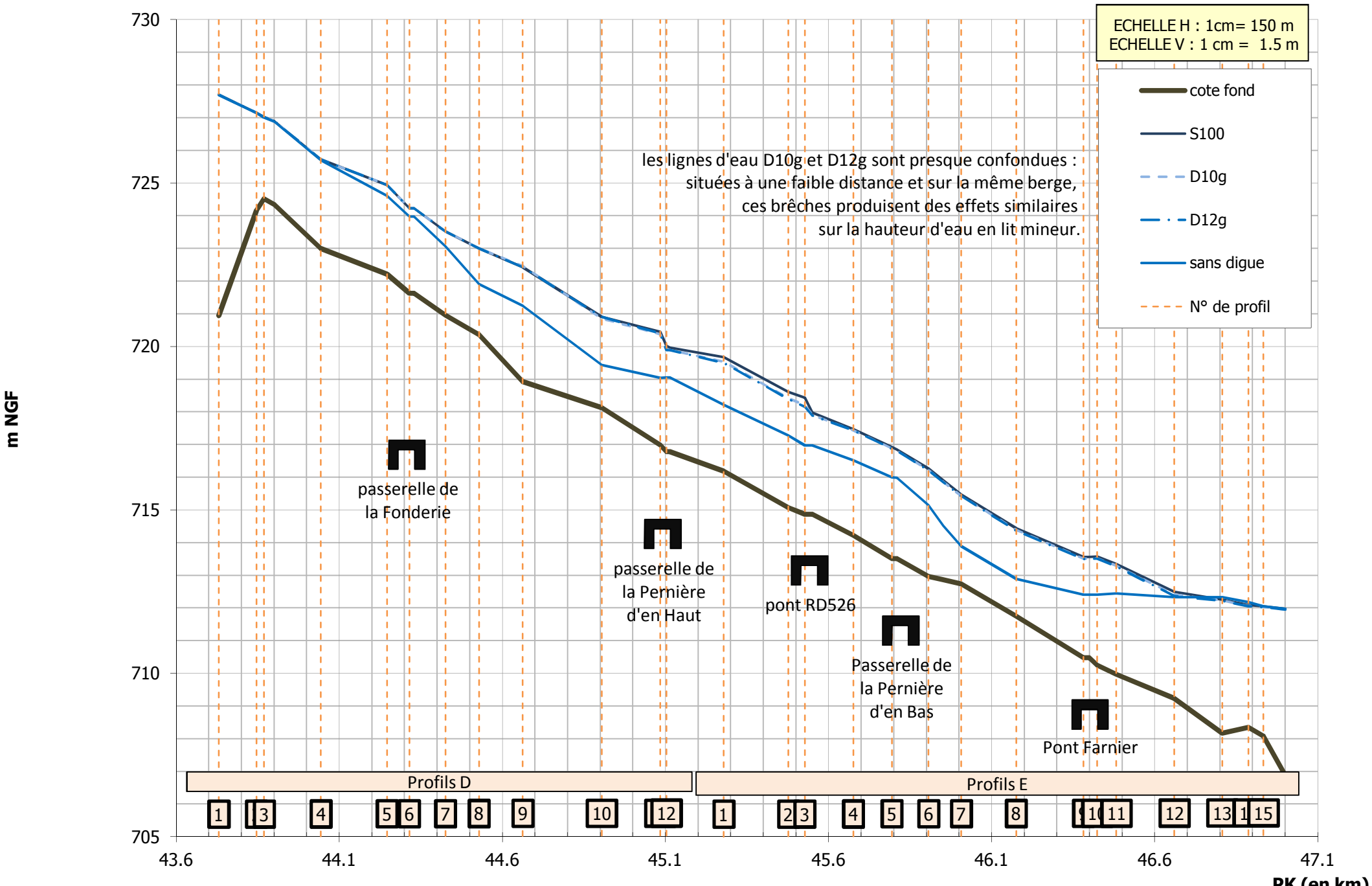
Profil en long terrain naturel, digues et ligne d'eau S100



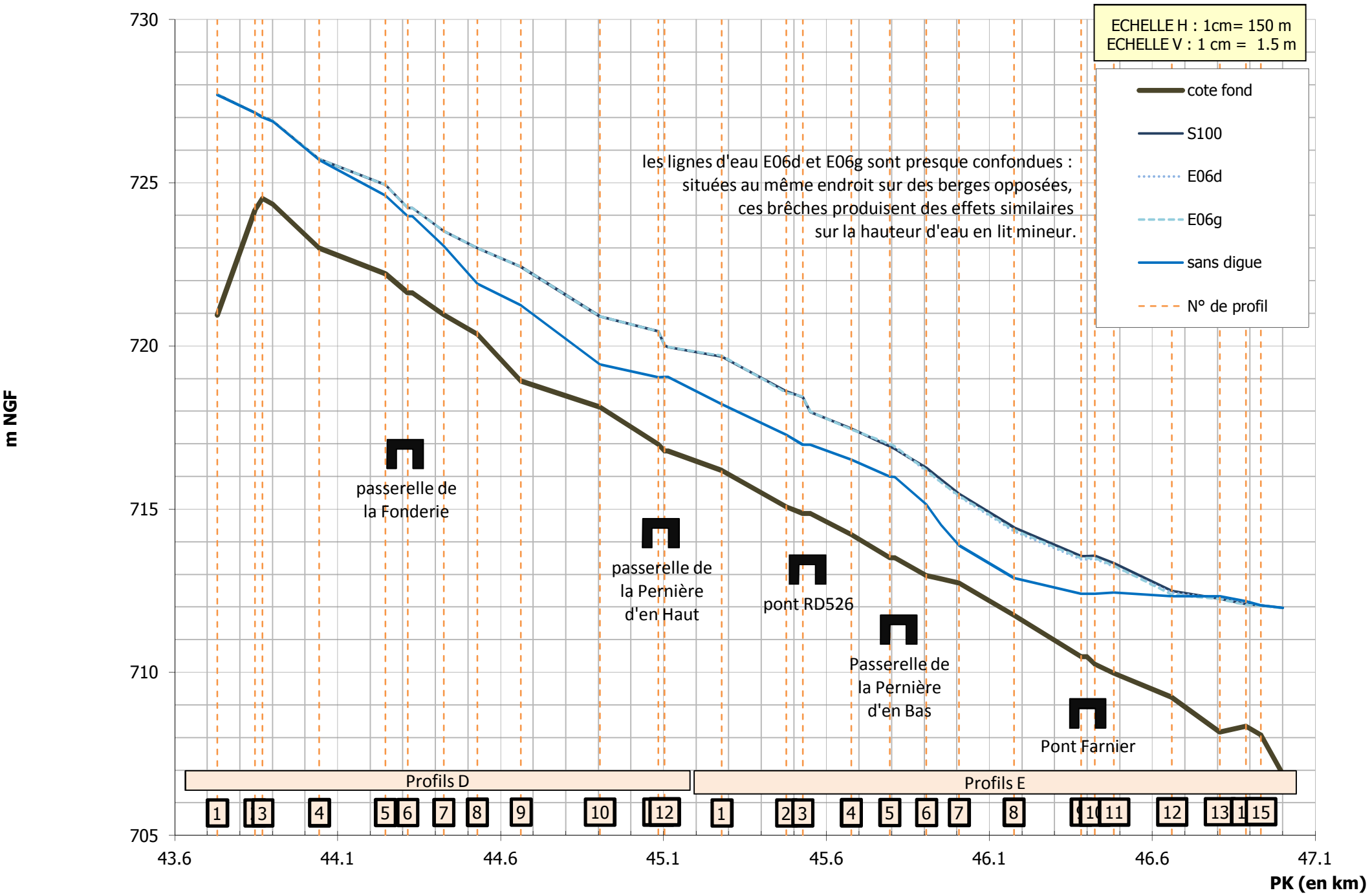
Profil en long lignes d'eau, l'Eau d'Olle

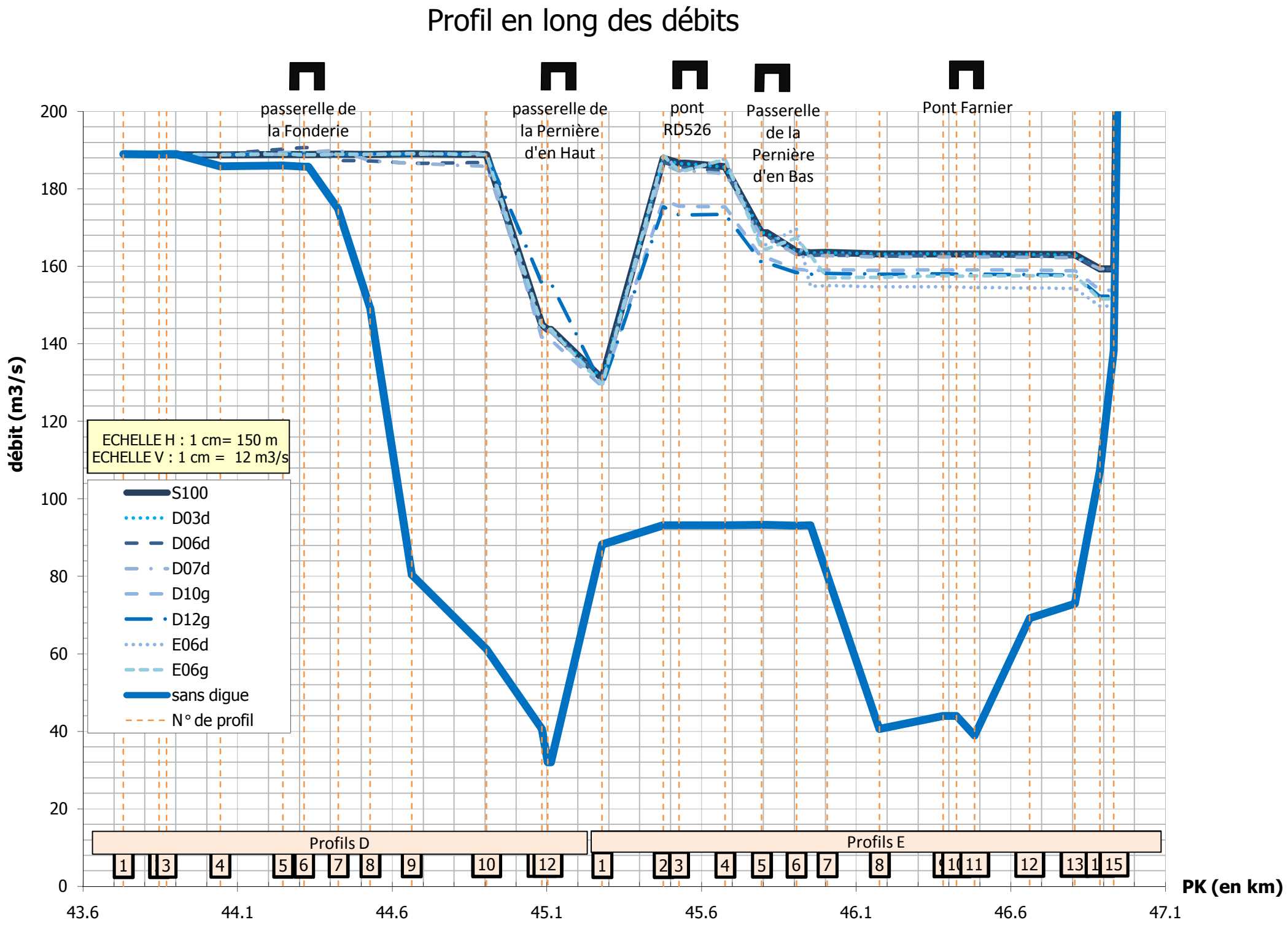


Profil en long lignes d'eau, l'Eau d'Olle



Profil en long lignes d'eau, l'Eau d'Olle




Profil en long des débits
passerelle de la Fonderie
passerelle de la Pernière d'en Haut
pont RD526
Passerelle de la Pernière d'en Bas
Pont Farnier
débit (m3/s)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
ECHELLE H : 1 cm= 150 m
ECHELLE V : 1 cm = 12 m3/s
S100
D03d
D06d
D07d
D10g
D12g
E06d
E06g
sans digue
N° de profil
Profils D
Profils E
1 3 4 5 6 7 8 9 10 12
1 2 3 4 5 6 7 8 10 11 12 13 15
PK (en km)
43.6
44.1
44.6
45.1
45.6
46.1
46.6
47.1

				Rive gauche			Rive droite			S100				
Profils	*Profils*	*PK SAGE*	*cote fond*	*Transition mineur / majeur G*	*Déborde ment G*	*Lit majeur G*	*Transition mineur / majeur D*	*Déborde ment D*	*Lit majeur D*	*Energie*	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*
D_001-P.c bis	D1	43.73	720.94	Falaise	732.00		Digue	732.40	729.50	727.74	189	727.70	0.12	0.8
D_002-P.d	D2	43.85	724.17	Chemin + Falaise	727.15		Digue	728.49	728.60	727.91	189	727.15	0.85	3.9
D_003-P.d bis	D3	43.87	724.52	Chemin + Falaise	726.90		Digue	728.17	728.00	727.58	189	727.02	0.92	3.3
D_003v1	D3v1	43.90	724.34	Chemin + Falaise	725.88		Digue épaisse	728.12	726.22	727.28	189	726.90	0.84	2.8
D_004-P.e	D4	44.04	722.99	Chemin + versant	725.33		Digue	727.25	725.10	726.28	189	725.72	0.84	3.3
D_005-P.f	D5	44.25	722.21	Chemin + versant	723.74		Digue	725.70	723.60	725.20	189	724.93	0.93	2.8
D_006-EDO1	D6	44.31	721.63	Chemin + versant	726.26		Digue	725.21	722.80	724.83	189	724.23	0.87	3.4
D_006v1	D6v1	44.33	721.63	Chemin + versant	726.26		Digue	725.21	722.80	724.83	189	724.23	0.87	3.4
D_007-P.g	D7	44.43	720.95	Chemin + versant	723.24		Digue	724.44	722.30	724.06	189	723.52	0.85	3.3
D_008-P.g bis	D8	44.53	720.36	Chemin + versant	722.49		Lit moyen + digue	723.85	721.40	723.41	189	722.99	0.95	2.9
D_009-P.h	D9	44.66	718.93	Lit moyen + digue	724.16		Lit moyen + digue	723.02	720.80	722.58	189	722.43	0.79	2.1
D_010-P.i	D10	44.90	718.12	Lit moyen + digue	720.96	718.90	Digue	721.34	719.40	721.20	189	720.90	0.90	2.7
D_011-P.j	D11	45.08	716.98	Digue	720.65	718.10	Haut de berge	719.80	719.30	720.66	145	720.44	0.53	2.3
D_012-EDO2	D12	45.10	716.78	Digue	720.49	718.10	Haut de berge	720.42	719.30	720.57	144	720.02	0.82	3.6
D_012v1	D12v1	45.11	716.78	Digue	720.49	718.10	Haut de berge	719.05	719.30	720.54	144	719.96	0.82	3.6
E_001-P.k	E1	45.28	716.18	Digue	719.72	717.70	Muret	718.70	718.65	719.80	131	719.67	0.84	2.4
E_002-P.l	E2	45.48	715.07	Digue	718.80	717.29	Haut de berge	718.70	718.49	719.09	188	718.60	0.69	3.3
E_003-EDO3	E3	45.53	714.87	Digue	719.30	717.53	Haut de berge	719.56	719.27	718.89	187	718.43	0.85	3.6
E_003v1	E3v1	45.55	714.87	Digue	719.70	717.53	Haut de berge	719.56	719.27	718.68	187	717.97	0.85	3.7
E_004-P.m	E4	45.68	714.22	Digue épaisse	717.20	715.29	HB + Talus routier	719.00	719.07	717.86	186	717.47	0.72	2.8
E_005-EDO4	E5	45.79	713.51	Digue épaisse	716.73	714.38	HB + route + versant	717.32	716.31	717.42	169	716.92	0.77	3.1
E_005v1	E5v1	45.81	713.51	Digue épaisse	716.73	714.38	HB + route + versant	716.89	716.31	717.37	169	716.84	0.77	3.2
E_006-P.n	E6	45.91	712.97	Digue	716.15	713.92	Digue	716.29	713.96	716.79	164	716.27	0.65	3.2
E_006v1	E6v1	45.95	712.86	Digue	716.50	713.50	Digue	716.05	713.50	716.42	163	715.90	0.66	3.2
E_007-P.o	E7	46.01	712.74	Digue	716.53	713.26	Digue	715.74	713.30	716.01	164	715.47	0.83	3.2
E_008	E8	46.18	711.75	Digue	715.12	711.83	Digue	714.53	711.21	714.89	163	714.43	0.82	3.0
E_009-EDO5	E9	46.38	710.47	Digue	716.05	711.69	Digue	714.60	711.89	713.94	163	713.57	0.85	2.7
E_009v1	E9v1	46.40	710.47	Digue	715.77	711.69	Digue	715.70	711.89	713.94	163	713.57	0.85	2.7
E_010	E10	46.42	710.24	Digue	714.57	712.00	Digue	713.65	711.83	713.87	163	713.58	0.59	2.4
E_011-P.p	E11	46.48	709.97	Digue	714.23	711.92	Digue	713.40	711.34	713.64	163	713.35	0.76	2.4
E_012-P.r	E12	46.66	709.24	Digue	713.22	711.02	Digue	712.78	711.31	712.82	163	712.49	0.86	2.8
E_013	E13	46.81	708.17	Digue	712.28	710.94	Digue	714.00	710.84	712.39	163	712.26	0.42	2.1
E_014-P.s	E14	46.89	708.35	Epi	710.86	711.28	Digue	713.81	710.76	712.23	159	712.08	0.54	1.9
E_015-Romanche 68	E15	46.93	708.08	Epi	709.32	711.28	Digue	713.19	710.75	712.19	159	712.05	0.44	1.8
R6_068	R68	47.00	706.87		711.57	712.59		711.52	711.18	712.24	556	711.97	0.38	2.3

Cotes de débordement
Digue, muret, haut de berge = point haut
Lit moyen + digue : point haut de la digue
Chemin + versant : niveau du chemin
Haut de berge - route + versant = niveau du haut de berge

Crue centennale avec débordement par-dessus les digues mais sans rupture de

Profils	Profils	PK SAGE	D03d					D06d					D07d				
			Energie	débit	h eau	froude	vitesse	Energie	débit	h eau	froude	vitesse	Energie	débit	h eau	froude	vitesse
D_001-P.c bis	D1	43.73	727.74	189	727.70	0.12	0.8	727.74	189	727.70	0.12	0.8	727.74	189	727.70	0.12	0.8
D_002-P.d	D2	43.85	727.91	189	727.15	0.85	3.9	727.91	189	727.15	0.85	3.9	727.91	189	727.15	0.85	3.9
D_003-P.d bis	D3	43.87	727.58	189	727.02	0.92	3.3	727.58	189	727.02	0.92	3.3	727.58	189	727.02	0.92	3.3
D_003v1	D3v1	43.90	727.28	189	726.90	0.84	2.8	727.28	189	726.90	0.85	2.8	727.28	189	726.90	0.85	2.8
D_004-P.e	D4	44.04	726.28	189	725.72	0.84	3.3	726.28	189	725.72	0.84	3.3	726.28	189	725.72	0.84	3.3
D_005-P.f	D5	44.25	725.20	189	724.93	0.93	2.8	725.18	190	724.92	0.96	2.9	725.19	189	724.92	0.94	2.8
D_006-EDO1	D6	44.31	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.82	191	724.22	0.87	3.6	724.83	189	724.22	0.87	3.5
D_006v1	D6v1	44.33	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.82	191	724.22	0.87	3.6	724.83	189	724.22	0.87	3.5
D_007-P.g	D7	44.43	724.06	189	723.52	0.85	3.3	724.05	187	723.51	0.85	3.3	724.05	190	723.51	0.97	3.9
D_008-P.g bis	D8	44.53	723.42	189	722.99	0.95	2.9	723.40	187	722.98	0.95	2.9	723.40	187	722.98	0.95	2.9
D_009-P.h	D9	44.66	722.58	189	722.43	0.79	2.1	722.56	187	722.41	0.79	2.1	722.56	187	722.41	0.79	2.1
D_010-P.i	D10	44.90	721.20	189	720.90	0.90	2.7	721.19	187	720.89	0.90	2.7	721.18	186	720.88	0.91	2.7
D_011-P.j	D11	45.08	720.66	145	720.44	0.53	2.3	720.65	144	720.42	0.53	2.3	720.62	144	720.40	0.53	2.3
D_012-EDO2	D12	45.10	720.57	144	720.02	0.82	3.6	720.55	143	720.01	0.82	3.6	720.53	143	719.98	0.82	3.6
D_012v1	D12v1	45.11	720.54	144	719.96	0.82	3.6	720.53	143	719.96	0.82	3.6	720.52	143	719.94	0.82	3.6
E_001-P.k	E1	45.28	719.80	131	719.67	0.84	2.4	719.79	131	719.66	0.84	2.4	719.78	129	719.65	0.84	2.4
E_002-P.l	E2	45.48	719.09	188	718.60	0.69	3.3	719.08	187	718.58	0.69	3.3	719.07	186	718.57	0.69	3.3
E_003-EDO3	E3	45.53	718.89	186	718.43	0.85	3.6	718.87	186	718.41	0.85	3.6	718.86	185	718.39	0.85	3.6
E_003v1	E3v1	45.55	718.67	186	717.97	0.85	3.7	718.67	186	717.96	0.85	3.7	718.66	185	717.96	0.85	3.7
E_004-P.m	E4	45.68	717.86	186	717.47	0.72	2.8	717.85	185	717.47	0.71	2.8	717.85	184	717.46	0.71	2.8
E_005-EDO4	E5	45.79	717.42	169	716.92	0.77	3.1	717.41	168	716.92	0.77	3.1	717.41	168	716.91	0.77	3.1
E_005v1	E5v1	45.81	717.37	169	716.84	0.77	3.2	717.37	168	716.84	0.77	3.2	717.36	168	716.84	0.77	3.2
E_006-P.n	E6	45.91	716.79	164	716.27	0.65	3.2	716.78	163	716.26	0.65	3.2	716.78	163	716.26	0.65	3.2
E_006v1	E6v1	45.95	716.42	163	715.90	0.66	3.2	716.41	163	715.90	0.66	3.2	716.41	163	715.90	0.66	3.2
E_007-P.o	E7	46.01	716.01	164	715.47	0.83	3.2	716.00	163	715.47	0.83	3.2	716.00	163	715.47	0.83	3.2
E_008	E8	46.18	714.89	163	714.43	0.82	3.0	714.89	163	714.43	0.82	3.0	714.88	162	714.42	0.82	3.0
E_009-EDO5	E9	46.38	713.94	163	713.57	0.85	2.7	713.93	163	713.56	0.85	2.7	713.93	162	713.56	0.85	2.7
E_009v1	E9v1	46.40	713.94	163	713.57	0.85	2.7	713.93	163	713.56	0.85	2.7	713.93	162	713.56	0.85	2.7
E_010	E10	46.42	713.87	163	713.57	0.59	2.4	713.87	163	713.57	0.59	2.4	713.86	162	713.57	0.59	2.4
E_011-P.p	E11	46.48	713.64	163	713.35	0.76	2.4	713.63	163	713.35	0.76	2.4	713.63	162	713.34	0.76	2.4
E_012-P.r	E12	46.66	712.82	163	712.49	0.86	2.8	712.82	163	712.49	0.86	2.8	712.82	162	712.49	0.86	2.8
E_013	E13	46.81	712.39	163	712.26	0.42	2.1	712.39	163	712.26	0.42	2.1	712.39	162	712.26	0.42	2.1
E_014-P.s	E14	46.89	712.23	159	712.08	0.54	1.9	712.23	159	712.09	0.54	1.9	712.23	159	712.08	0.54	1.9
E_015-Romanche 68	E15	46.93	712.19	159	712.05	0.44	1.8	712.19	159	712.05	0.44	1.8	712.19	159	712.05	0.44	1.8
R6_068	R68	47.00	712.24	556	711.97	0.38	2.3	712.24	556	711.97	0.38	2.3	712.24	556	711.97	0.38	2.3

Crue centennale, brèche en rive droite à l'aval de D03

Crue centennale, brèche en rive droite à l'aval de D06

Crue centennale, brèche en rive droite à l'aval de D07

			D10g					D12g					E06d				
Profils	*Profils*	*PK SAGE*	*Energie*	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*	*Energie*	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*	*Energie*	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*
D_001-P.c bis	D1	43.73	727.74	189	727.70	0.12	0.8	727.74	189	727.70	0.12	0.8	727.74	189	727.70	0.12	0.8
D_002-P.d	D2	43.85	727.91	189	727.15	0.85	3.9	727.91	189	727.15	0.85	3.9	727.91	189	727.15	0.85	3.9
D_003-P.d bis	D3	43.87	727.58	189	727.02	0.92	3.3	727.58	189	727.02	0.92	3.3	727.58	189	727.02	0.92	3.3
D_003v1	D3v1	43.90	727.28	189	726.90	0.84	2.8	727.28	189	726.90	0.84	2.8	727.28	189	726.90	0.84	2.8
D_004-P.e	D4	44.04	726.28	189	725.72	0.84	3.3	726.28	189	725.72	0.84	3.3	726.28	189	725.72	0.84	3.3
D_005-P.f	D5	44.25	725.20	189	724.93	0.93	2.8	725.20	189	724.94	0.93	2.8	725.20	189	724.93	0.93	2.8
D_006-EDO1	D6	44.31	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.83	189	724.23	0.87	3.4
D_006v1	D6v1	44.33	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.83	189	724.23	0.87	3.4
D_007-P.g	D7	44.43	724.06	189	723.52	0.85	3.3	724.06	189	723.52	0.85	3.3	724.06	189	723.52	0.85	3.3
D_008-P.g bis	D8	44.53	723.42	189	723.00	0.95	2.9	723.42	189	722.99	0.95	2.9	723.41	189	722.99	0.95	2.9
D_009-P.h	D9	44.66	722.60	189	722.46	0.79	2.1	722.58	189	722.43	0.79	2.1	722.58	189	722.43	0.79	2.1
D_010-P.i	D10	44.90	721.16	189	720.85	0.96	2.7	721.20	189	720.90	0.92	2.7	721.20	189	720.90	0.90	2.7
D_011-P.j	D11	45.08	720.59	142	720.37	0.53	2.3	720.63	156	720.39	0.60	2.6	720.66	145	720.44	0.53	2.3
D_012-EDO2	D12	45.10	720.50	141	719.89	0.82	3.6	720.61	156	719.90	0.87	3.9	720.58	144	720.03	0.82	3.6
D_012v1	D12v1	45.11	720.49	141	719.89	0.82	3.6	720.61	156	719.89	0.87	3.9	720.54	144	719.96	0.82	3.6
E_001-P.k	E1	45.28	719.67	129	719.53	0.84	2.4	719.64	129	719.50	0.84	2.4	719.82	129	719.70	0.84	2.4
E_002-P.l	E2	45.48	718.93	177	718.42	0.69	3.3	718.90	175	718.39	0.69	3.3	719.08	189	718.57	0.69	3.3
E_003-EDO3	E3	45.53	718.70	176	718.20	0.85	3.6	718.66	173	718.15	0.85	3.6	718.90	185	718.46	0.85	3.6
E_003v1	E3v1	45.55	718.57	176	717.90	0.85	3.6	718.55	173	717.88	0.85	3.6	718.67	185	717.99	0.85	3.7
E_004-P.m	E4	45.68	717.80	175	717.43	0.70	2.7	717.79	173	717.43	0.69	2.7	717.85	188	717.44	0.74	2.9
E_005-EDO4	E5	45.79	717.36	162	716.88	0.77	3.1	717.34	161	716.87	0.77	3.0	717.43	166	716.98	0.77	3.0
E_005v1	E5v1	45.81	717.32	162	716.81	0.77	3.1	717.30	161	716.81	0.77	3.1	717.38	166	716.90	0.77	3.1
E_006-P.n	E6	45.91	716.73	159	716.22	0.65	3.2	716.72	158	716.21	0.65	3.2	716.68	170	716.17	0.84	4.0
E_006v1	E6v1	45.95	716.36	159	715.86	0.66	3.1	716.35	158	715.85	0.66	3.1	716.31	155	715.81	0.66	3.1
E_007-P.o	E7	46.01	715.96	159	715.43	0.83	3.2	715.95	158	715.42	0.83	3.2	715.91	155	715.39	0.83	3.2
E_008	E8	46.18	714.84	159	714.38	0.82	3.0	714.83	158	714.36	0.82	3.0	714.78	155	714.33	0.82	3.0
E_009-EDO5	E9	46.38	713.88	159	713.51	0.85	2.7	713.86	158	713.50	0.85	2.7	713.82	155	713.46	0.85	2.7
E_009v1	E9v1	46.40	713.88	159	713.51	0.85	2.7	713.86	158	713.50	0.85	2.7	713.82	155	713.46	0.85	2.7
E_010	E10	46.42	713.81	159	713.52	0.59	2.4	713.80	158	713.51	0.59	2.4	713.75	155	713.47	0.59	2.4
E_011-P.p	E11	46.48	713.58	159	713.29	0.76	2.4	713.56	158	713.27	0.76	2.4	713.52	155	713.24	0.76	2.4
E_012-P.r	E12	46.66	712.74	159	712.40	0.86	2.8	712.72	158	712.37	0.86	2.8	712.71	154	712.45	0.86	2.7
E_013	E13	46.81	712.31	159	712.22	0.42	2.1	712.31	158	712.22	0.42	2.1	712.37	154	712.26	0.42	2.1
E_014-P.s	E14	46.89	712.17	154	712.06	0.54	1.9	712.17	152	712.05	0.54	1.9	712.23	150	712.09	0.54	1.9
E_015-Romanche 68	E15	46.93	712.14	154	712.03	0.44	1.8	712.13	152	712.03	0.44	1.8	712.19	150	712.06	0.44	1.8
R6_068	R68	47.00	712.22	550	711.95	0.38	2.3	712.22	550	711.95	0.38	2.3	712.24	554	711.98	0.38	2.3

Crue centennale, brèche en rive gauche à l'aval de D10

Crue centennale, brèche en rive gauche à l'aval de D12

Crue centennale, brèche en rive droite à l'aval de E06

Profils	*Profils*	*PK SAGE*	*E06g*					*sans digue*				
			Energie	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*	*Energie*	*débit*	*h eau*	*froude*	*vitesse*
D_001-P.c bis	D1	43.73	727.74	189	727.70	0.12	0.8	727.72	189	727.69	0.13	0.8
D_002-P.d	D2	43.85	727.91	189	727.15	0.85	3.9	727.91	189	727.14	0.86	3.9
D_003-P.d bis	D3	43.87	727.58	189	727.02	0.92	3.3	727.57	189	727.00	0.91	3.3
D_003v1	D3v1	43.90	727.28	189	726.90	0.84	2.8	727.27	189	726.87	0.84	2.8
D_004-P.e	D4	44.04	726.28	189	725.72	0.84	3.3	726.26	186	725.71	0.84	3.3
D_005-P.f	D5	44.25	725.20	189	724.93	0.93	2.8	725.00	186	724.61	0.96	2.9
D_006-EDO1	D6	44.31	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.74	186	723.97	0.94	3.9
D_006v1	D6v1	44.33	724.83	189	724.23	0.87	3.4	724.74	186	723.97	0.94	3.9
D_007-P.g	D7	44.43	724.06	189	723.52	0.85	3.3	723.90	175	723.06	1.03	4.0
D_008-P.g bis	D8	44.53	723.41	189	722.99	0.95	2.9	723.20	149	721.91	1.49	5.0
D_009-P.h	D9	44.66	722.58	189	722.43	0.79	2.1	721.54	80	721.25	0.75	2.5
D_010-P.i	D10	44.90	721.20	189	720.90	0.90	2.7	719.84	61	719.44	0.90	2.8
D_011-P.j	D11	45.08	720.66	145	720.44	0.53	2.3	719.11	41	719.04	0.43	1.4
D_012-EDO2	D12	45.10	720.57	144	720.02	0.82	3.6	719.12	32	719.05	0.74	2.1
D_012v1	D12v1	45.11	720.54	144	719.96	0.82	3.6	719.12	32	719.05	0.74	2.1
E_001-P.k	E1	45.28	719.82	130	719.70	0.84	2.4	718.46	88	718.22	0.84	2.3
E_002-P.l	E2	45.48	719.07	189	718.57	0.70	3.3	717.70	93	717.28	0.69	2.9
E_003-EDO3	E3	45.53	718.89	185	718.45	0.85	3.6	717.47	93	716.98	0.85	3.1
E_003v1	E3v1	45.55	718.67	185	717.99	0.85	3.7	717.47	93	716.98	0.85	3.1
E_004-P.m	E4	45.68	717.85	188	717.44	0.75	2.9	716.83	93	716.51	0.59	2.5
E_005-EDO4	E5	45.79	717.44	164	717.00	0.77	3.0	716.34	93	715.99	0.77	2.6
E_005v1	E5v1	45.81	717.39	164	716.92	0.77	3.1	716.33	93	715.98	0.77	2.6
E_006-P.n	E6	45.91	716.72	167	716.20	0.80	3.8	715.63	93	715.15	0.74	3.1
E_006v1	E6v1	45.95	716.33	163	715.81	0.96	4.2	715.29	93	714.51	1.09	3.9
E_007-P.o	E7	46.01	715.94	157	715.41	0.83	3.2	715.09	81	713.89	1.65	4.8
E_008	E8	46.18	714.82	157	714.36	0.82	3.0	713.12	41	712.88	0.84	2.2
E_009-EDO5	E9	46.38	713.86	158	713.49	0.85	2.7	712.45	44	712.41	0.85	1.9
E_009v1	E9v1	46.40	713.86	158	713.49	0.85	2.7	712.45	44	712.41	0.85	1.9
E_010	E10	46.42	713.79	157	713.50	0.59	2.4	712.44	44	712.41	0.58	1.4
E_011-P.p	E11	46.48	713.56	158	713.27	0.76	2.4	712.45	39	712.45	0.78	2.0
E_012-P.r	E12	46.66	712.71	158	712.38	0.86	2.8	712.37	69	712.33	0.87	1.9
E_013	E13	46.81	712.32	158	712.24	0.42	2.1	712.34	73	712.34	0.33	1.3
E_014-P.s	E14	46.89	712.19	152	712.07	0.54	1.9	712.25	107	712.17	0.42	1.2
E_015-Romanche 68	E15	46.93	712.15	152	712.04	0.44	1.8	712.17	138	712.06	0.30	1.5
R6_068	R68	47.00	712.23	553	711.96	0.38	2.3	712.20	505	711.97	0.35	2.1

Crue centennale, brèche en rive gauche à l'aval de E06

Crue centennale, sans digue sur l'Eau d'olle ni sur la Romanche en rive droite

Résultats toutes simulations, cotes maximales atteintes aux points de repère en lit majeur

hauteur d'eau > 5 cm
hauteur d'eau > 50 cm
hauteur d'eau > 1 m

point \ sim	S100	D03d	D06d	D07d	D10g	D12g	E06d	E06g	ssdig	Cote terrain naturel	Simulation la plus défavorable
d44-1	712.47	712.47	712.46	712.46	712.67	712.70	712.30	712.79	712.85	711.99	ssdig
d44-10	712.44	712.44	712.44	712.44	712.98	713.06	712.36	712.85	713.39	712.25	ssdig
d44-2	712.50	712.50	712.49	712.49	712.68	712.71	712.40	712.79	712.85	712.04	ssdig
d44-3	712.50	712.50	712.49	712.50	712.70	712.72	712.40	712.81	712.89	711.98	ssdig
d44-4	712.73	712.73	712.73	712.73	712.85	712.87	712.68	712.91	713.05	712.32	ssdig
d44-5	712.74	712.74	712.74	712.74	712.87	712.90	712.69	712.93	713.12	712.10	ssdig
d44-6	712.75	712.75	712.74	712.75	712.89	712.92	712.69	712.94	713.17	712.23	ssdig
d44-7	712.74	712.74	712.74	712.74	712.92	712.96	712.69	712.93	713.23	712.10	ssdig
d44-8	712.74	712.74	712.74	712.74	712.95	713.01	712.69	712.93	713.27	712.05	ssdig
d44-9	712.74	712.74	712.73	712.74	712.99	713.05	712.69	712.93	713.33	712.28	ssdig
Fond-1	720.18	720.17	720.18	720.25	720.03	720.06	720.19	720.18	720.39	718.28	ssdig
Fond-2	720.18	720.18	720.19	720.26	720.04	720.06	720.19	720.19	720.53	719.67	ssdig
Fond-3	720.18	720.18	720.21	720.30	720.04	720.07	720.19	720.19	720.76	718.90	ssdig
Fond-4	720.18	720.18	720.22	720.31	720.04	720.07	720.19	720.19	720.82	719.45	ssdig
Fond-5	720.18	720.18	720.22	720.31	720.05	720.07	720.19	720.19	720.83	720.05	ssdig
Ile-1	712.99	712.99	712.99	712.99	713.47	713.57	712.99	712.99	713.82	712.99	ssdig
Ile-2	713.03	713.03	713.03	713.03	713.35	713.43	713.03	713.03	713.68	713.03	ssdig
Lot-1	718.50	718.50	718.50	718.50	718.93	718.50	718.50	718.50	718.70	718.50	D10g
Lot-10	717.08	717.08	717.08	717.08	717.08	717.16	717.08	717.08	717.32	717.08	ssdig
Lot-11	717.02	717.02	717.02	717.02	717.02	717.37	717.02	717.02	717.58	717.02	ssdig
Lot-12	717.16	717.16	717.16	717.16	717.16	717.17	717.16	717.16	717.20	717.16	ssdig
Lot-13	716.29	716.29	716.29	716.29	716.29	716.36	716.29	716.29	716.47	716.29	ssdig
Lot-2	717.88	717.88	717.88	717.88	718.24	717.88	717.88	717.88	718.11	717.88	D10g
Lot-3	718.20	718.20	718.20	718.20	718.20	718.28	718.20	718.20	718.73	718.20	ssdig
Lot-4	717.87	717.87	717.87	717.87	717.88	717.92	717.87	717.87	718.22	717.87	ssdig
Lot-5	718.76	718.76	718.76	718.76	718.76	719.69	718.76	718.76	719.03	718.76	D12g
Lot-6	718.13	718.13	718.13	718.13	718.13	718.40	718.13	718.13	718.23	718.13	D12g
Lot-7	717.42	717.42	717.42	717.42	717.42	718.01	717.42	717.42	718.13	717.42	ssdig
Lot-8	717.79	717.79	717.79	717.79	717.79	717.89	717.79	717.79	717.97	717.79	ssdig
Lot-9	717.29	717.29	717.29	717.29	717.29	717.55	717.29	717.29	717.83	717.29	ssdig
PB-1	713.96	713.96	713.96	713.96	713.96	713.95	714.00	713.97	713.93	713.93	E06d
PB2	714.54	714.54	714.54	714.53	714.50	714.49	714.81	714.57	714.28	714.28	E06d
PB3	715.50	715.50	715.49	715.49	715.43	715.41	715.54	715.55	715.11	715.11	E06g
PH-1	719.14	719.14	719.13	719.13	719.06	719.05	719.14	719.14	718.91	718.64	E06d
PH-2	719.63	719.63	719.62	719.63	719.48	719.46	719.64	719.63	719.03	718.08	E06d
PH-3	720.07	720.07	720.05	720.08	719.92	719.92	720.08	720.08	719.84	718.96	E06d
PV-1	713.32	713.32	713.32	713.32	713.32	713.32	713.32	713.48	713.35	713.32	E06g
PV-2	713.47	713.47	713.47	713.46	713.44	713.43	713.43	713.68	713.23	713.06	E06g
PV-3	713.68	713.68	713.67	713.67	713.66	713.65	713.66	713.72	713.65	713.65	E06g

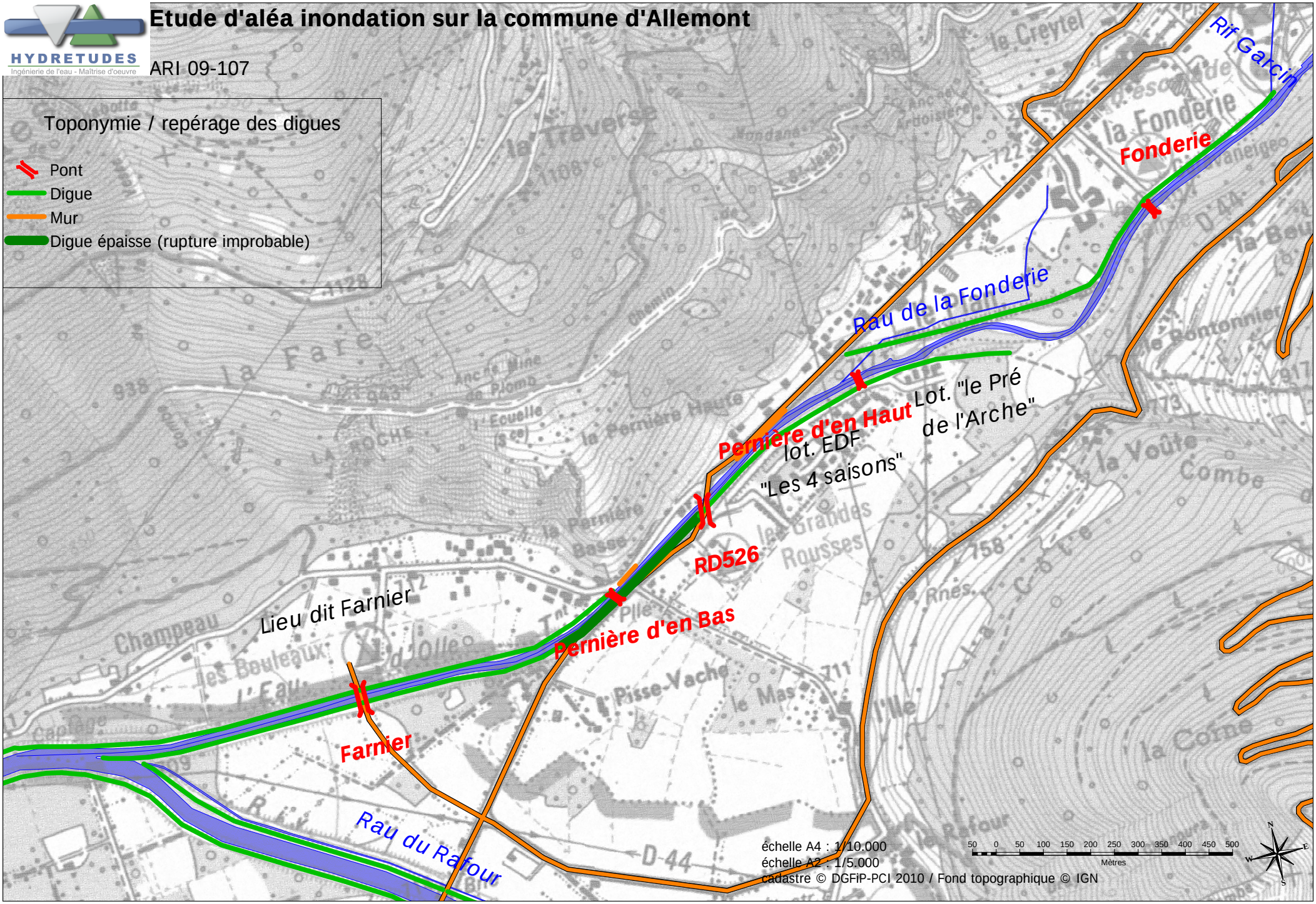
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 1 : TOPONYMIE, METHODOLOGIE

- Carte 1 : Toponymie / repérage des digues
- Carte 2 : Lit mineur / repérage des profils en travers
- Carte 3 : Modélisation
- Carte 4 : Brèches et lit majeur
- Carte 5 : Aléa impliqué par la vitesse d'écoulement à proximité des digues en cas de rupture
- Carte 6 : Scénario "sans digue"

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre



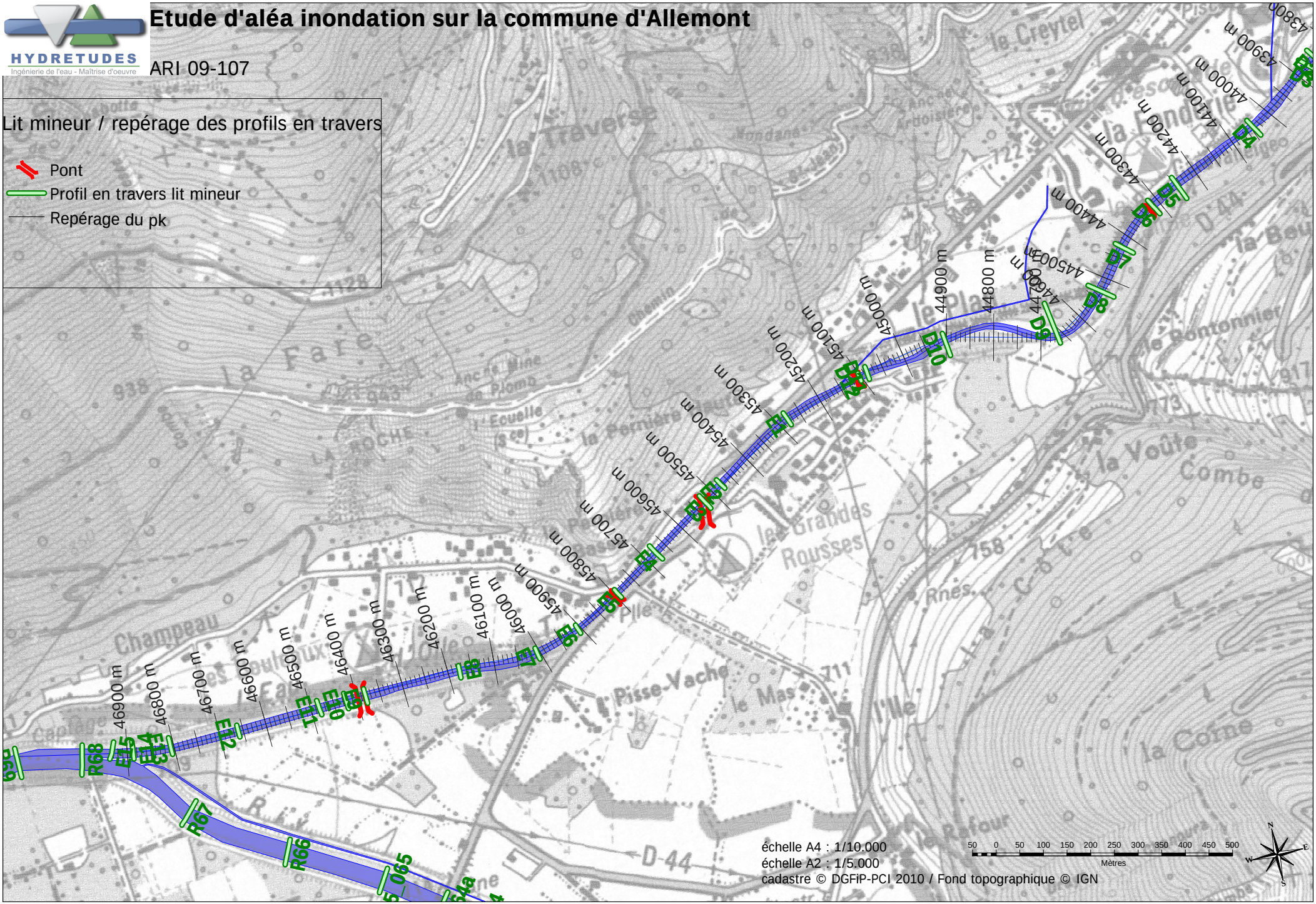
Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Lit mineur / repérage des profils en travers

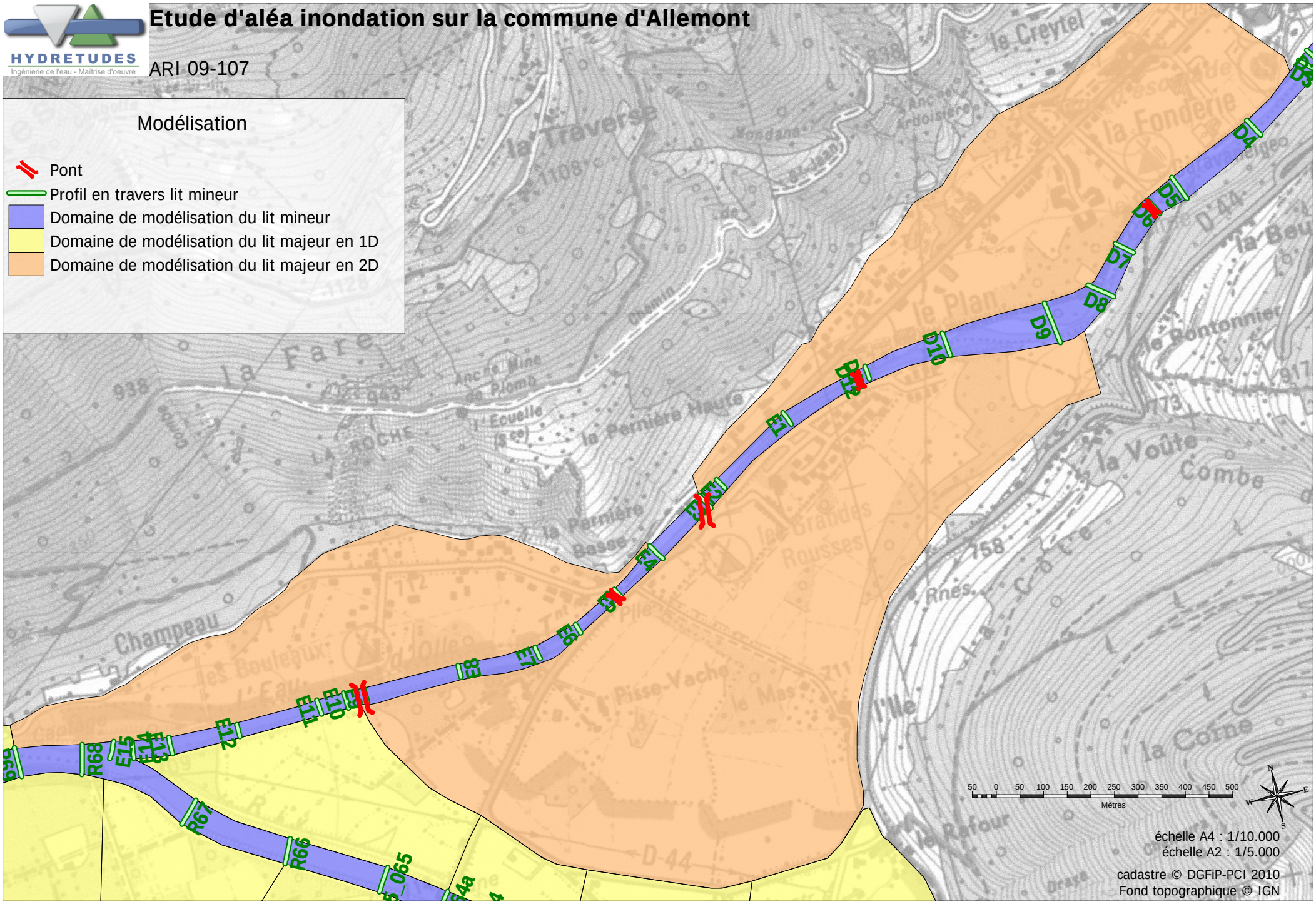
- Pont
- Profil en travers lit mineur
- Repérage du pk



HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



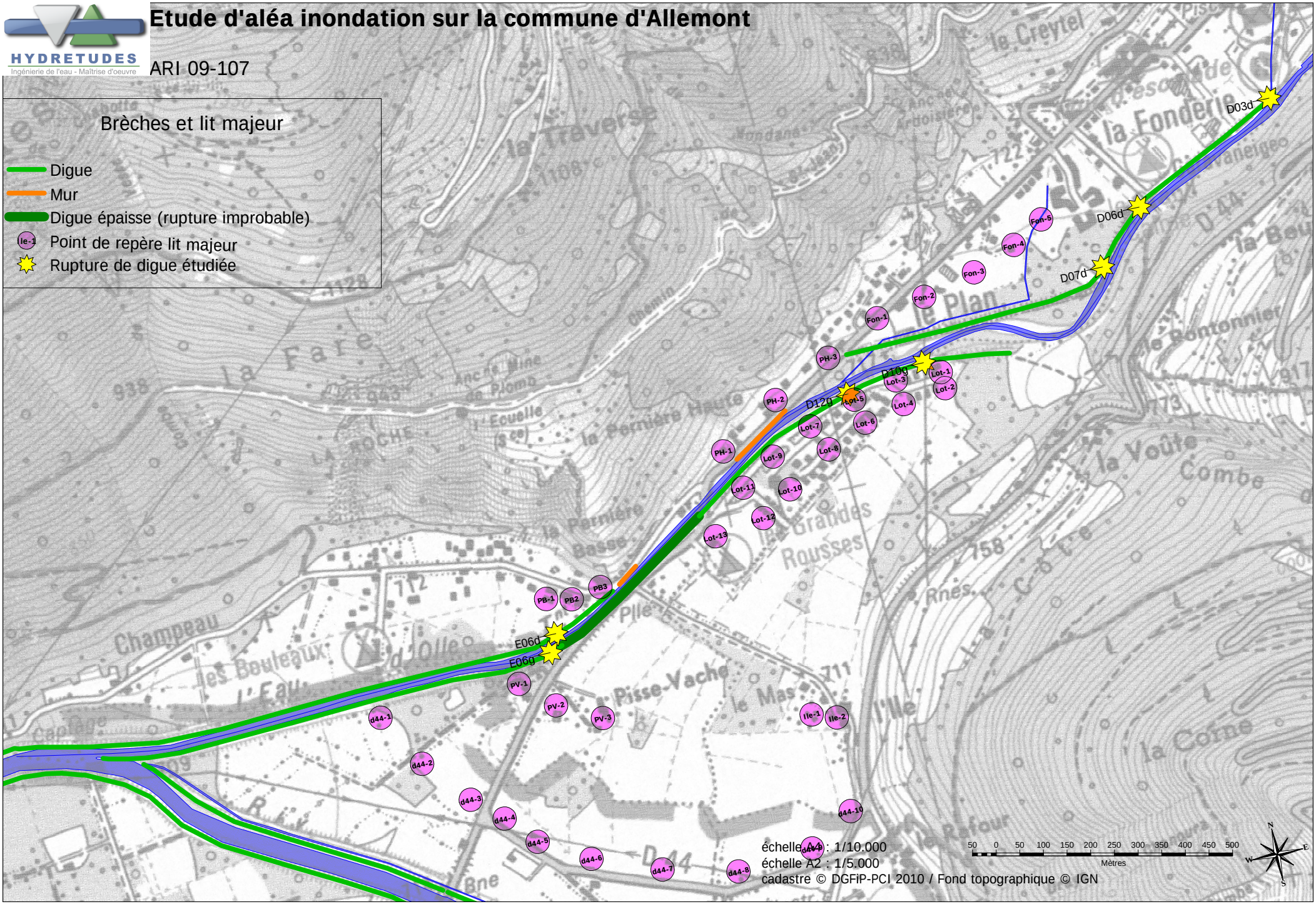
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

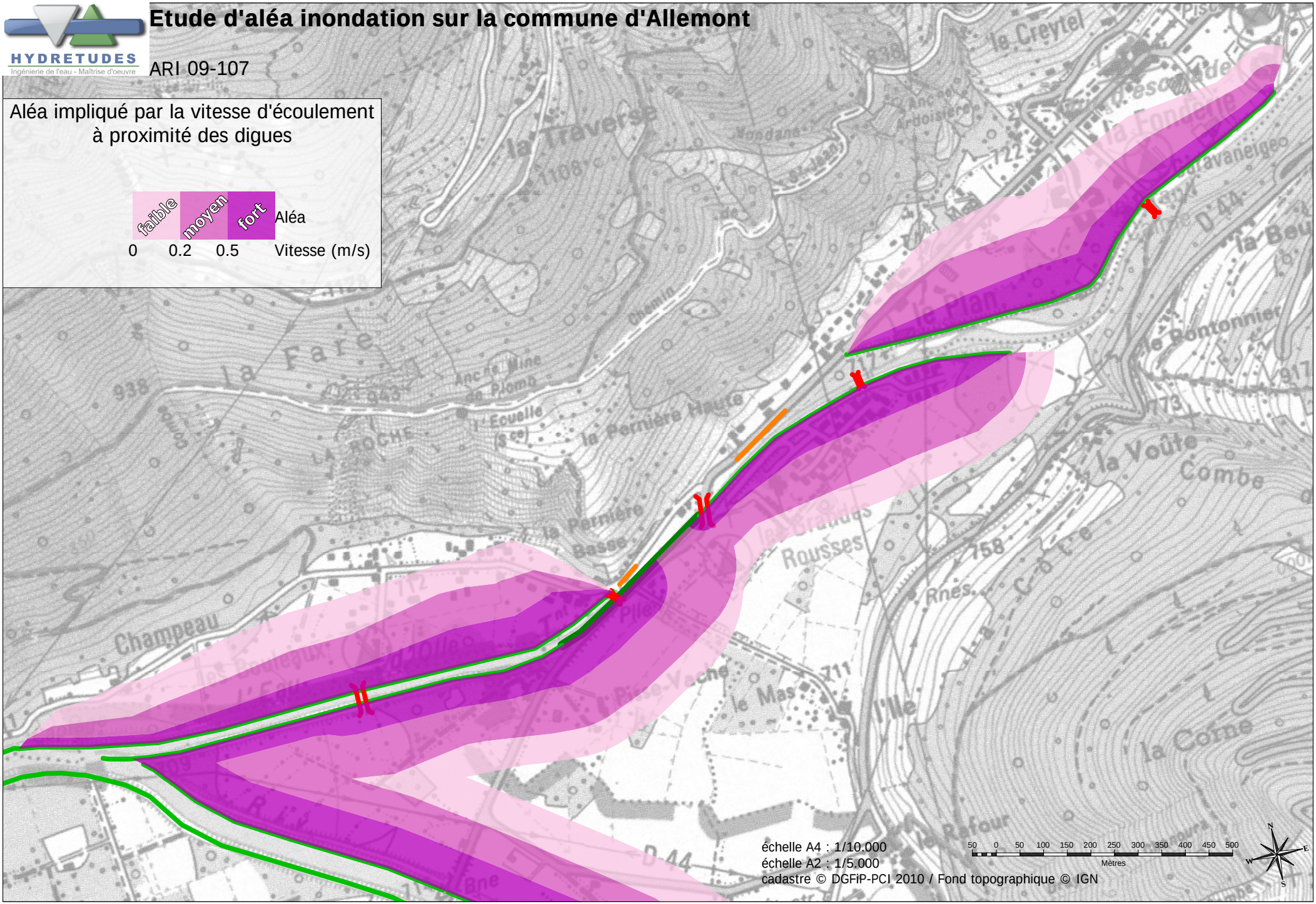
HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre



HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

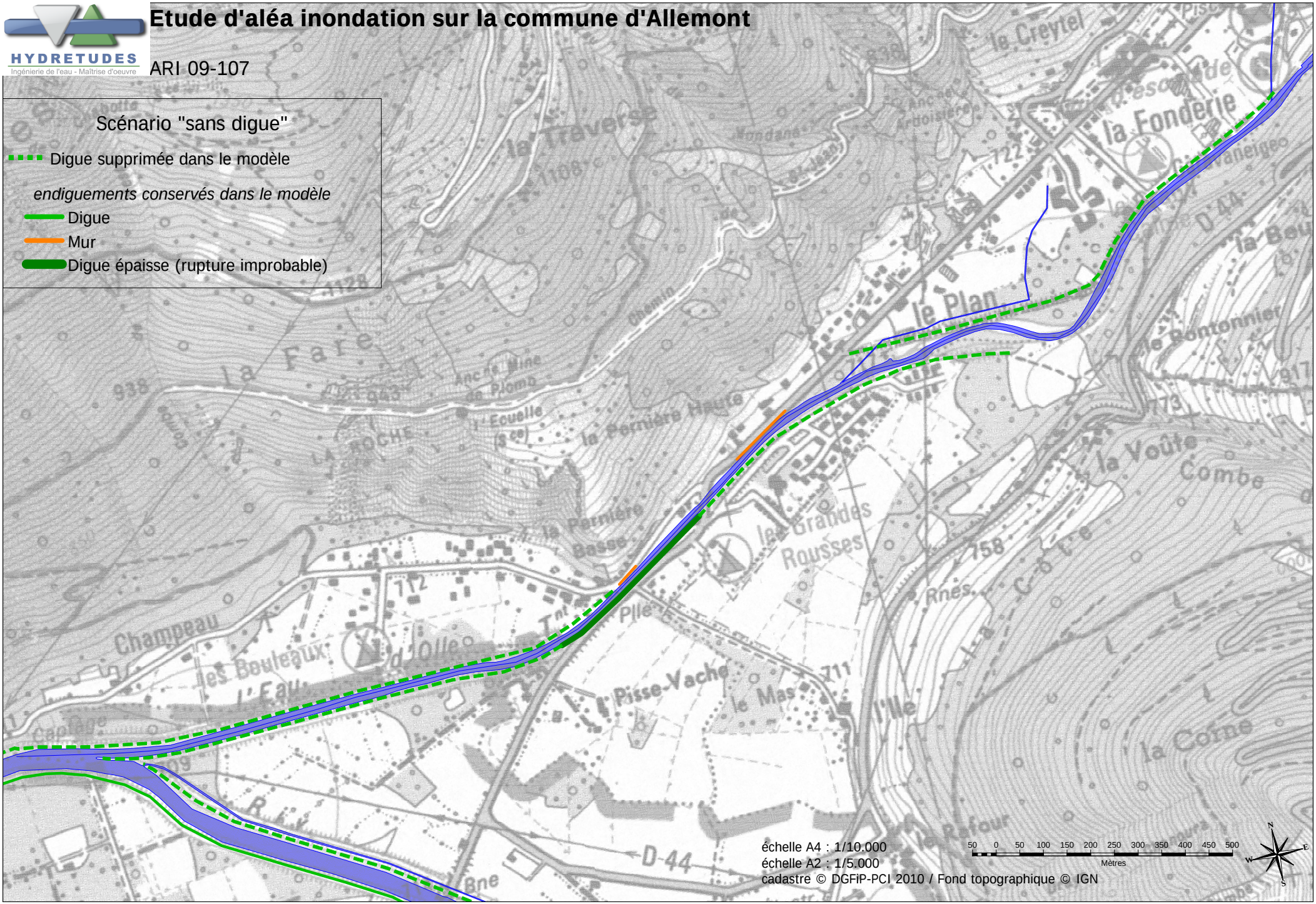


cadastre © DGFiP-PCI 2010 / Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



cadastre © DGFiP-PCI 2010 / Fond topographique © IGN

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 2 : RESULTATS SCENARIOS EN CONFIGURATION ACTUELLE

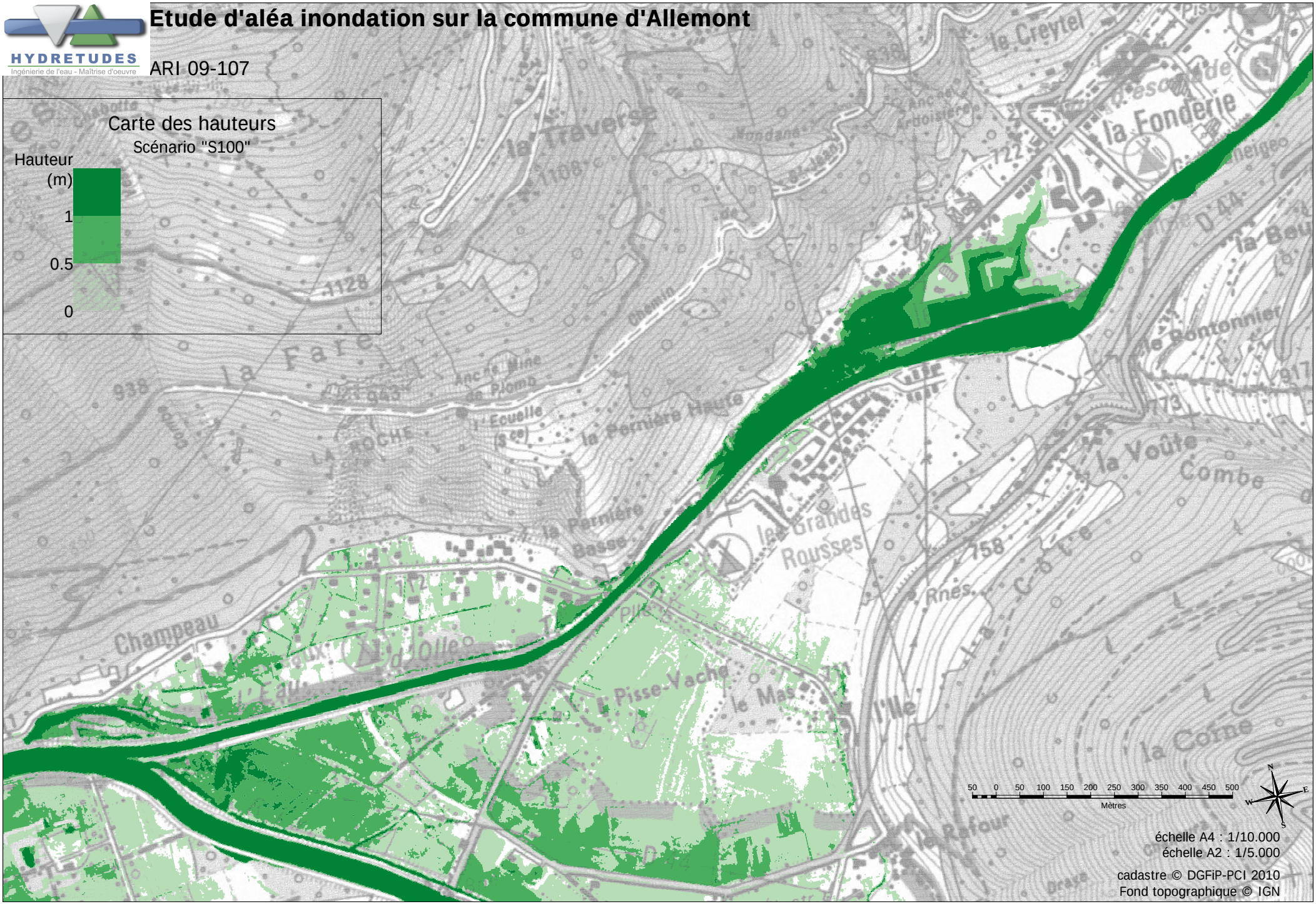
Carte de hauteurs d'eau, de vitesses, d'aléas pour les 8 scénarios suivants (dans l'ordre) :

- S_{100} (sans rupture)
- D03d
- D06d
- D07d
- D10g
- D12g
- E06d
- E06g

Soit en tout 24 cartes

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



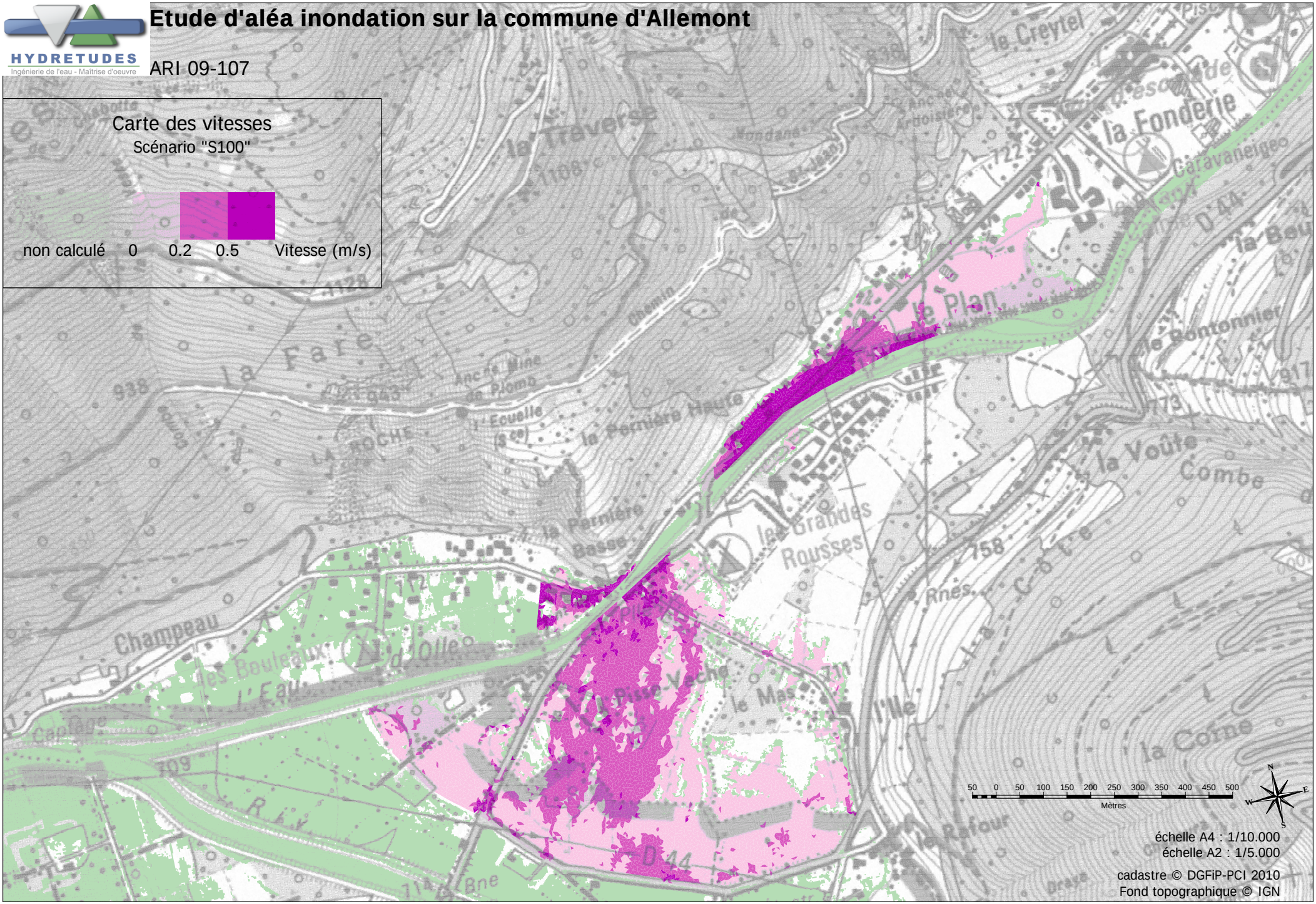
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

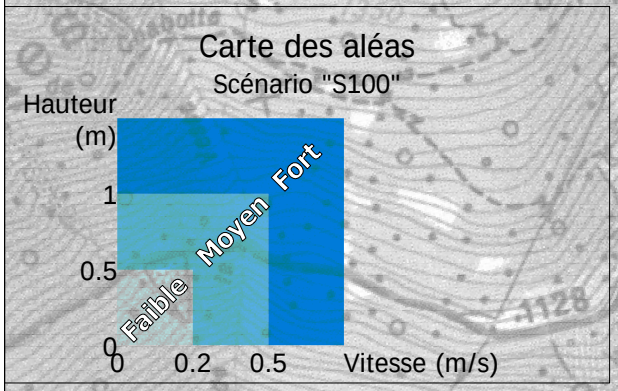


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N
E
W
S

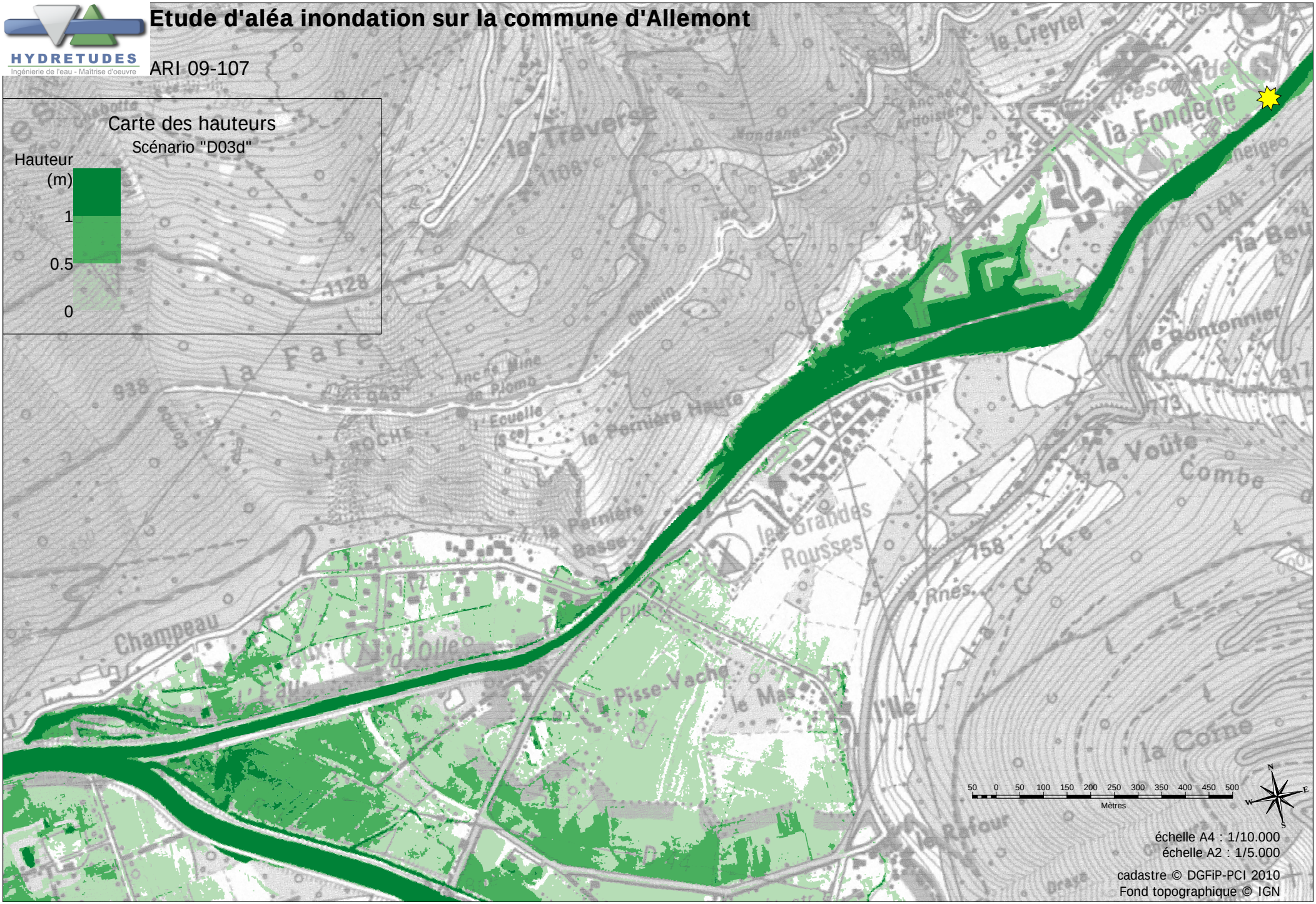
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



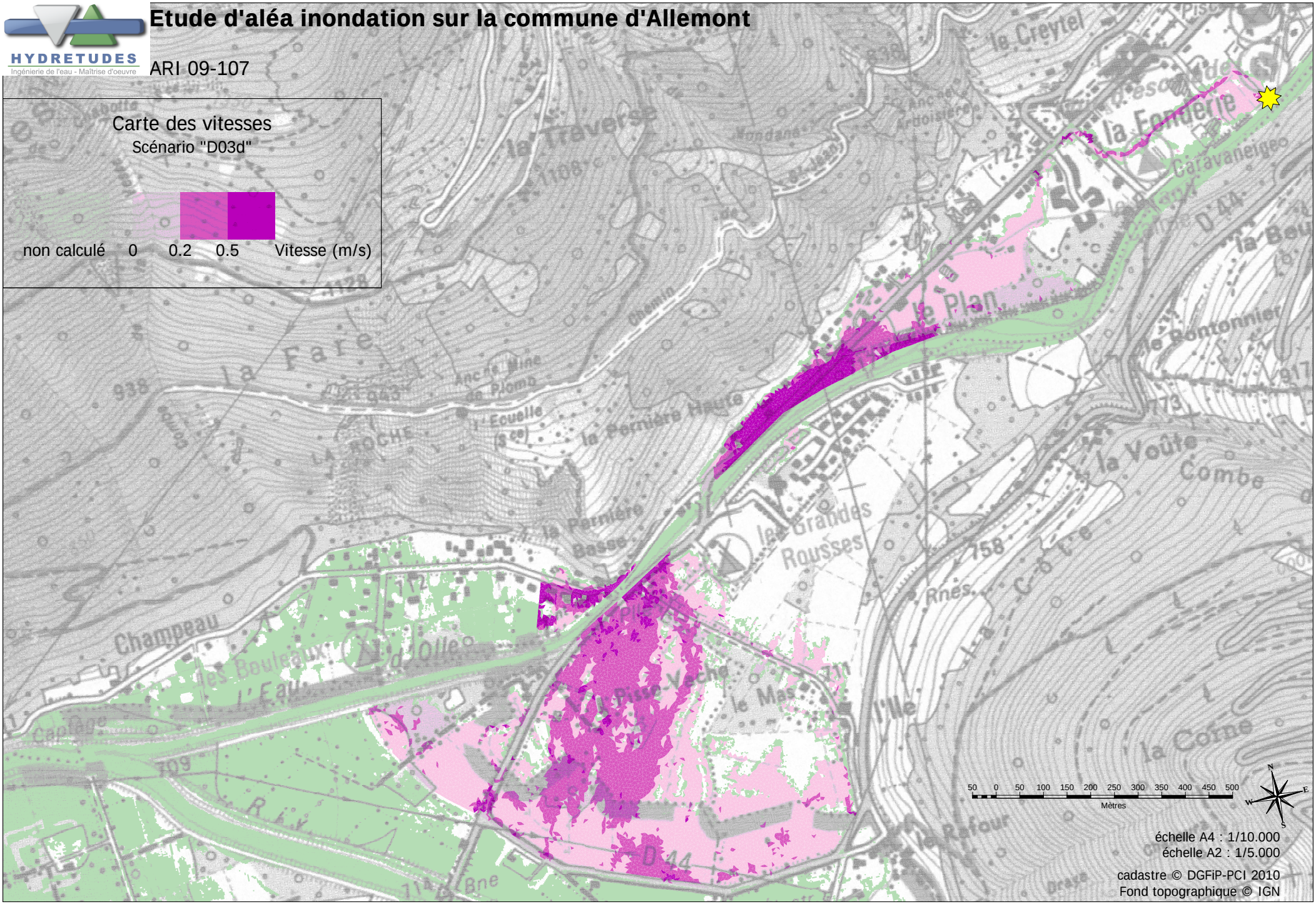
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

ARI 09-107



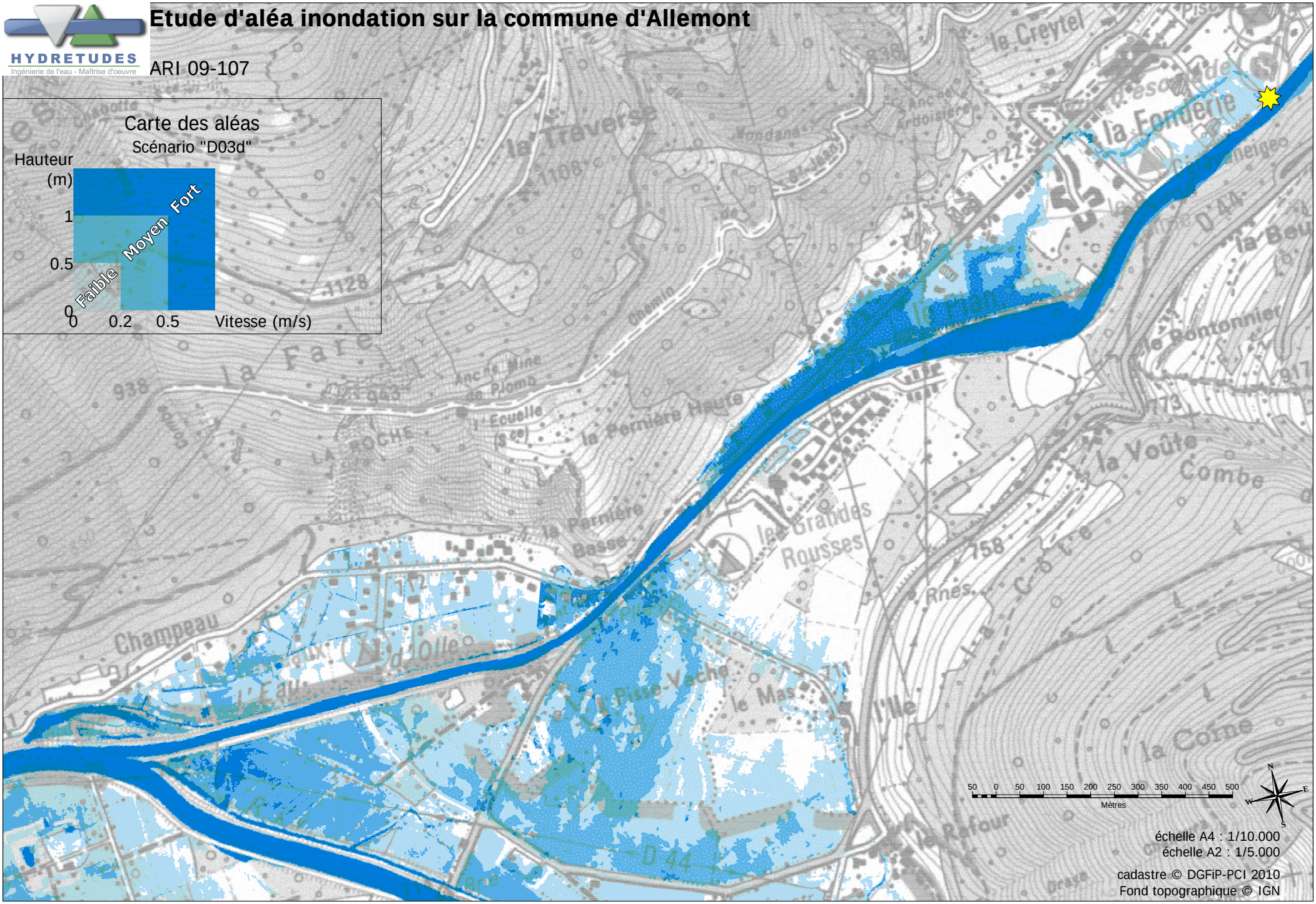
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



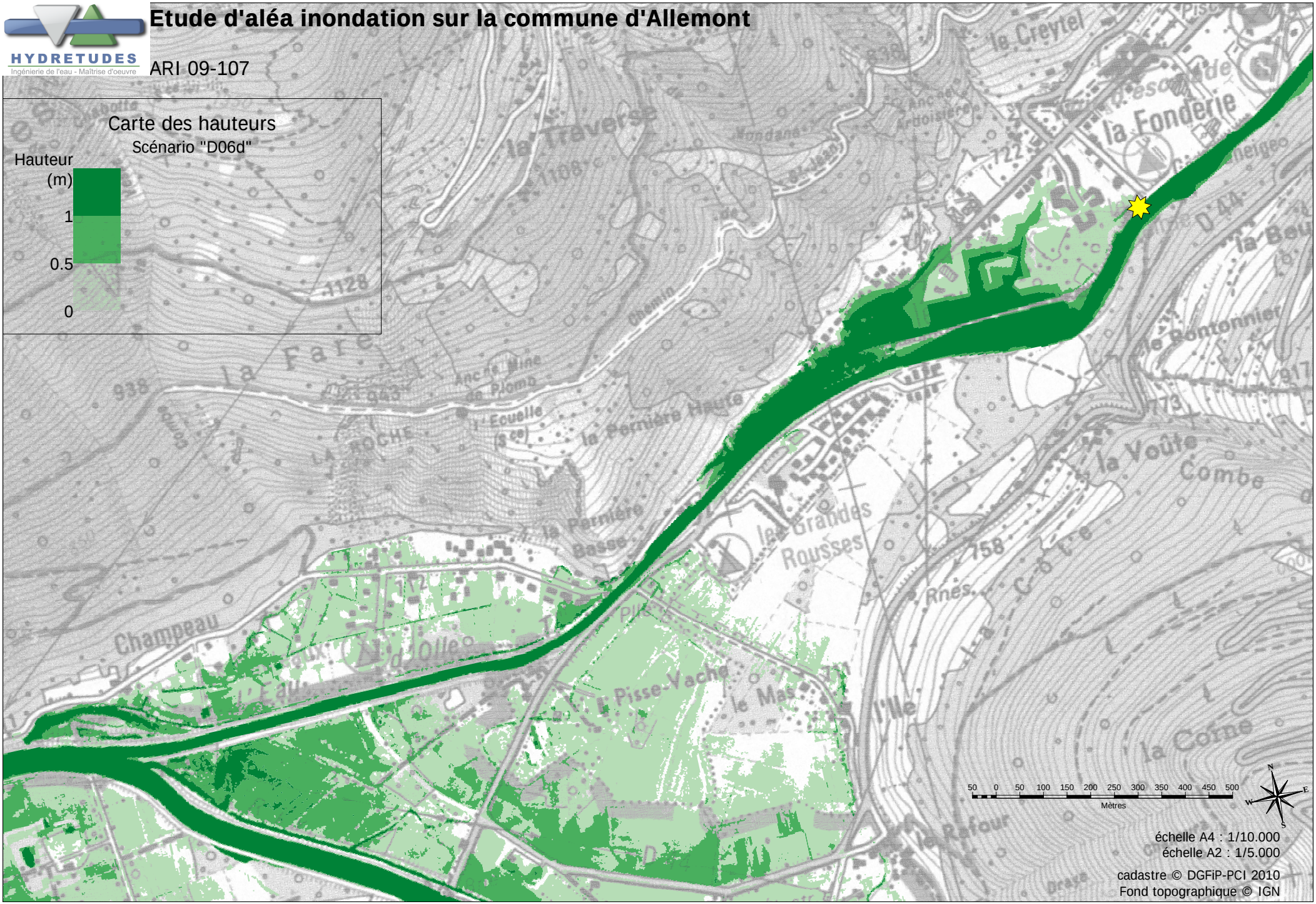
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



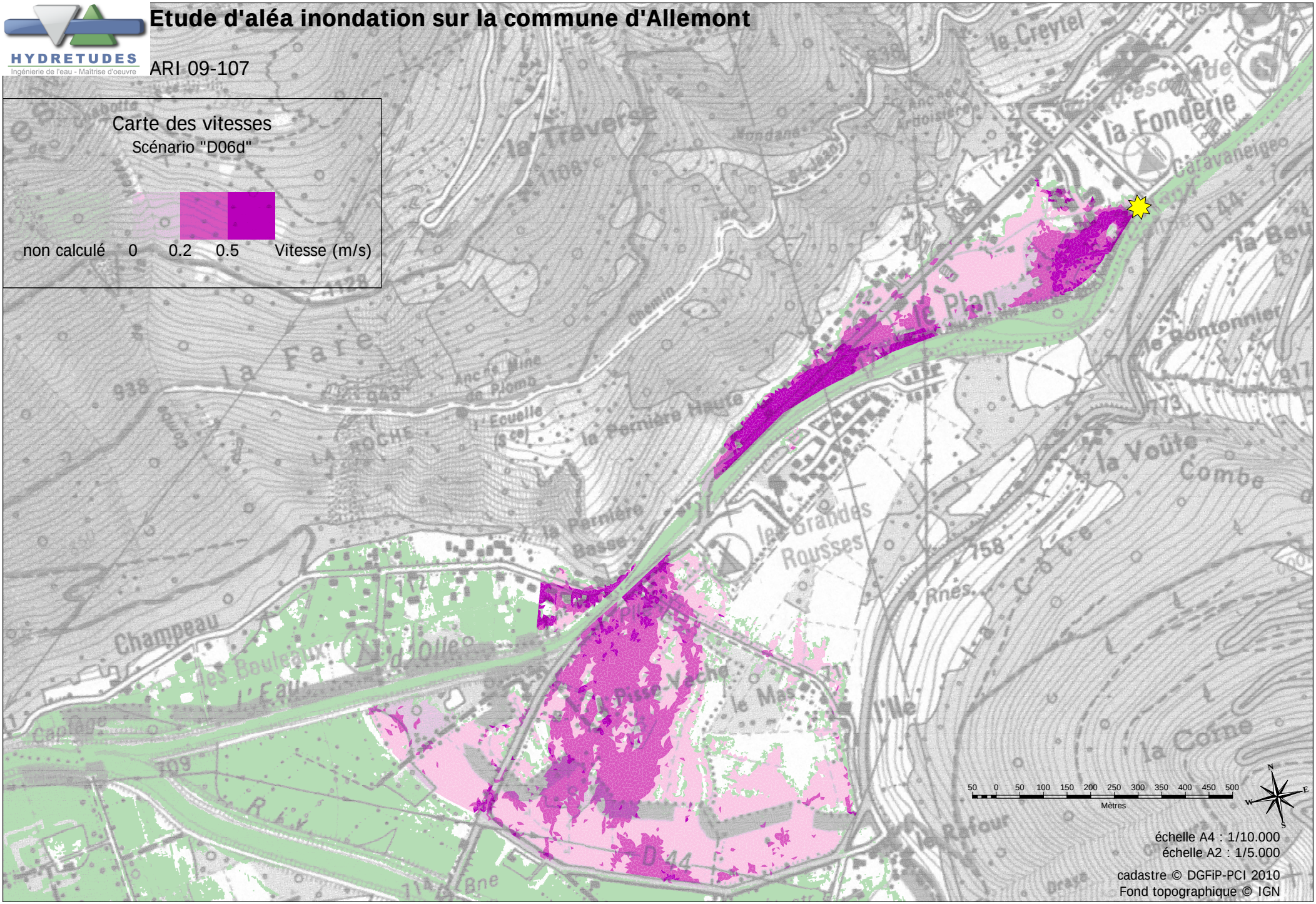
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



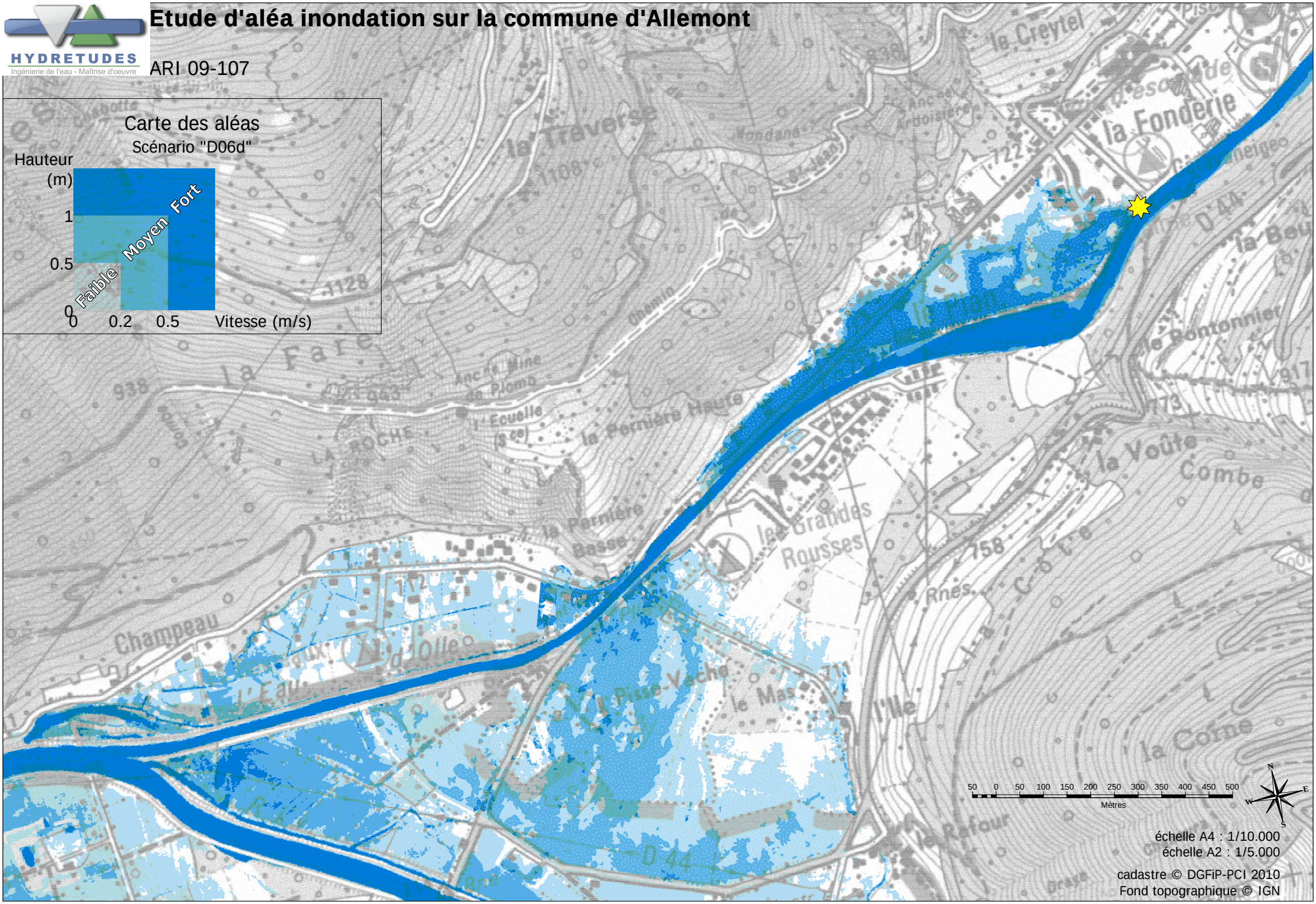
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



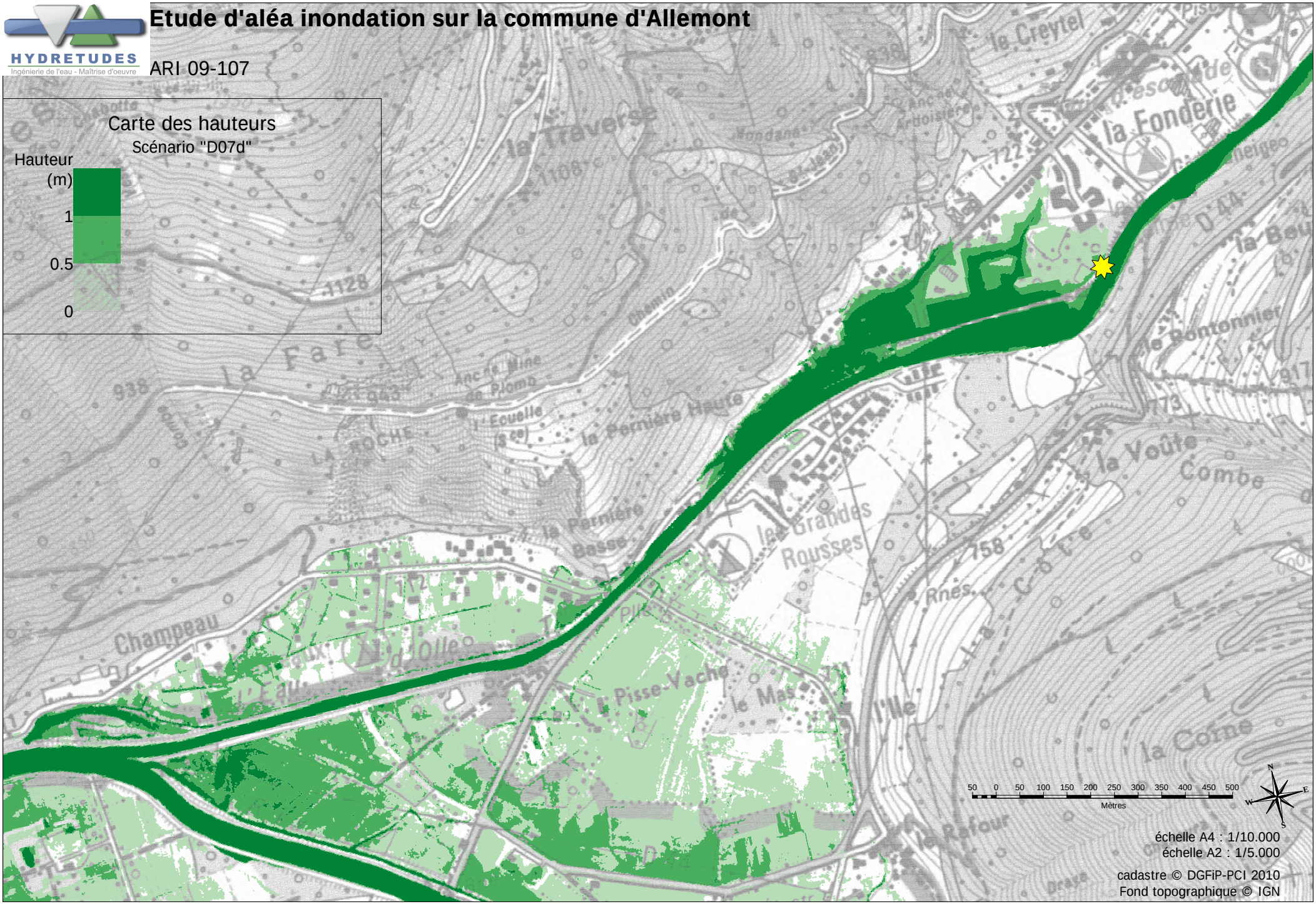
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



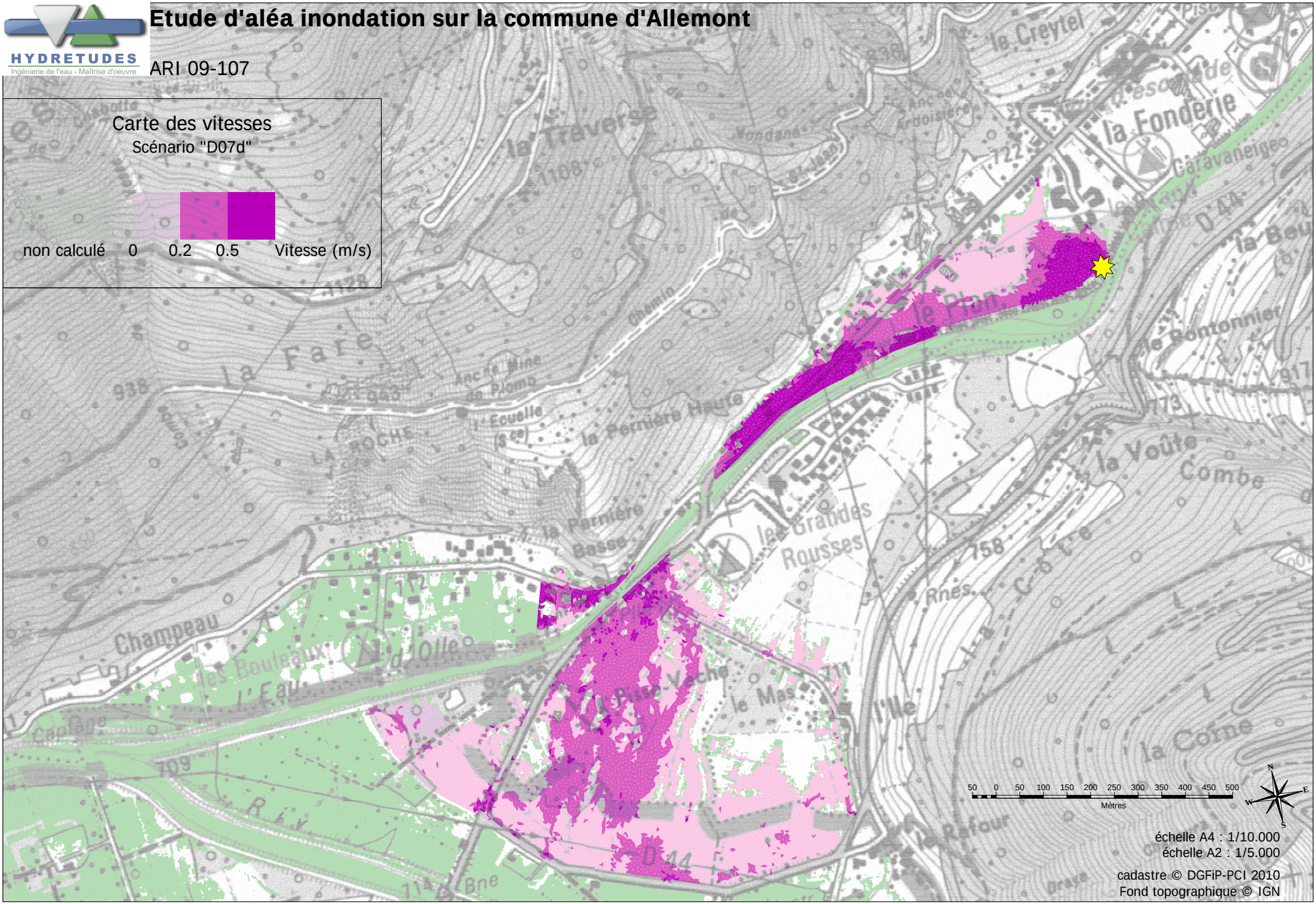
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



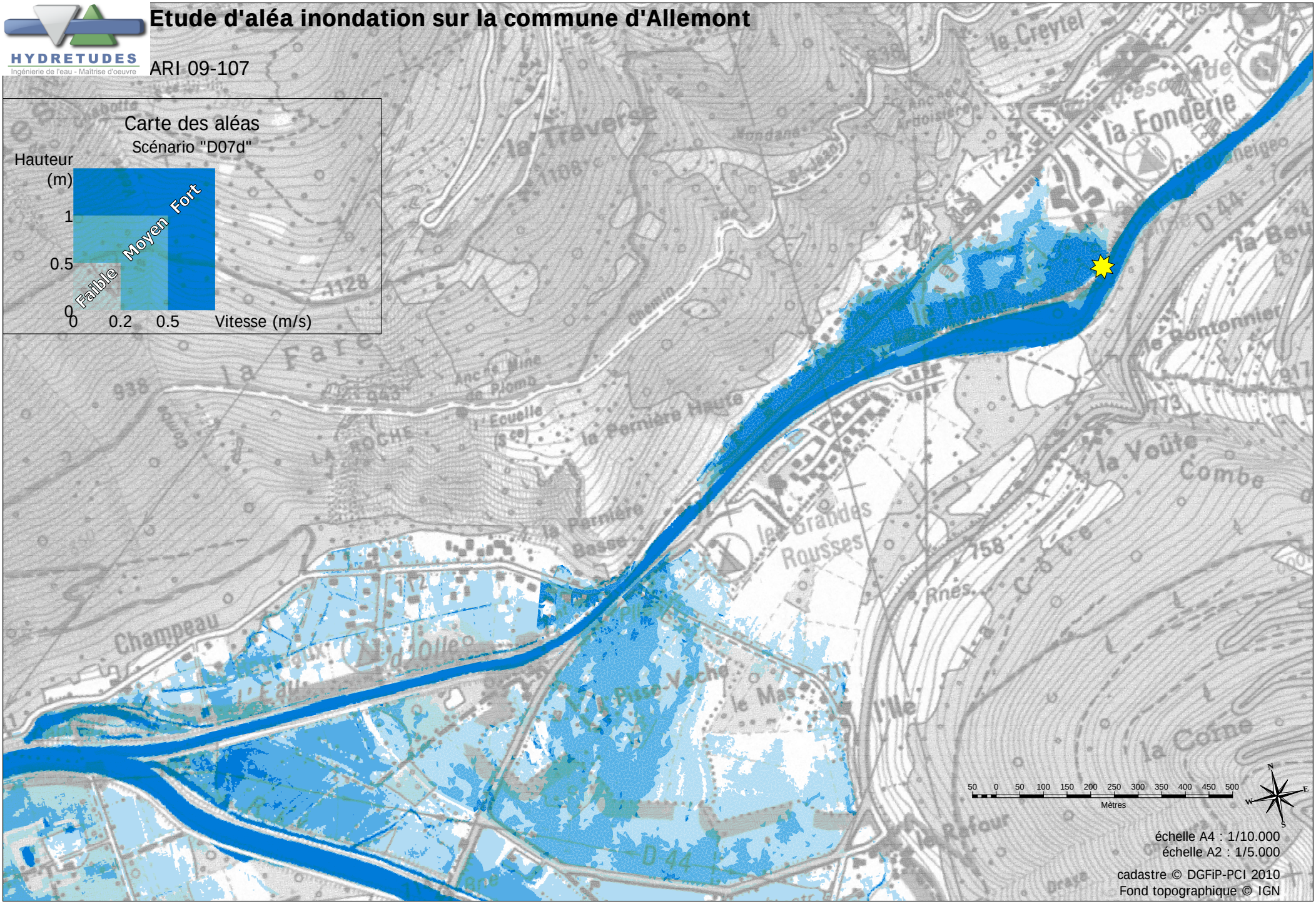
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

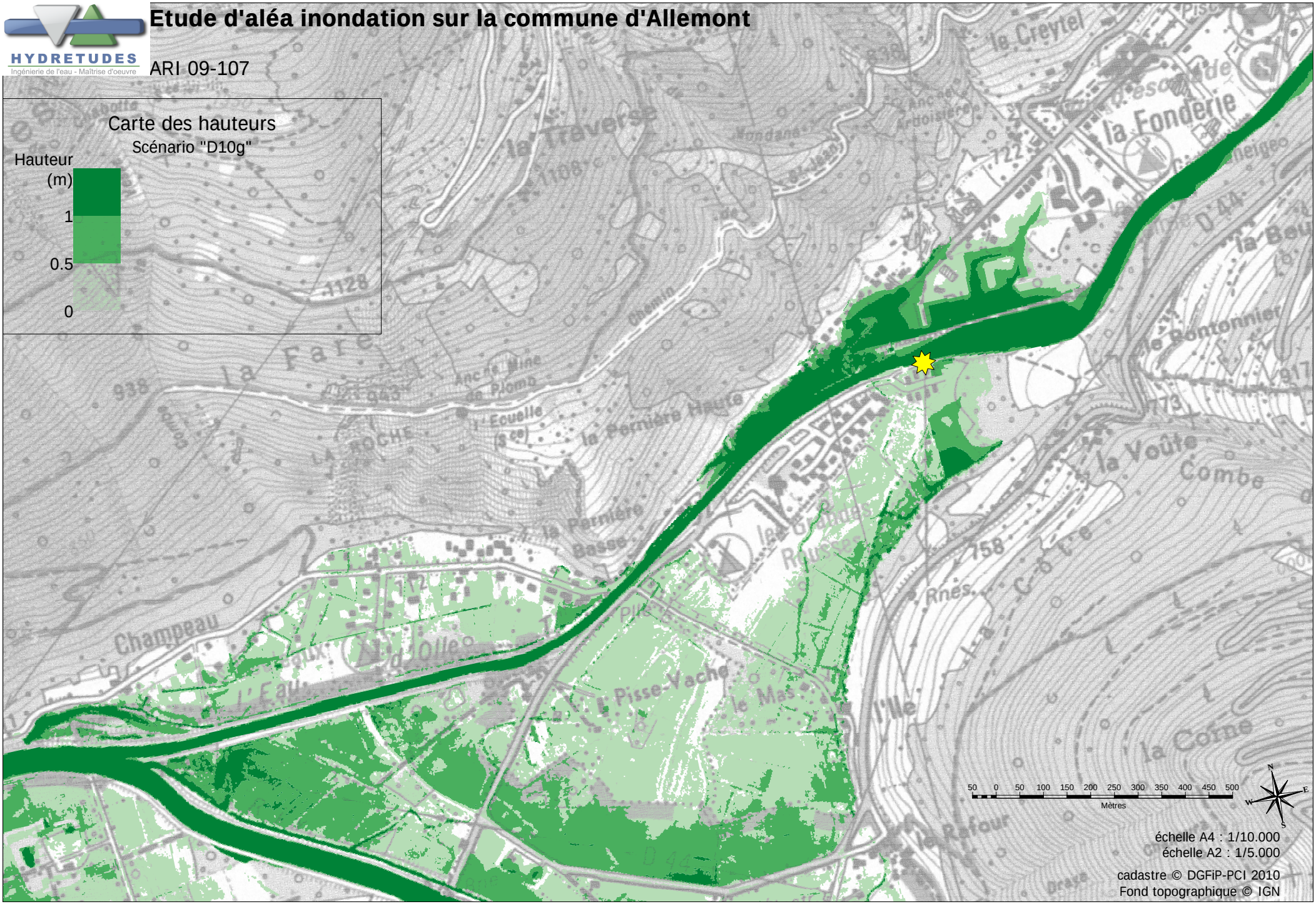


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



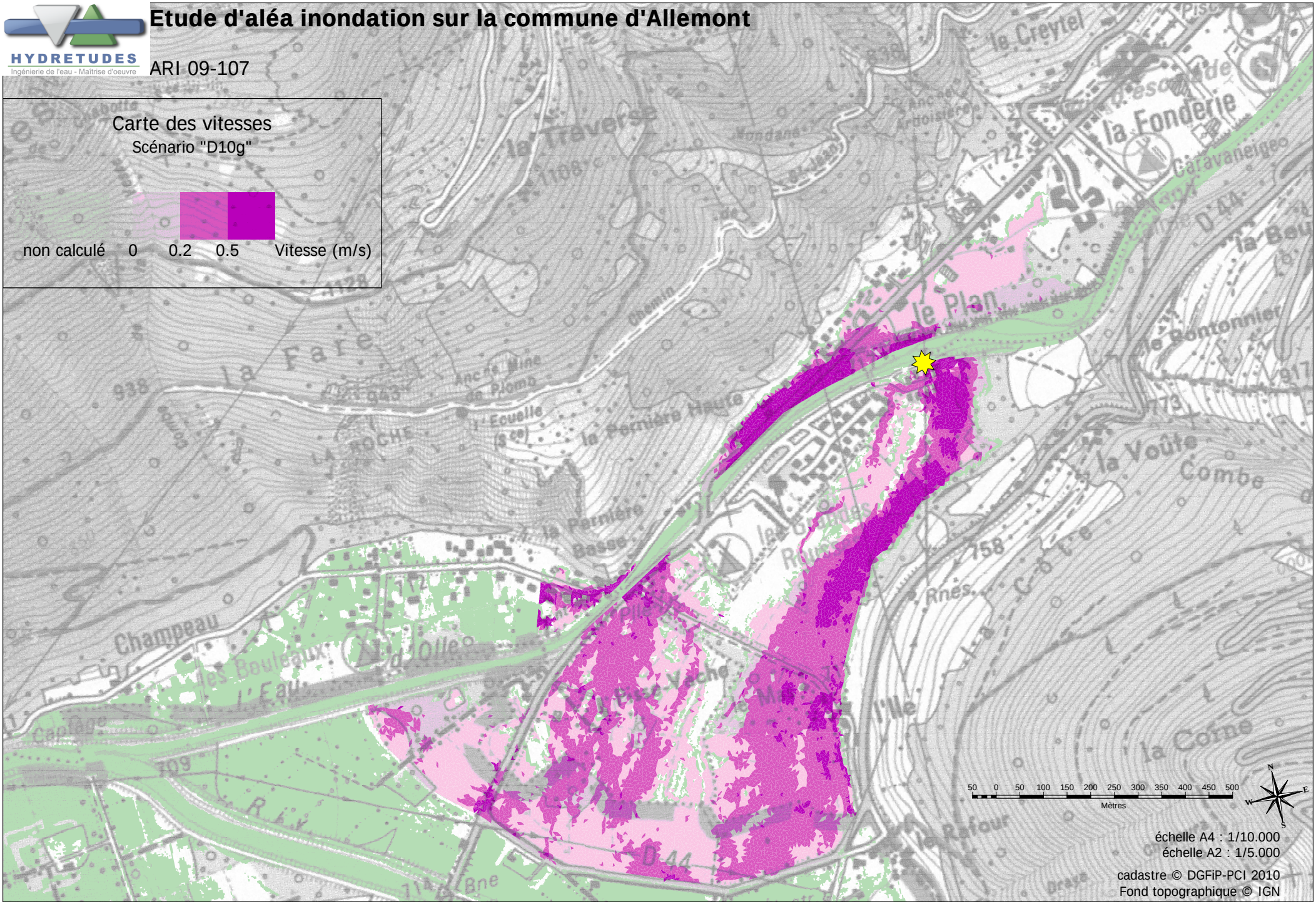
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



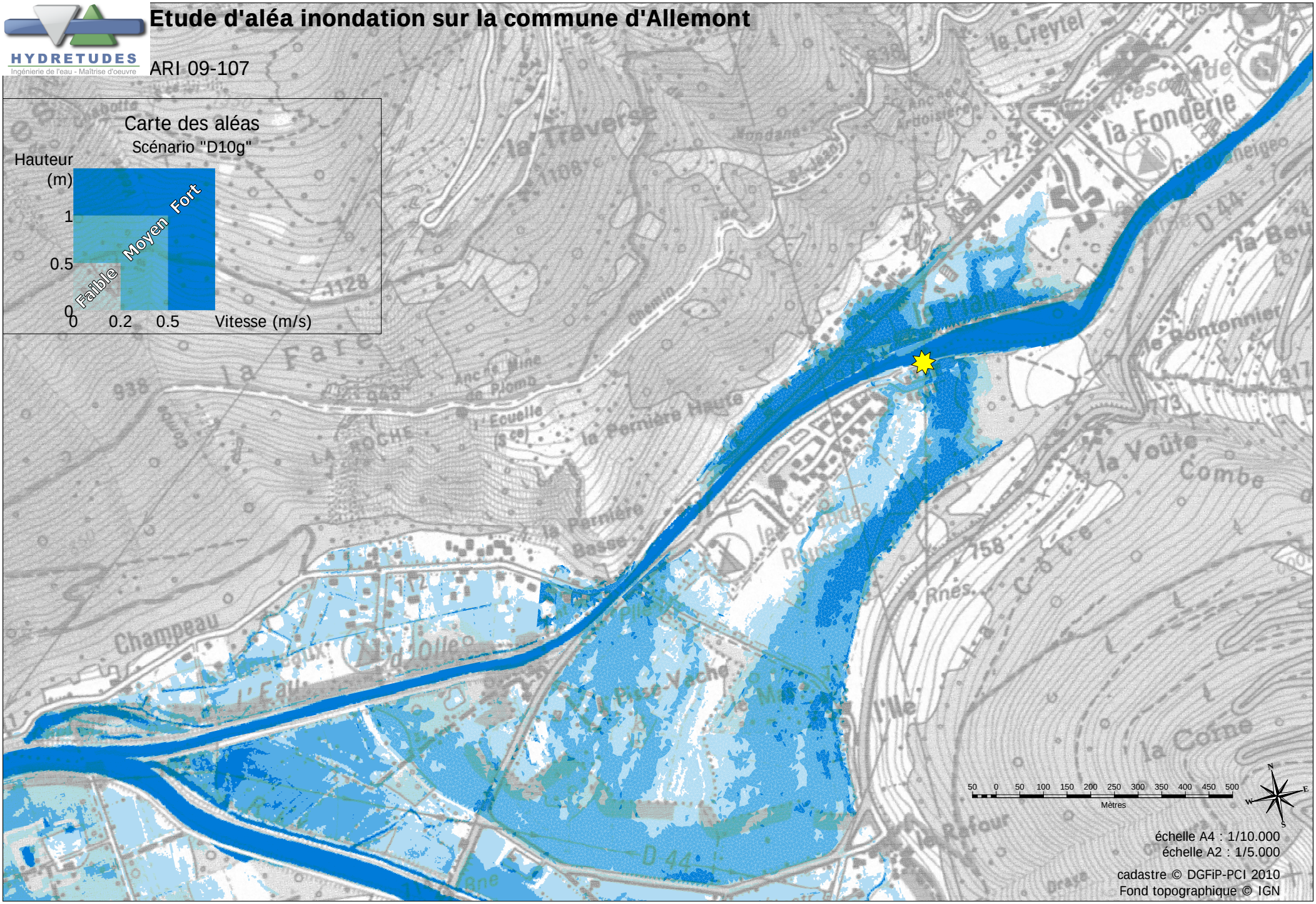
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

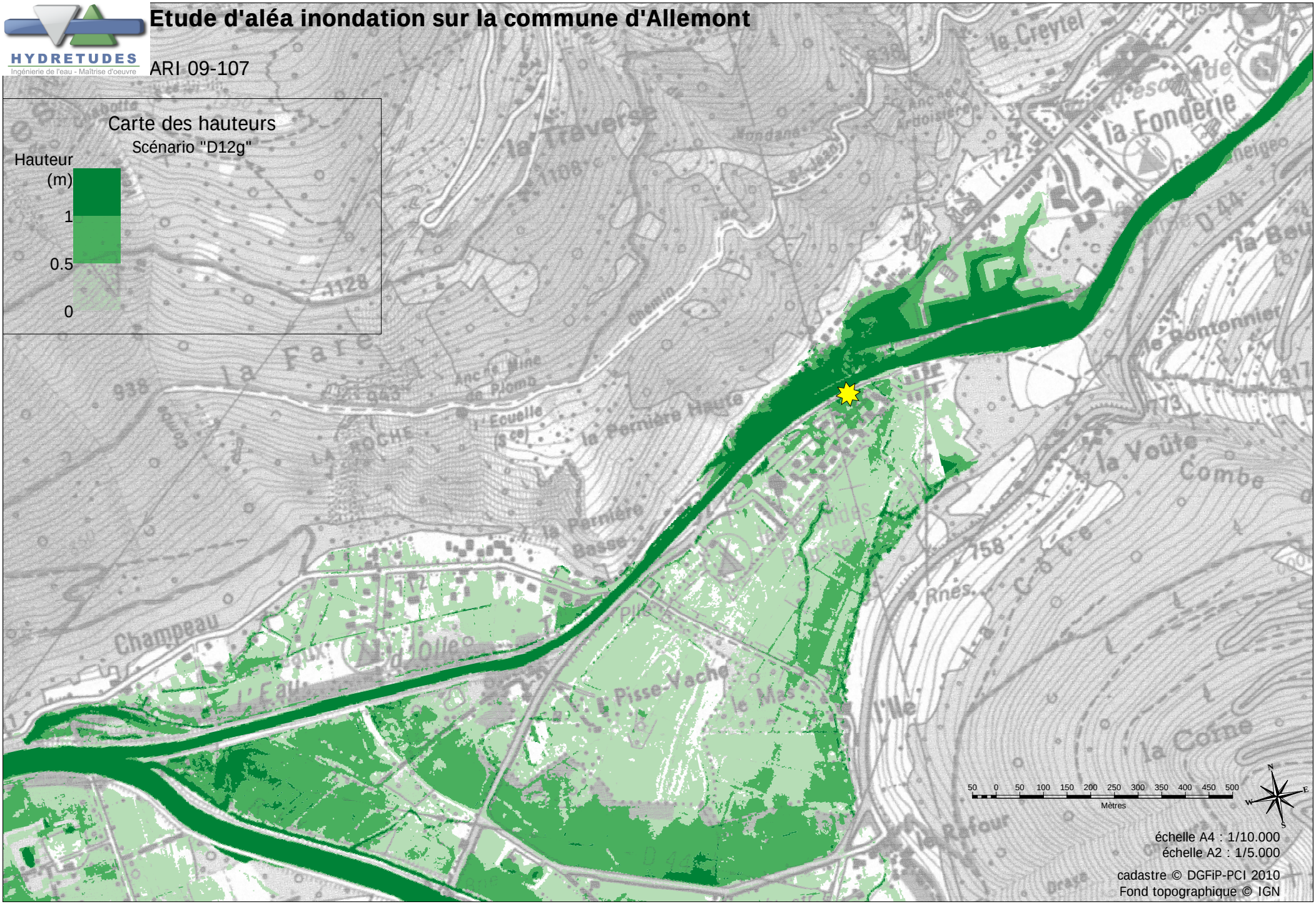


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



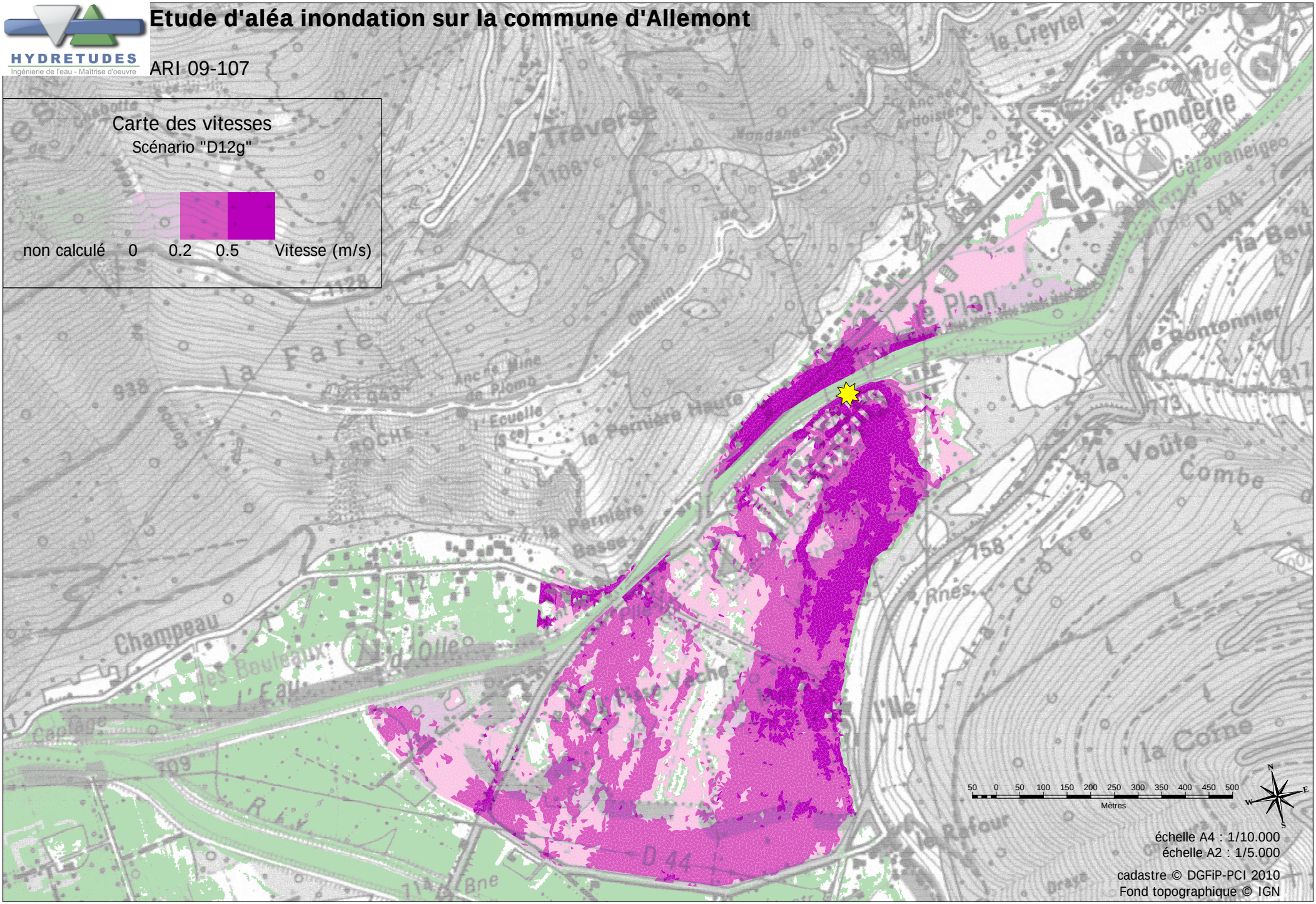
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

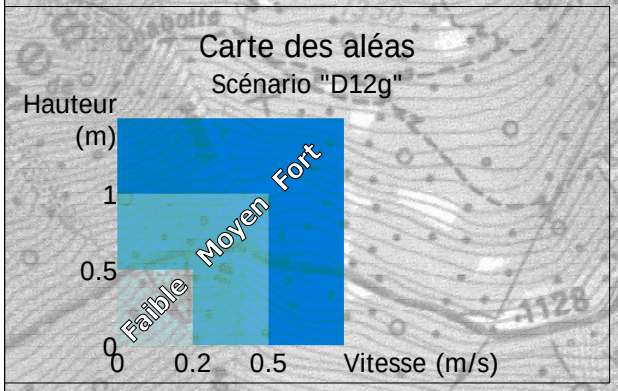


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N E S W

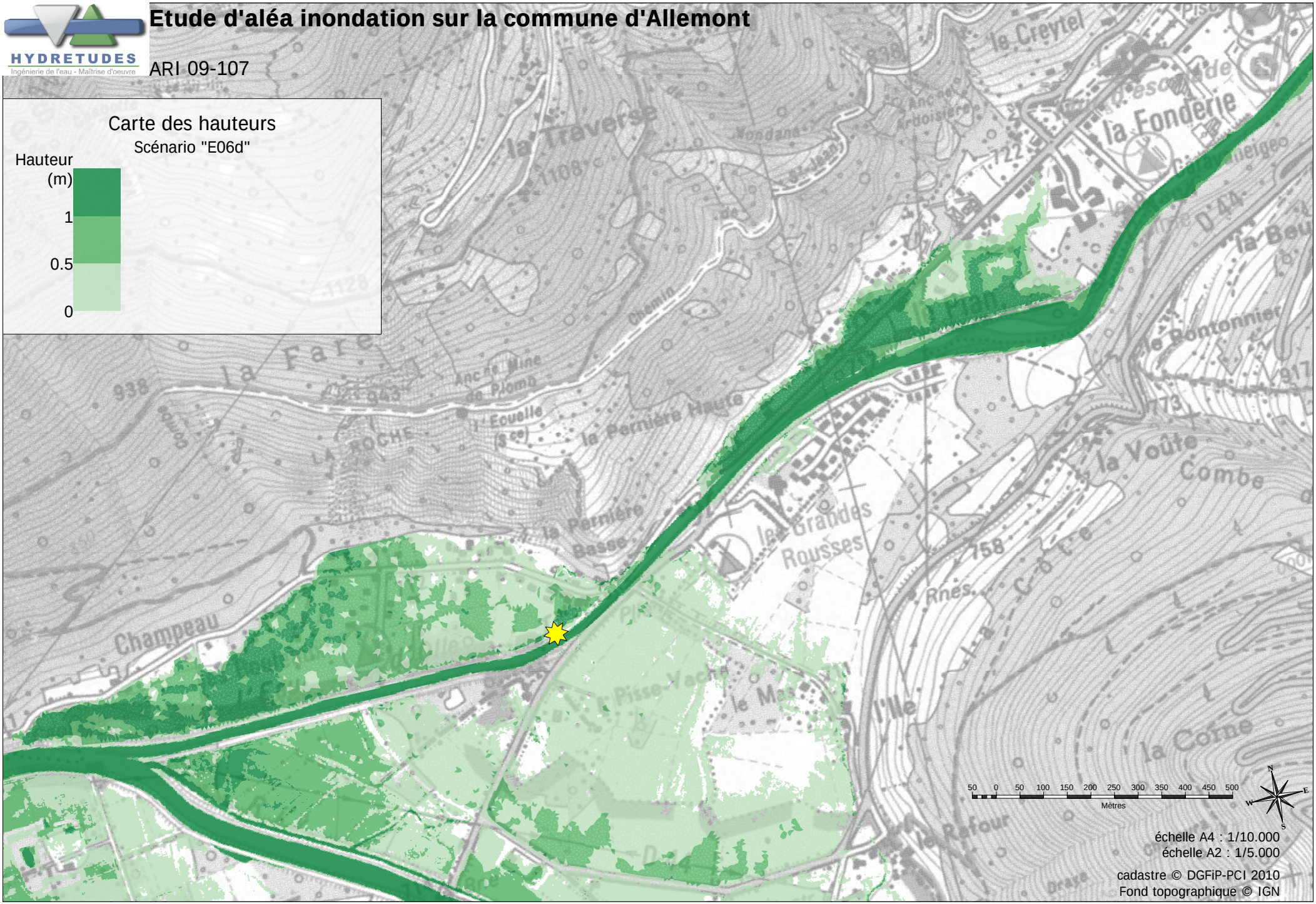
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

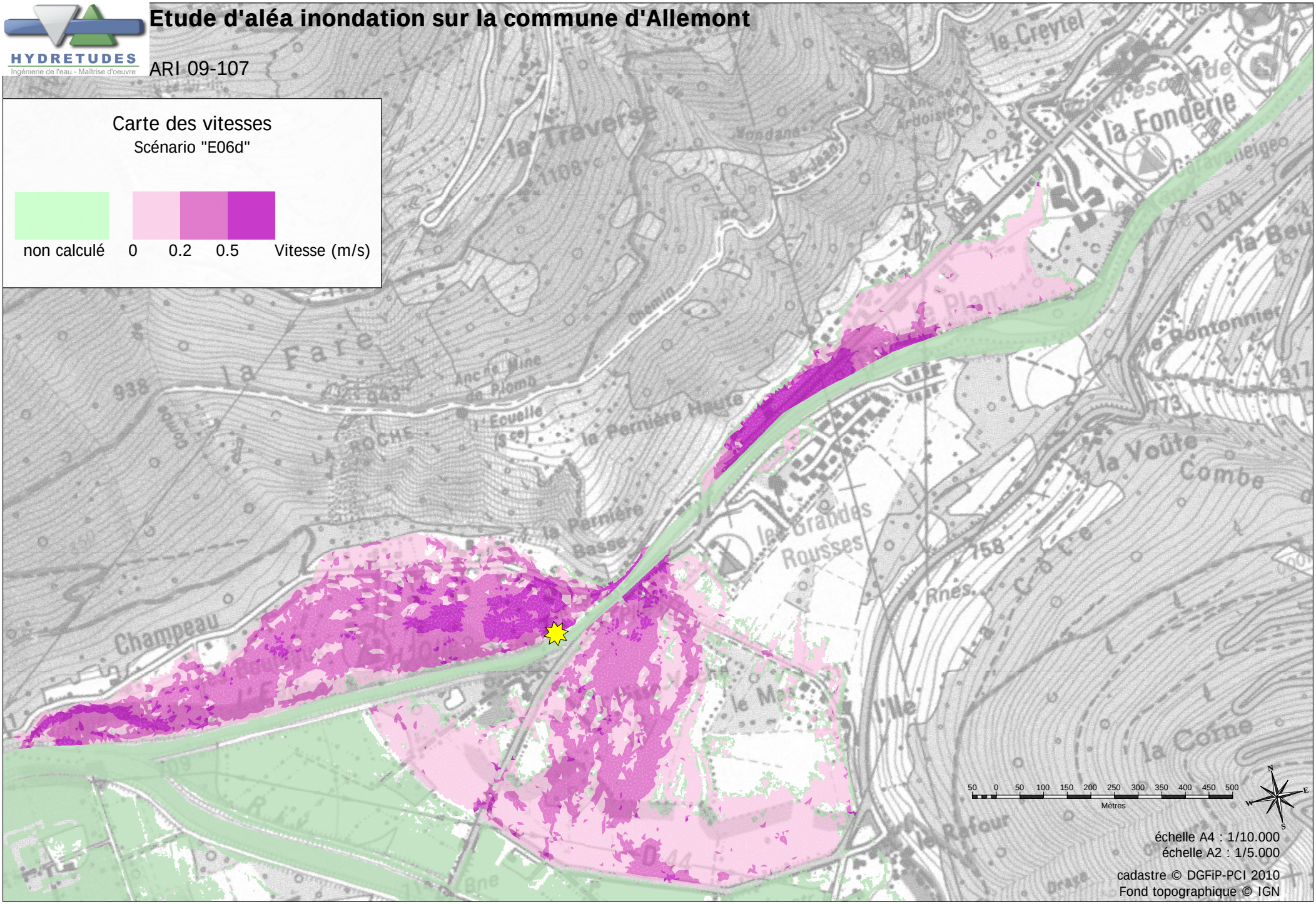
ARI 09-107



HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

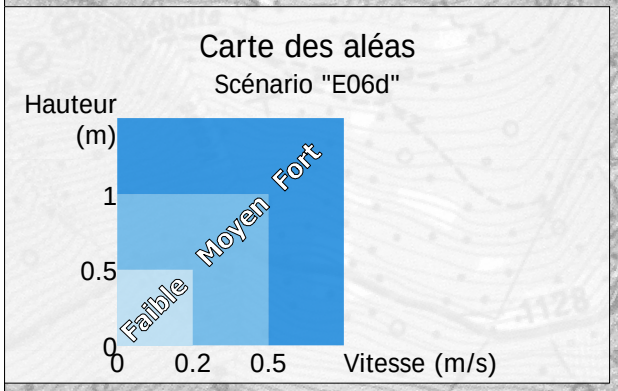


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N E S W

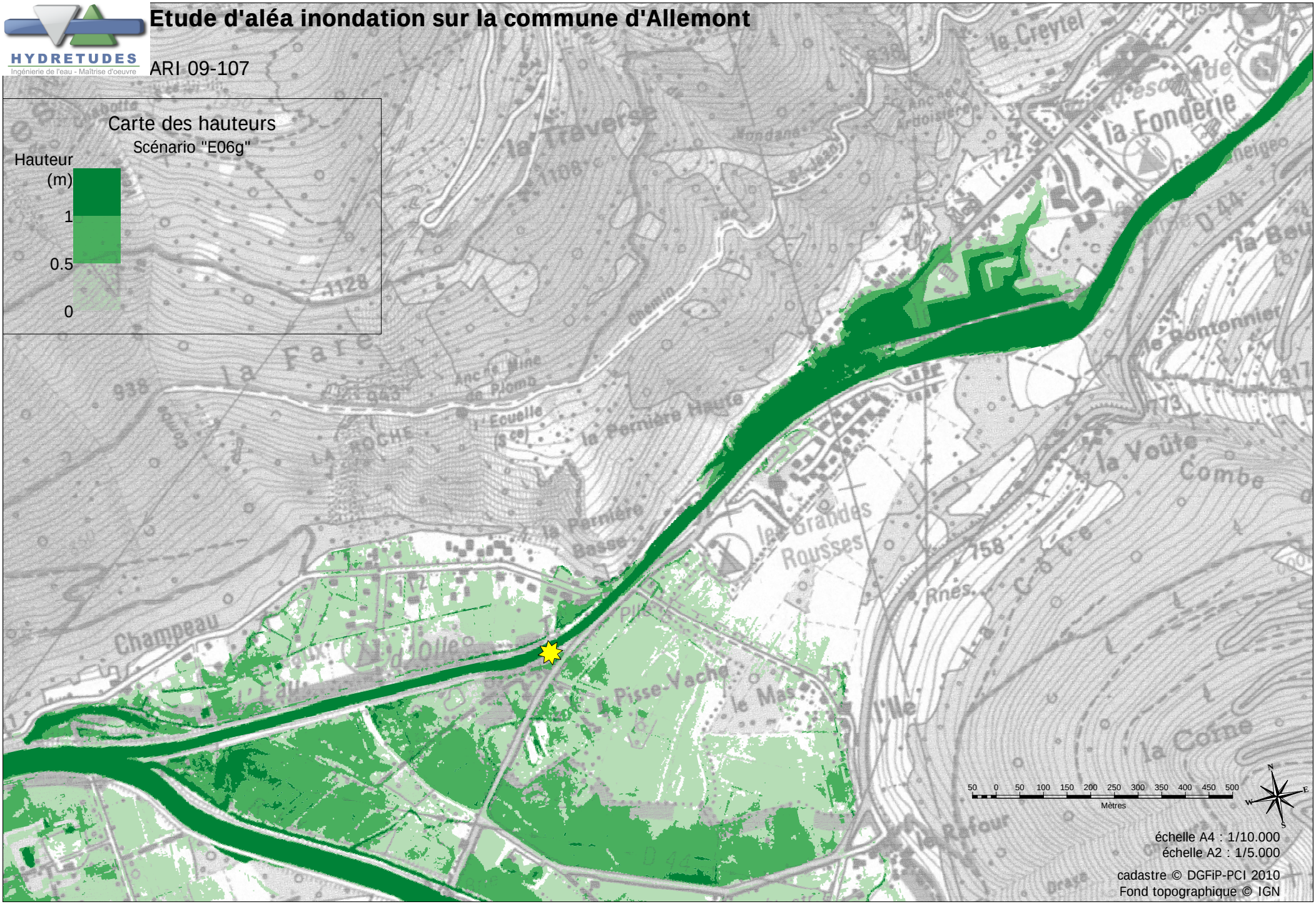
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



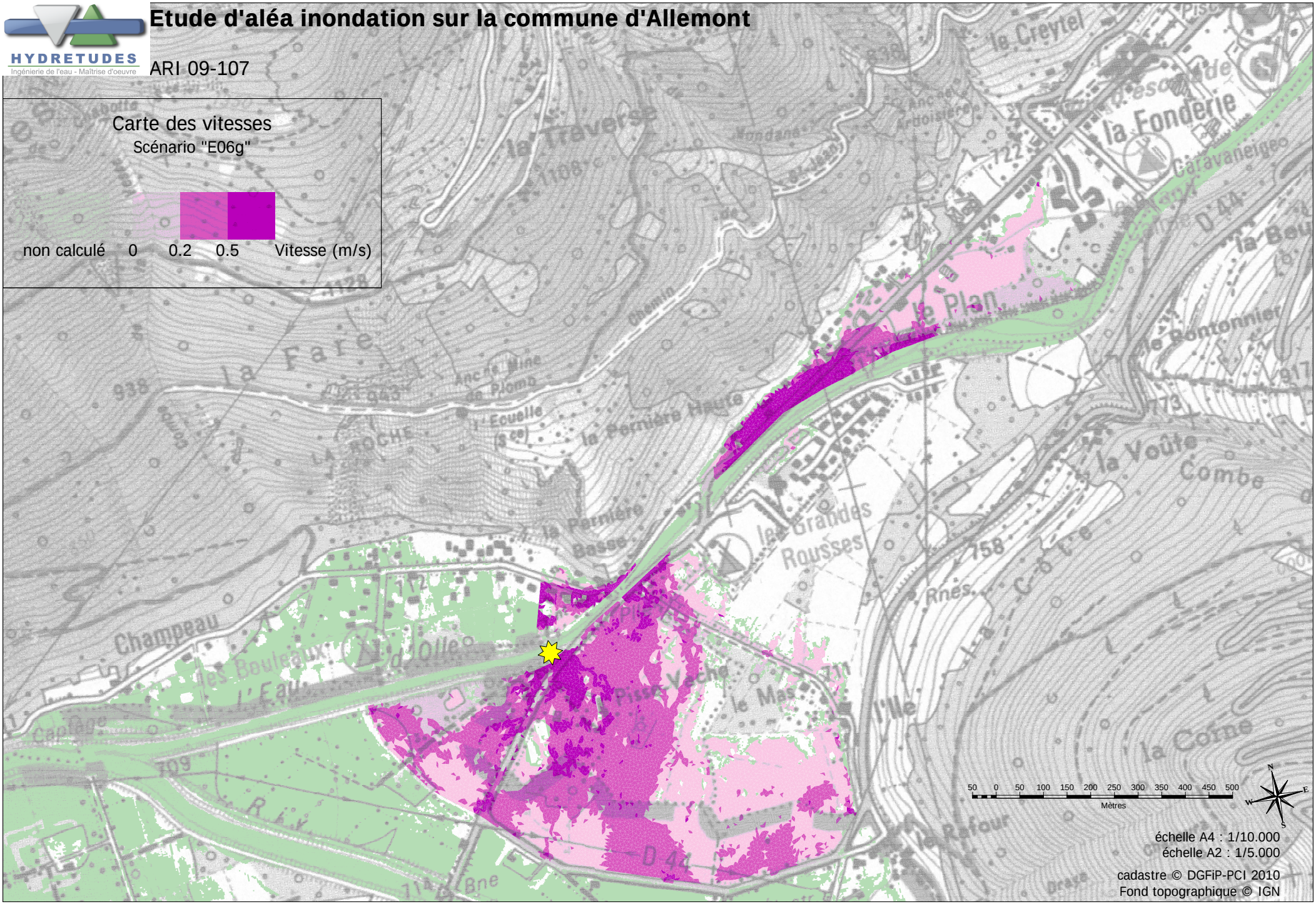
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



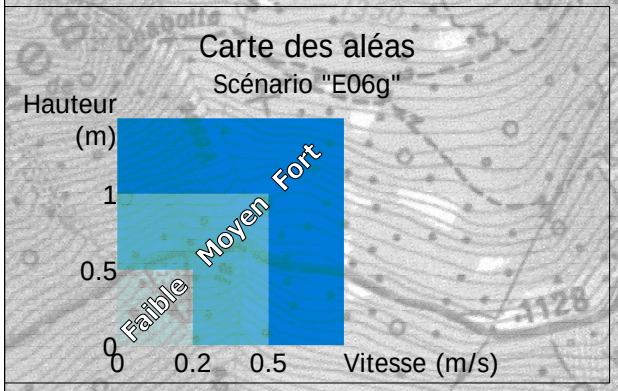
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

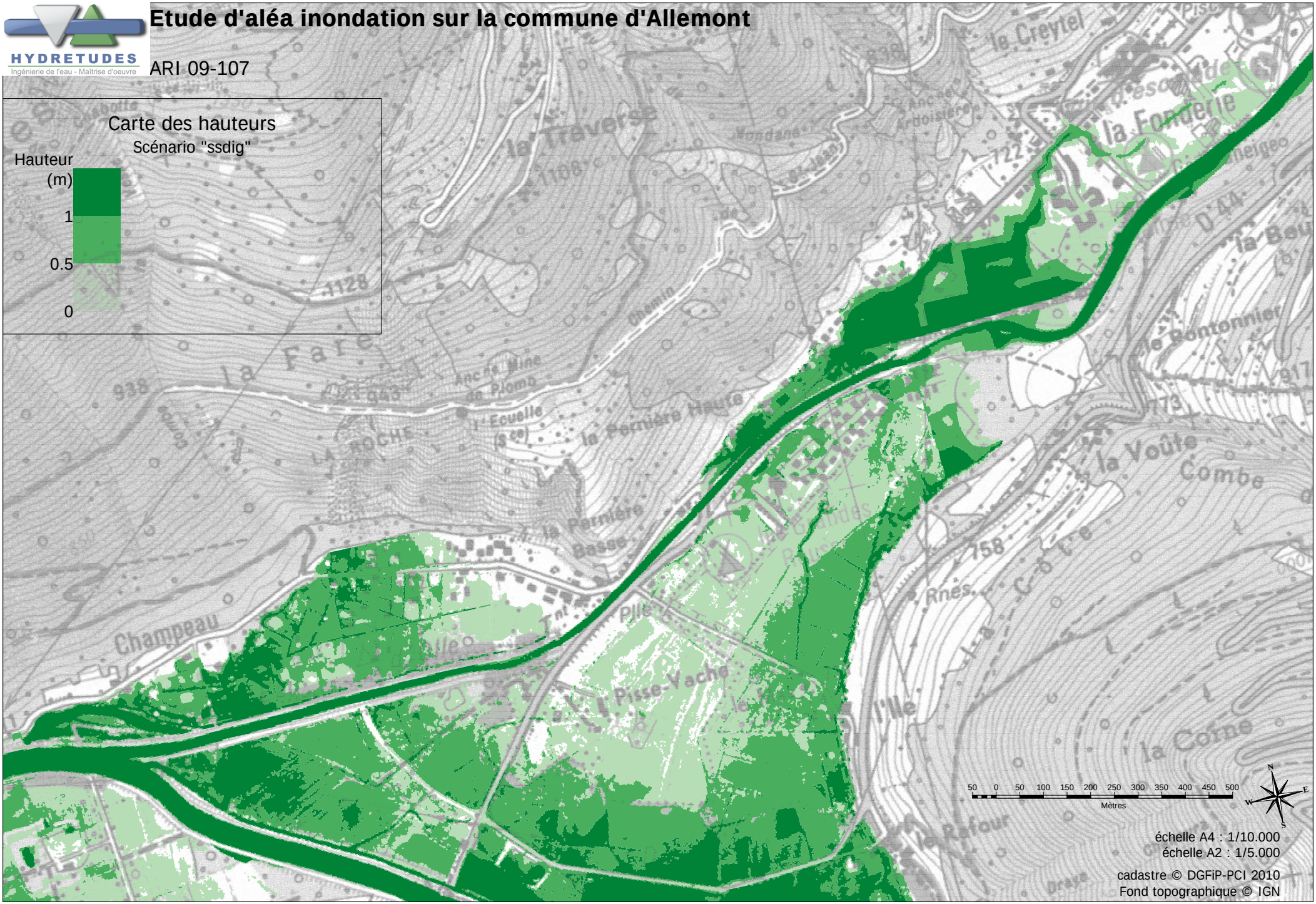
ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 3 : RESULTATS SCENARIO « SANS DIGUES »

Carte de hauteurs d'eau, de vitesses, d'aléas pour le scénario « sans digues » - cf. Annexe cartographique 1 – Carte « scénario "sans digue" pour le positionnement des digues prises en compte.

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



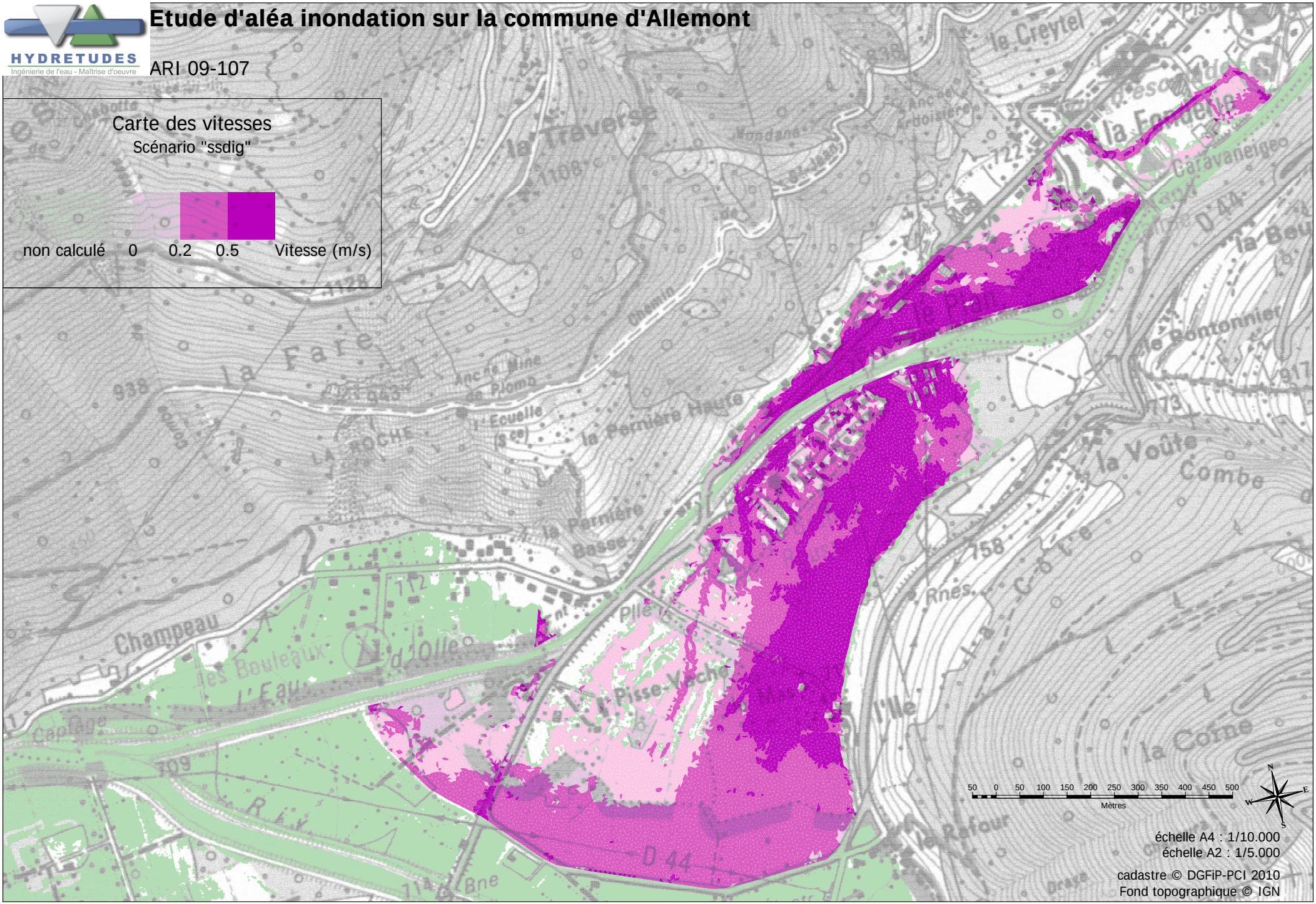
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

ARI 09-107



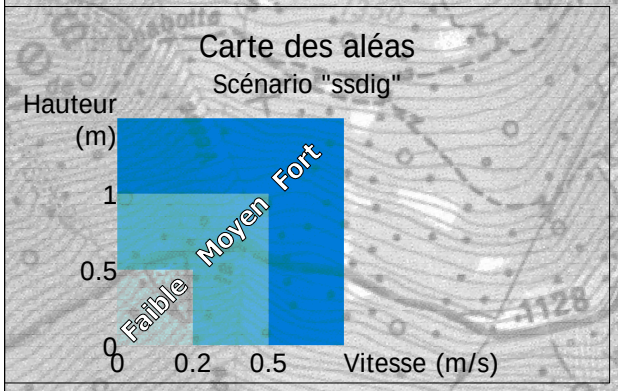
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N E S W

échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE 4 : ALEA DE REFERENCE

Chaque carte est présentée :

- Sur fond IGN
- Sur fond cadastral

Hauteurs, vitesses :

« Fusion » des 8 scénarios en configuration actuelle (non compris scénario sans digue)

Aléas : Deux configurations présentées :

- « Fusion » des 8 scénarios en configuration actuelle (non compris scénario sans digue) hors aléa lié à la proximité des digues[3]

- « Fusion » des 8 scénarios en configuration actuelle (non compris scénario sans digue) et de la carte d'aléa lié à la proximité des digues, avec prise en compte uniquement de l'aléa FORT.

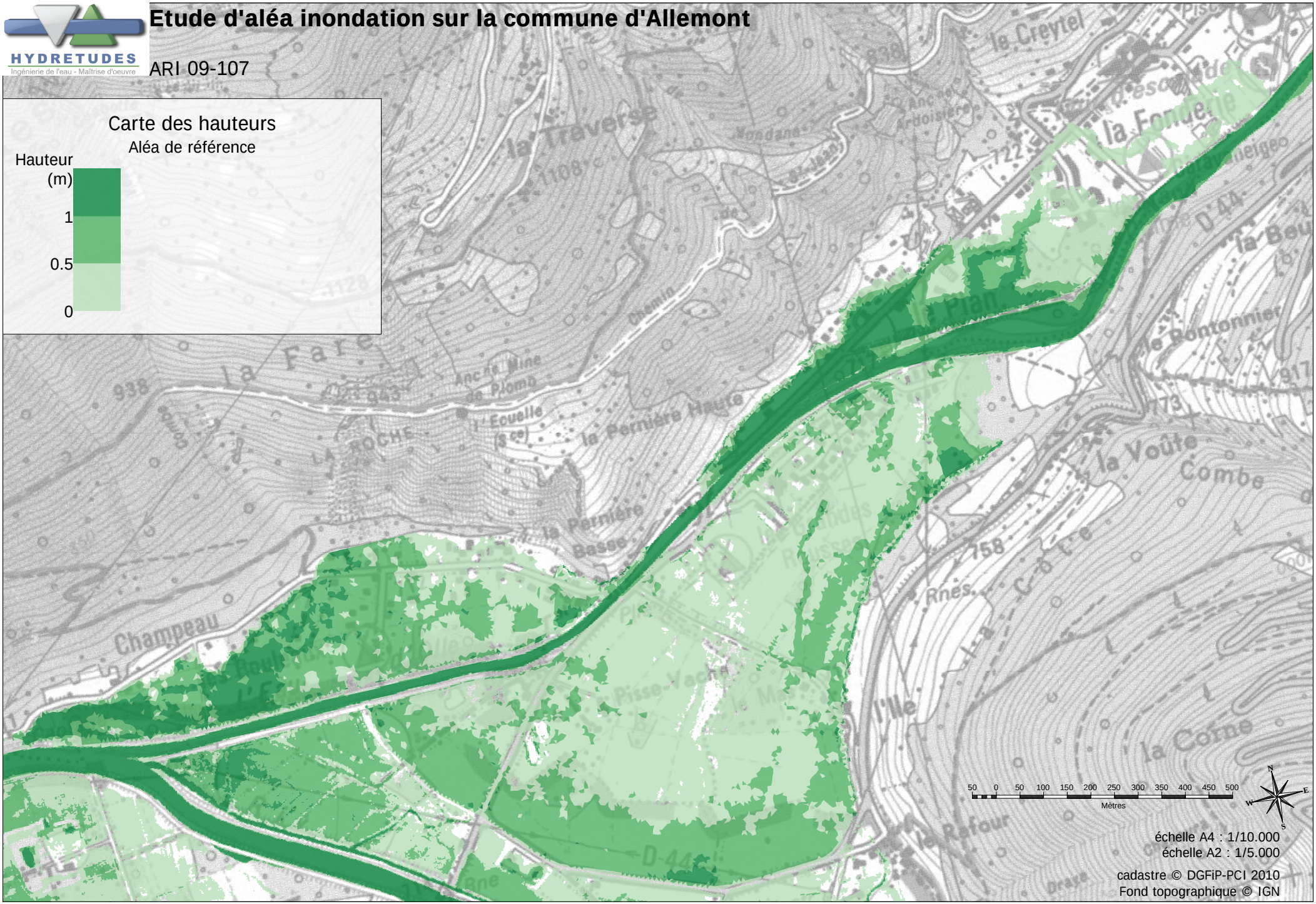
Soit en tout 8 cartes

[3] cf. annexe cartographique 1, carte « Aléa impliqué par la vitesse d'écoulement à proximité des digues en cas de rupture »

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

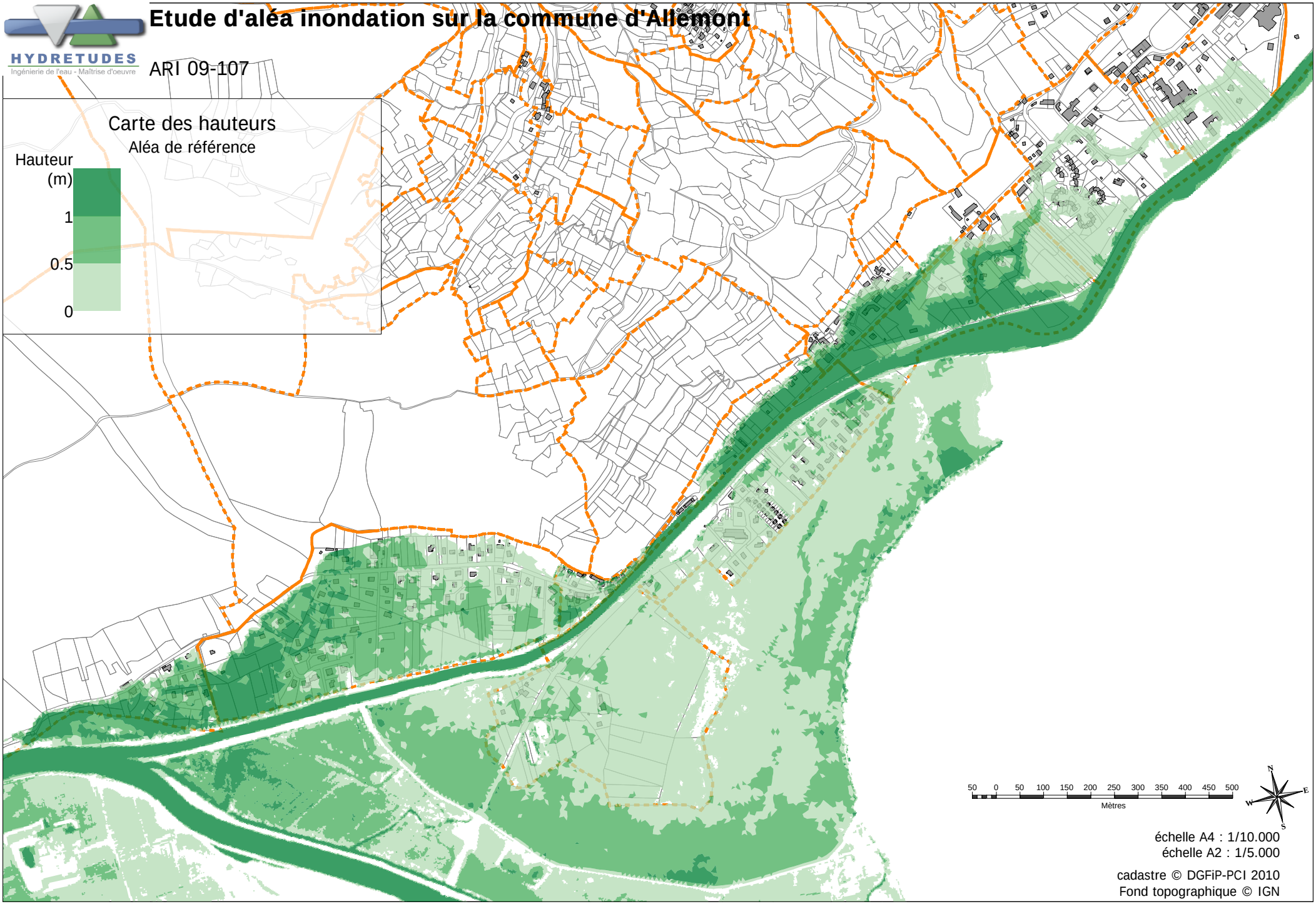


échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



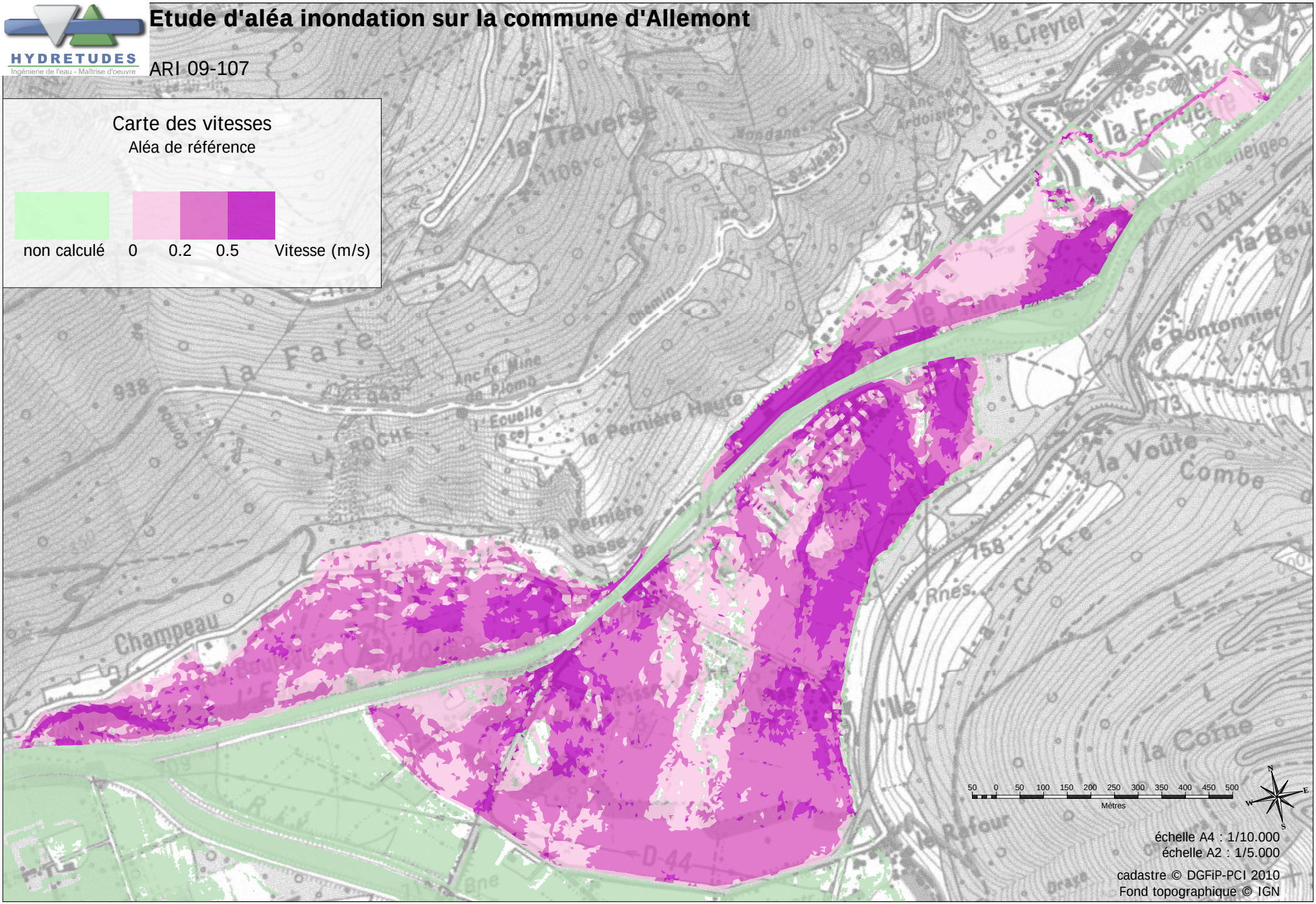
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



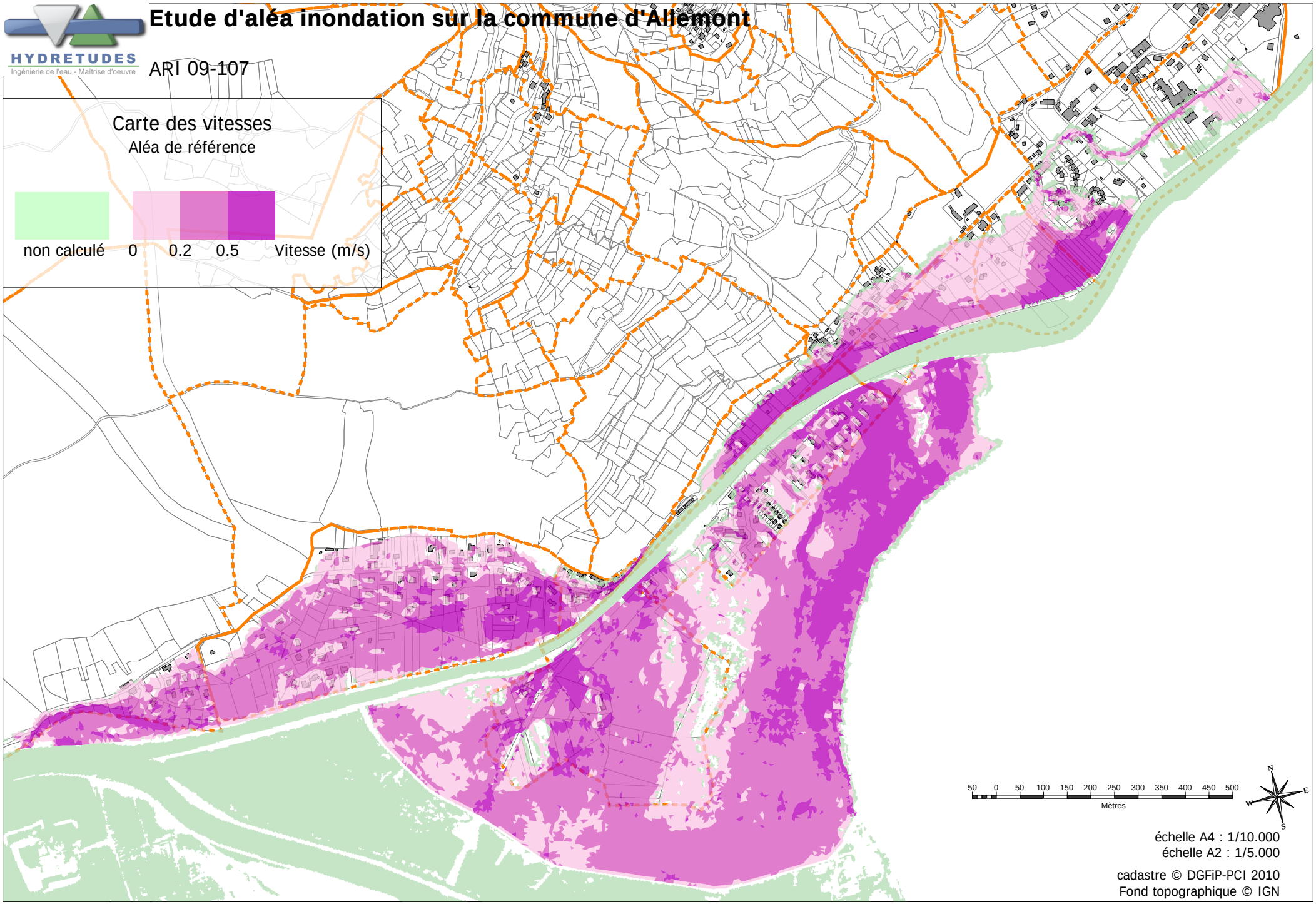
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

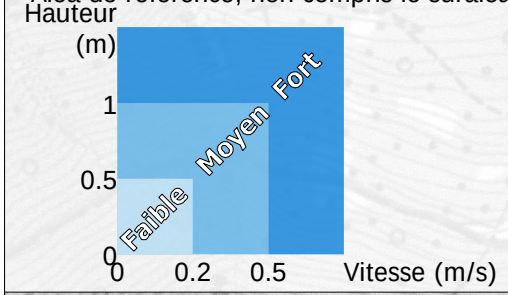
HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

Carte des aléas

Aléa de référence, non compris le suraléa digue



limite d'inondation par Romanche seule

50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N
E
W
S

échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

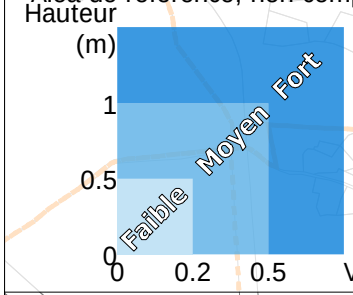
Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Carte des aléas

Aléa de référence, non compris le suraléa digue



limite d'inondation par Romanche seule

50 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Mètres

N
E
S
W

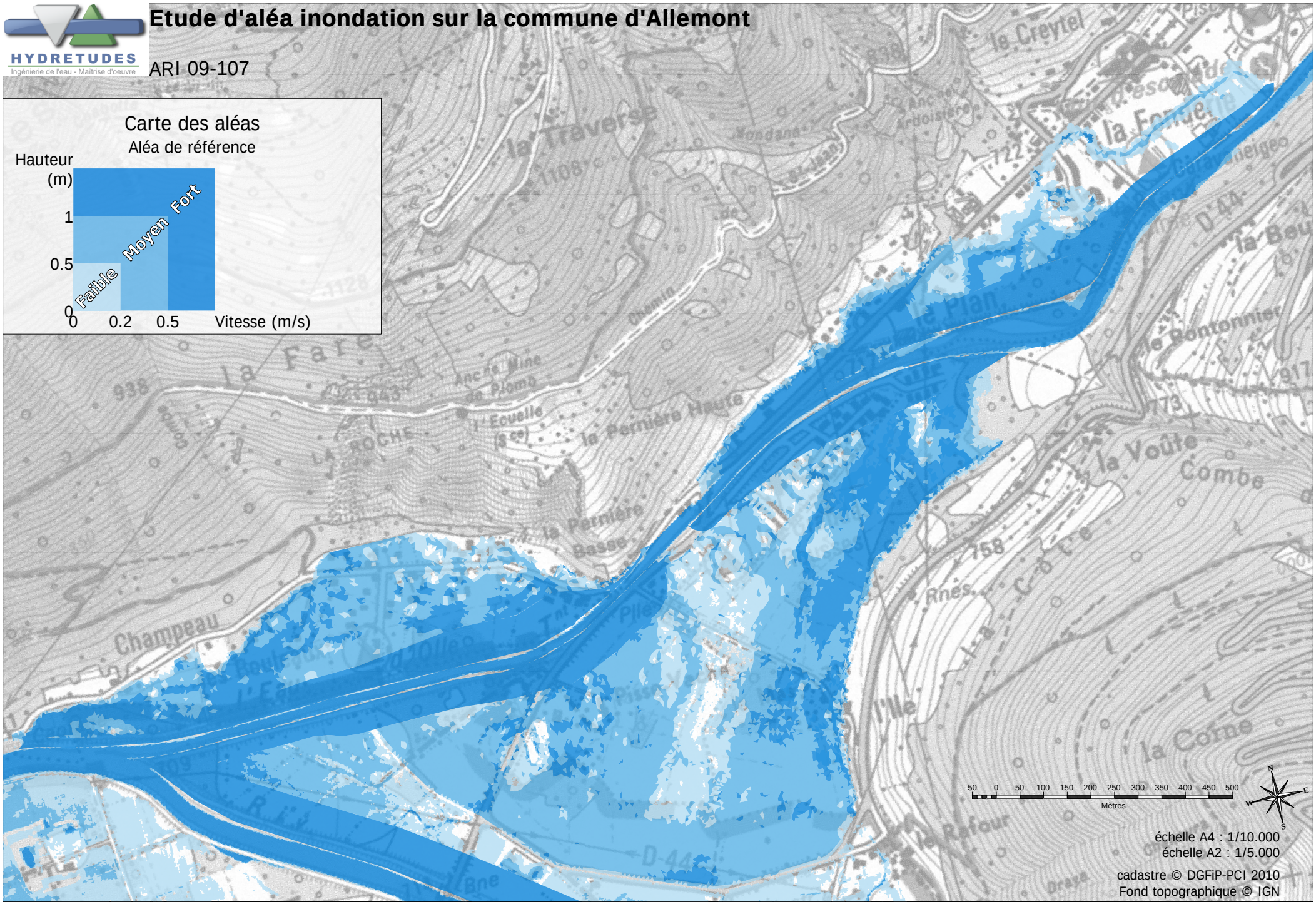
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

ARI 09-107



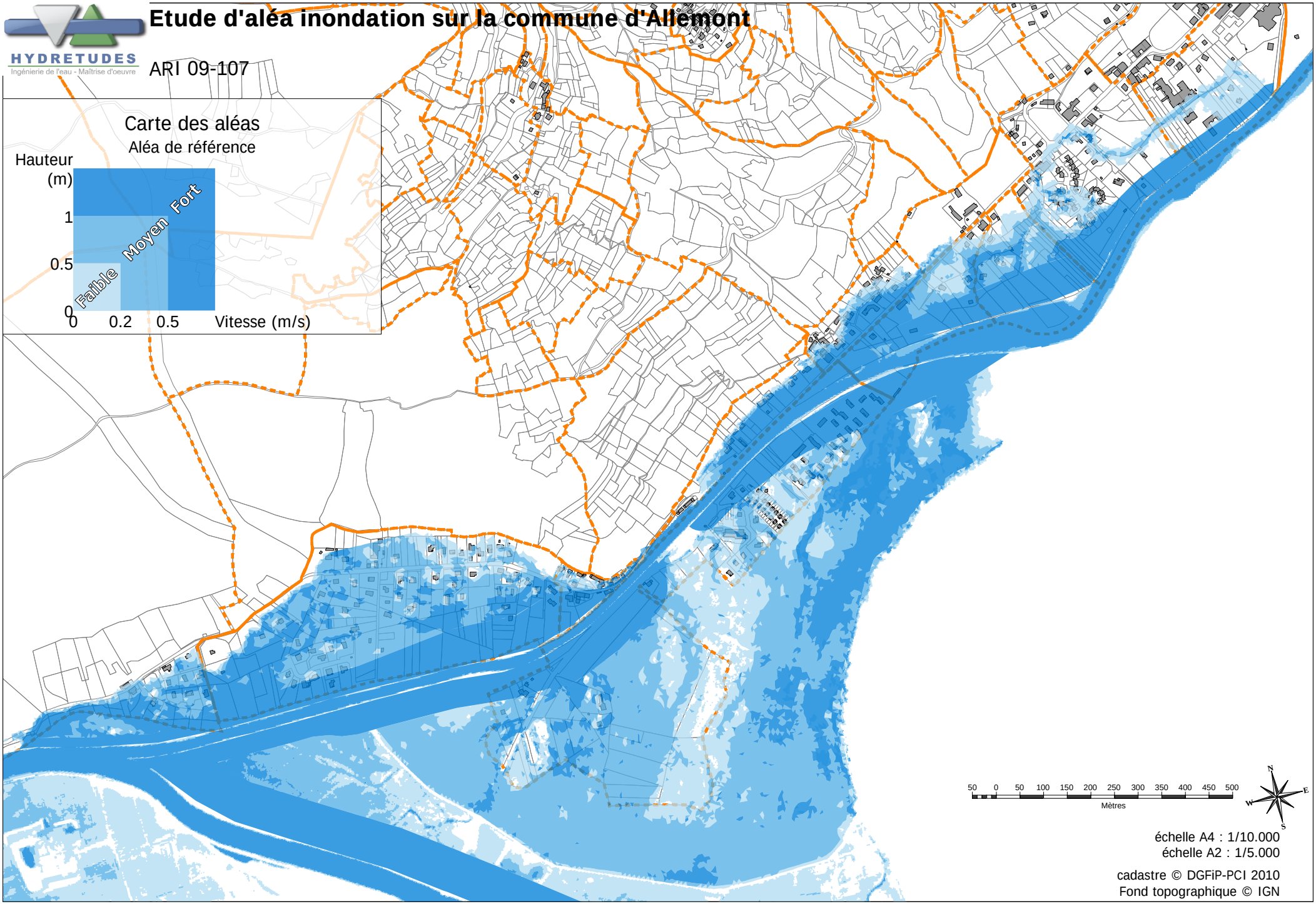
échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Etude d'aléa inondation sur la commune d'Allemont

HYDRETUDES
Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

ARI 09-107



échelle A4 : 1/10.000
échelle A2 : 1/5.000

cadastre © DGFiP-PCI 2010
Fond topographique © IGN

Siège social – Centre technique principal

815, route de Champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64
E.mail : contact@hydretudes.com

Agence Alpes du Nord	***Agence Alpes du Sud***	***Agence Dauphiné-Provence***	***Agence Grand Sud-Pyrénées***	***Agence Océan Indien***
Alpespaces *50, Voie Albert Einstein* *73 118 FRANCIN*	*Bât 2 – Résidence du Forest d'entrais* *25, rue du Forest d'entrais* *05 000 GAP*	*9, rue Praneuf* *26 100 ROMANS SUR ISERE*	*Immeuble Sud América* *20, bd. de Thibaud* *31 100 TOULOUSE*	*« Les Kréolis »* *8-10, rue Axel Dorseuil* *97 410 SAINT PIERRE*
Tél : 04.79.96.14.57 *Fax : 04.70.33.01.63* *E.mail : contact-savoie@hydretudes.com*	*Tél : 04.92.21.97.26* *Fax : 04.92.21.87.83* *E.mail : contact-gap@hydretudes.com*	*Tél : 04.75.45.30.57.* *Fax : 04.75.45.30.57.* *E.mail : contact-romans@hydretudes.com*	*Tél : 05.62.14.07.43* *Fax : 05.62.14.08.95* *E.mail : contact-toulouse@hydretudes.com*	*Tél : 02.62.96.82.45* *Fax : 02.62.32.69.05* *E.mail : contact-reunion@hydretudes.com*

SAS au capital de 37 000,00 € - RCS ANNECY 90 B 744 - NAF 742 C SIRET 379 926 462 00092 Agrément International – Ingénierie – FIBU – F.E.D. : H013