

Reconnaitances terrain post-inondation

Formation aux relevés de laisses d'inondation



Sommaire

- Introduction et généralités
- Préparation
- Méthodologie et outils pour les relevés
- Conseils, pièges et astuces
- Incertitudes et critique des laisses



Sommaire

- **Introduction et généralités**
- Préparation
- Méthodologie et outils pour les relevés
- Conseils, pièges et astuces
- Incertitudes et critique des laisses



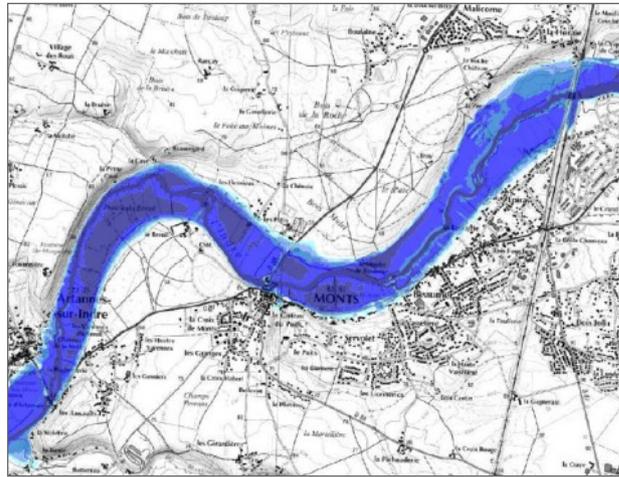


Introduction | de quoi parle-t-on ?

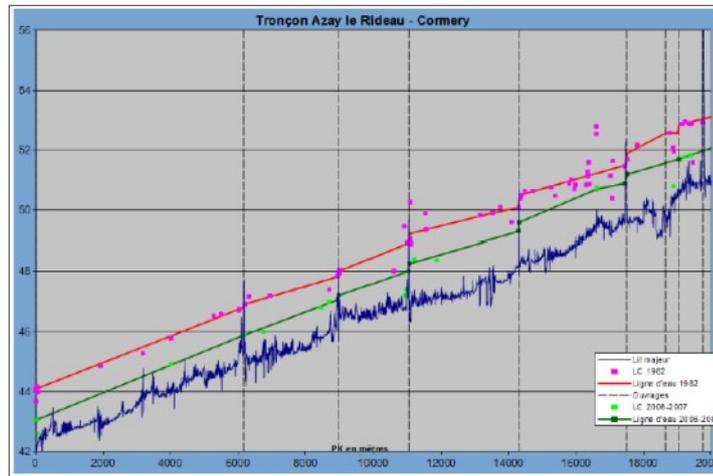
Après les inondations significatives, une partie du retour d'expérience consiste à effectuer des reconnaissances de terrain

Relevés de laisses d'inondation = détermination du niveau d'eau atteint par l'inondation à différents endroits de la zone inondée

Intérêts :



Cartographie des zones inondées



Études hydrauliques, validation de modélisations



Pose de repères



*La priorité est d'effectuer le **relevé** ; le nivellement peut être effectué dans un second temps par des spécialistes*



Introduction | référentiel national

Un référentiel national a été bâti pour décrire les repères et les laisses d'inondation (cf. exposé sur la plateforme nationale en fin de journée)

Il repose sur cette distinction :



Entrée de l'ancienne usine Matra,
Romorantin-Lanthenay (41)

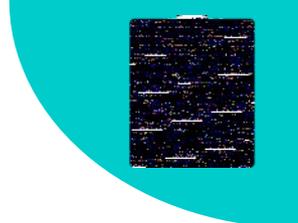
Le site

*Lieu décrit et repéré géographiquement
sur lequel peuvent se trouver une ou
plusieurs marques d'inondation*



Le repère (au sens général)

*Information permettant de déterminer
l'altitude atteinte par l'eau lors d'un
événement donné*



Introduction | référentiel national

Description d'un site

- Coordonnées géographiques
- Localisation/adresse
- Commune
- Hydrographie(s)
- Photo(s)
- Description (état, propriété...)
- ...

Description d'un repère

- Date de l'événement
- Nature du repère
- Type d'inondation
- Nivellement/altimétrie
- Photo(s)
- Description (état, pérennité...)
- ...



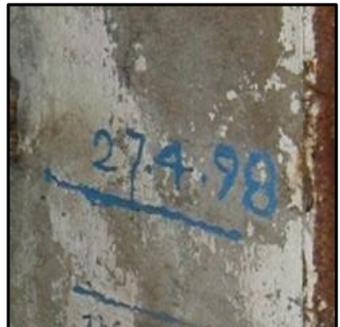
SECTEUR LA MADELEINE, PARCELLE CADASTRALE N°228

Date de mise à jour : 18/06/2018
 Commune : VILLEFRANCHE-DE-ROUERGUE (12)
 Cours d'eau/mer : L' Aveyron
 Nombre de repères : 1



CHEMIN DU PONT ROMAIN - PONT ROMAIN - FACE AVAL DU PONT

Date de mise à jour : 04/07/2016
 Commune : ANTIBES (06)
 Cours d'eau/mer : La Brague
 Nombre de repères : 1



Introduction | référentiel national

Comment savoir si deux lieux proches correspondent à un même site ou pas ?

Proposition :

Un événement d'inondation donné implique un même niveau d'eau NGF sur un site donné

Si les niveaux peuvent être différents pour une même inondation → 2 sites

Dans tous les cas, au delà de quelques dizaines de m → 2 sites

Quelques cas possibles. Peut-on parler d'un même site ?

- face amont et face aval d'un pont
- façade côté rue et façade côté cour d'une maison
- côté pair et côté impair d'une rue

Introduction | référentiel national



Comment savoir si deux lieux proches correspondent à un même site ou pas ?

Proposition :

Un événement d'inondation donné implique un même niveau d'eau NGF sur un site donné

Si les niveaux peuvent être différents pour une même inondation → 2 sites

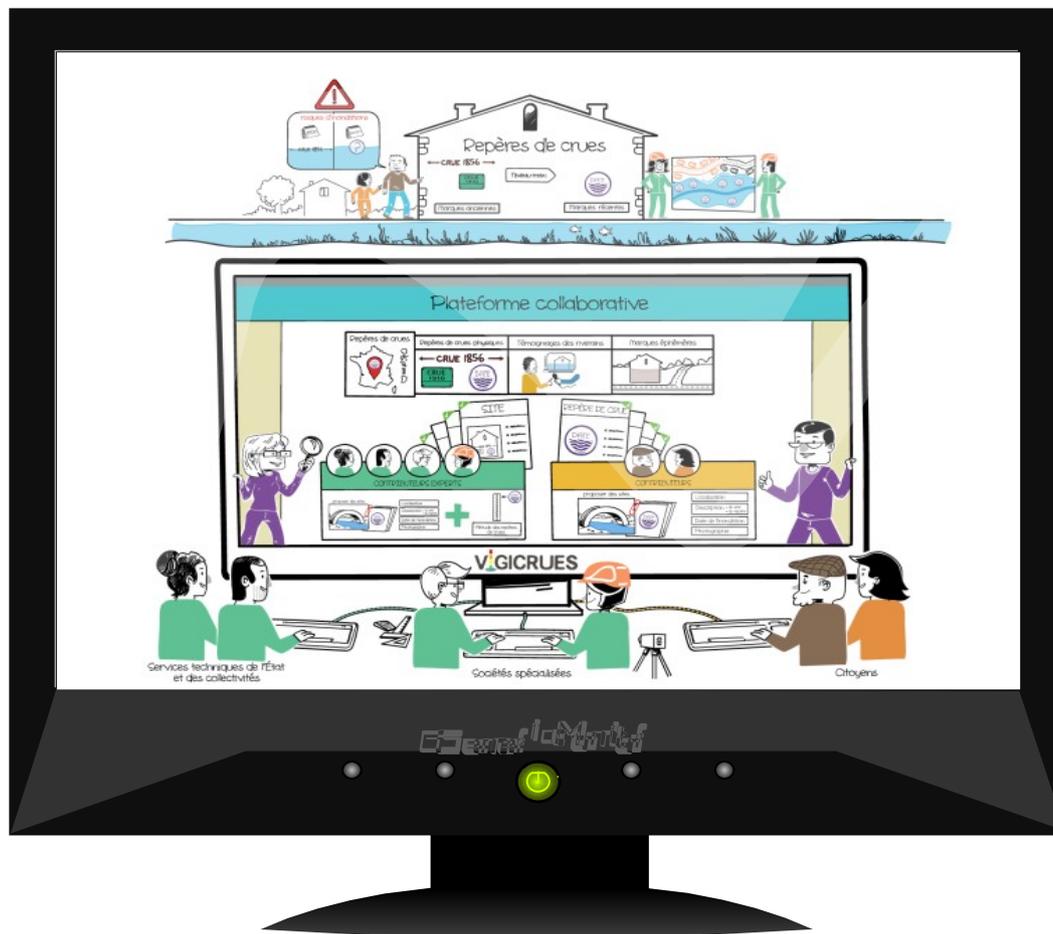
Dans tous les cas, au delà de quelques dizaines de m → 2 sites

Quelques cas possibles. Peut-on parler d'un même site ?

- face amont et face aval d'un pont  (*perte de charge*)
- façade côté rue et façade côté cour d'une maison  (*niveaux pouvant être ≠*)
- côté pair et côté impair d'une rue  (*dans le cas général*)

Introduction | la plateforme nationale

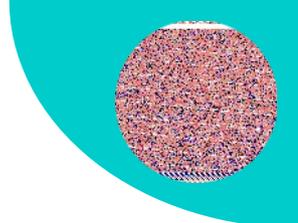
Vidéo de présentation (3 min)



<https://www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr>

Sommaire

- Introduction et généralités
- **Préparation**
- Méthodologie et outils pour les relevés
- Conseils, pièges et astuces
- Incertitudes et critique des laisses



Préparation | quand intervenir ?

Idéalement, **juste après le maximum de l'inondation**, dès que les **conditions d'intervention** deviennent **acceptables** :

- décrue généralisée (dépend de la cinétique du phénomène)
- accès routiers et piétons rétablis
- disponibilité des agents

Les informations peuvent en effet se perdre rapidement suite :

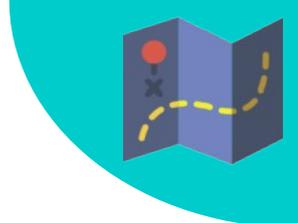
- au nettoyage (ex. Dijon mai 2013 : rues et bâtis passés au jet dans les 48h)
- à la disparition naturelle des traces (première pluie par exemple)

Après, il reste possible d'intervenir, en utilisant davantage les témoignages



Il est possible de collecter des infos pendant la crue (principalement photos ou vidéos) mais :

- *attention à la sécurité*
- *consigner l'horodatage et le lieu pour l'exploitation ultérieure*



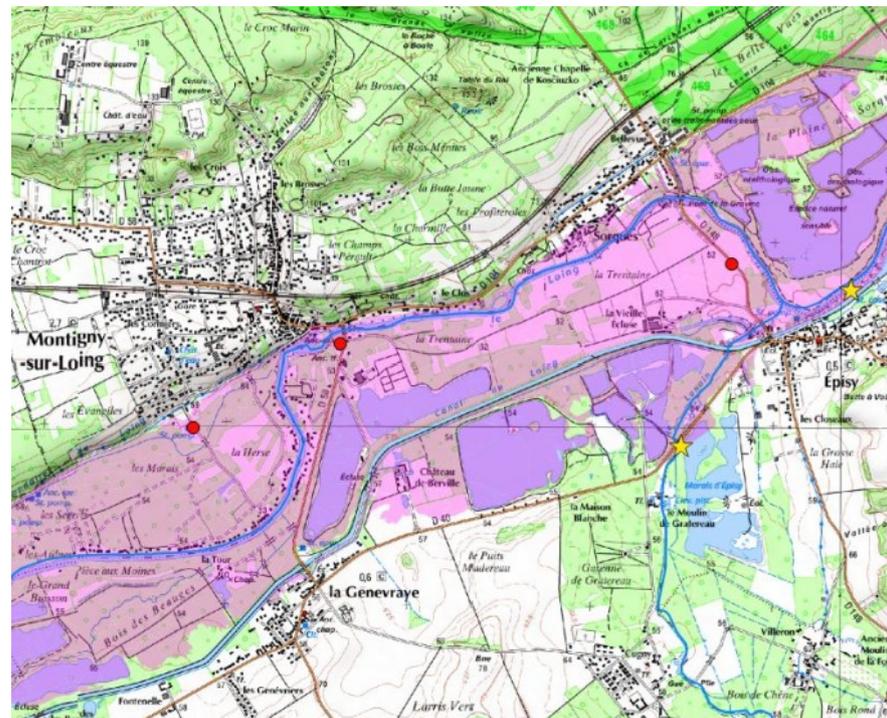
Préparation | supports cartographiques

Le service commanditaire des opérations de reconnaissance terrain doit fournir les **supports cartographiques** permettant aux agents :

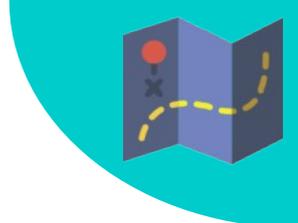
- d'identifier les secteurs à couvrir
- de s'orienter et de positionner les relevés effectués

Dans l'idéal, ceux-ci doivent inclure :

- fond de plan type Scan25
- vue satellite ou Orthophoto
- emprise de la zone inondée :
 - prises de vues aériennes ou satellite de l'inondation (si elles sont disponibles)
 - Zone Inondée Potentielle (ZIP) correspondant à l'événement considéré (si elle existe)
 - emprise d'un événement passé semblable
 - à défaut, emprise majorante : AZI, PPRI, EAIP, Exzeco (crues soudaines), etc.



Exemple de rendu Scan25 + ZIP + repères existants



Préparation | supports cartographiques

Dans l'idéal, ceux-ci doivent inclure :

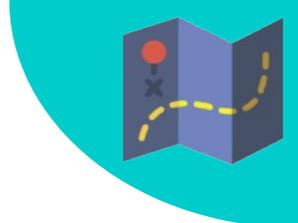
- points d'intérêt sur la zone à couvrir :
 - repères de crues existants et points de relevé antérieurs
 - points nivelés : sites de relevé pré-identifiés, macarons IGN
 - stations hydrométriques
 - ouvrages
 - enjeux potentiellement inondés
 - etc.



Exemple de rendu Orthophoto + ZIP

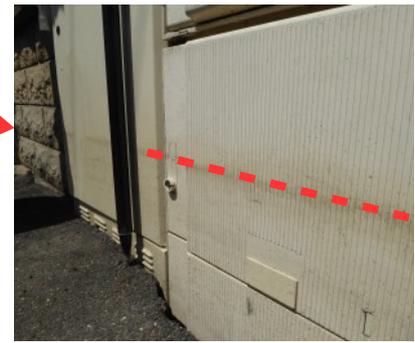
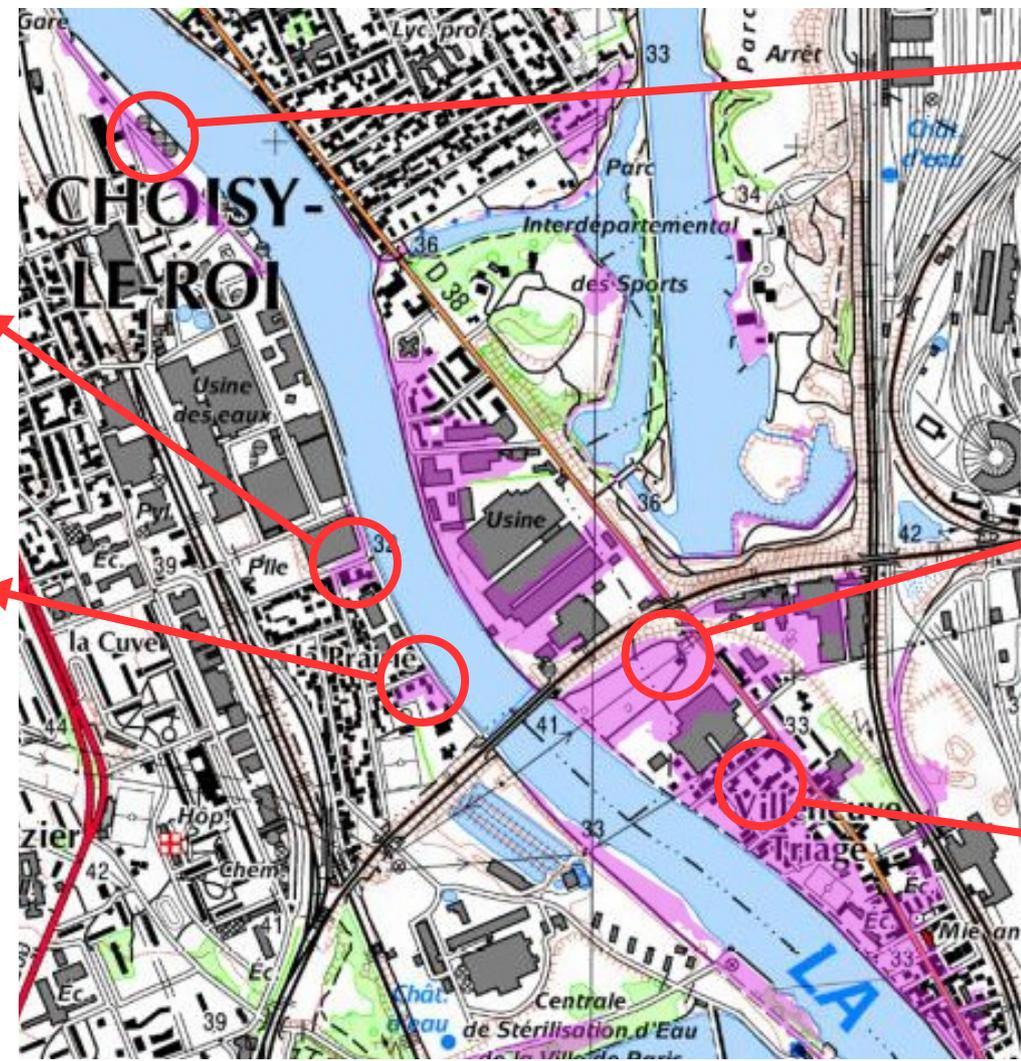


Les cartes doivent également servir à repérer les routes et accès aux zones à investiguer ; prévoir le cas échéant une carte à échelle plus large pour cela

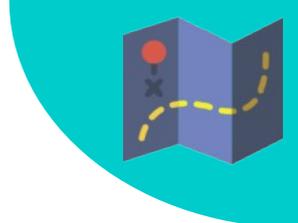


Préparation | supports cartographiques

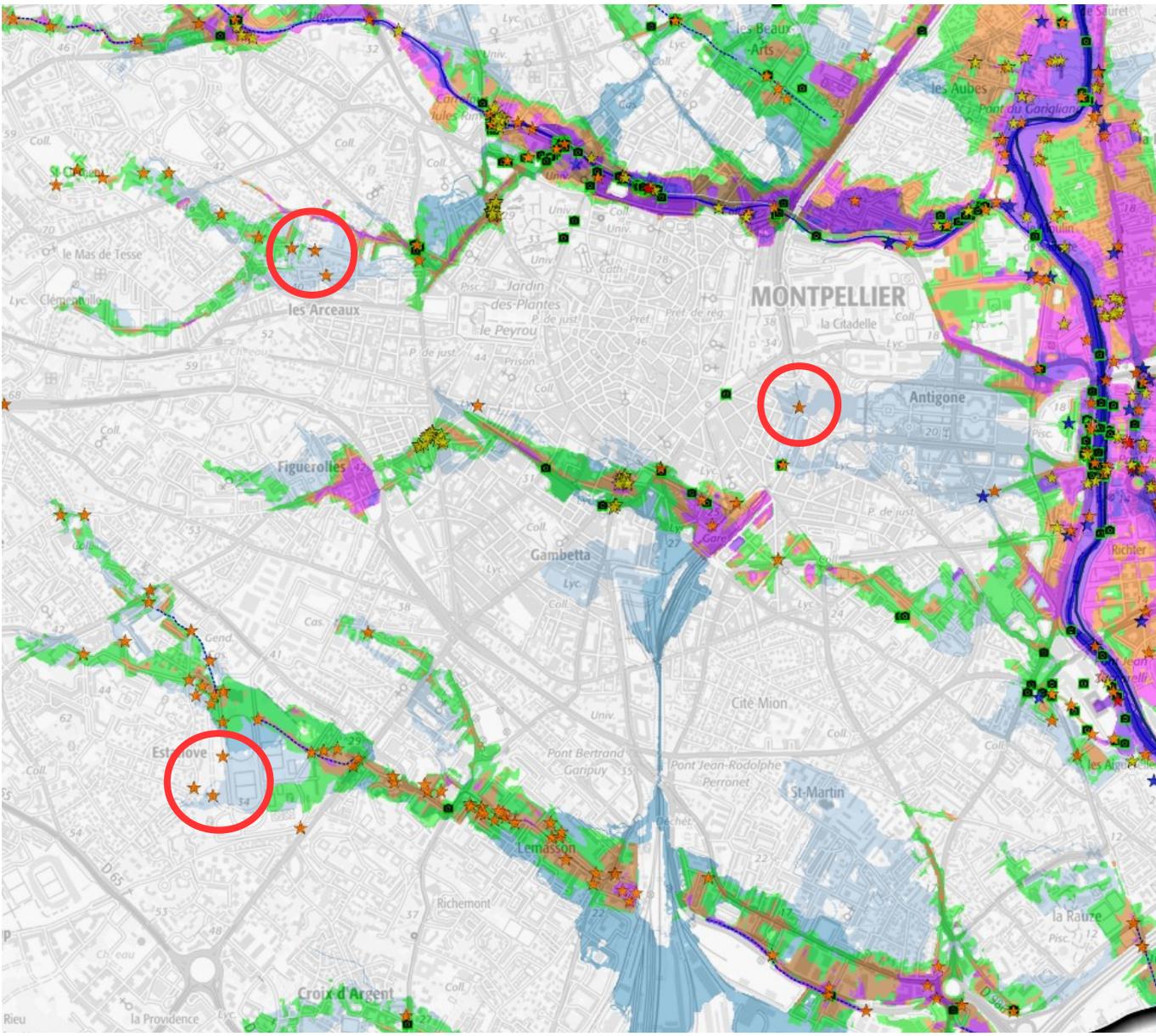
Illustration de l'intérêt des ZIP pour savoir où aller



Relevés suite à la crue de mai/juin 2016 sur la Seine



Préparation | supports cartographiques



Emprises EAIP et Exzeco à Montpellier

Illustration de l'intérêt des emprises Exzeco en contexte méditerranéen

Exzeco = méthode de détection des zones de concentration des écoulements, propices aux inondations par ruissellement

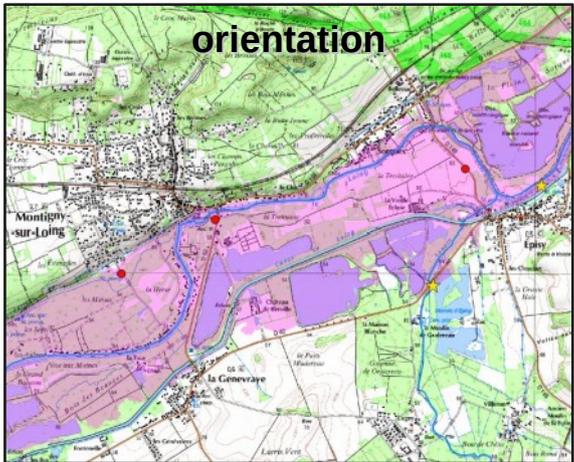
- Exzeco_60cm
- 0.15 à 1 km²
 - 1 à 10 km²
 - 10 à 100km²
 - 100 à 1000 km²

Permet d'identifier des zones potentiellement inondables allant au-delà des autres emprises disponibles (PPRI, EAIP, etc.), plutôt orientées débordements



Préparation | méthodes de saisie numérique

Méthode « papier »

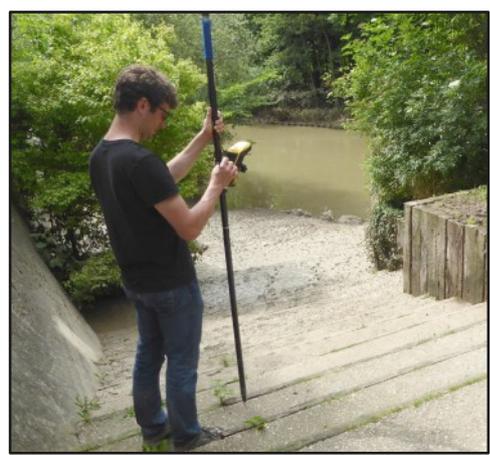


Solutions numériques possibles



Outils dédiés
(ex. SCOUT, Cerema)

Solutions logicielles
(ex. Qfield pour Android,
plateforme nationale)



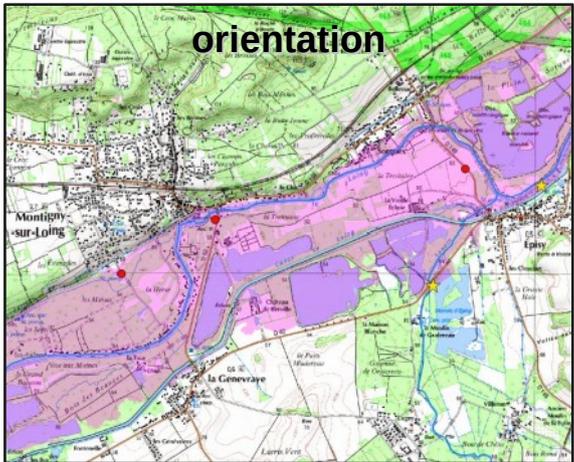
Solutions topo
(ex. GNSS avec formulaire de saisie)

Applications « détournées »
(ex. randonnée, VTT...)



Préparation | méthodes de saisie numérique

Méthode « papier »

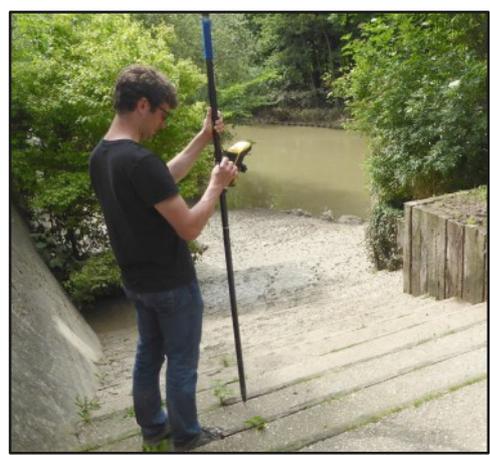


Solutions numériques possibles



Outils dédiés
(ex. SCOUT, Cerema)

Solutions logicielles
(ex. Qfield pour Android,
plateforme nationale)



Solutions topo
(ex. GNSS avec formulaire de saisie)

Applications « détournées »
(ex. randonnée, VTT...)



Préparation | équipement conseillé

Équipement personnel :

- sécurité (chasuble fluorescente, chaussures de sécurité)
- vêtements adaptés à la situation :
 - pluie (imperméable, bottes, etc.)
 - soleil/chaaleur (lunettes de soleil, chapeau, protection solaire, etc.)
- kit de premiers secours (conseillé)
- sac étanche pour le rangement et le transport du matériel



Disposer de cartes de visite (ou équivalent) est utile pour le côté « officiel » et également pour indiquer des coordonnées où se faire envoyer des photos ou compléments ultérieurement

Sommaire

- Introduction et généralités
- Préparation
- **Méthodologie et outils pour les relevés**
- Conseils, pièges et astuces
- Incertitudes et critique des laisses





Relevé des plus hautes eaux

La priorité est de rechercher des **marques des plus hautes eaux** (PHE) :

- marques nettes et horizontales laissées par l'inondation
- sur des supports fixes (incluant de la végétation dense type haie)
- permettant de déterminer avec une bonne précision le niveau d'eau maximum atteint



Relevé des plus hautes eaux | exemples

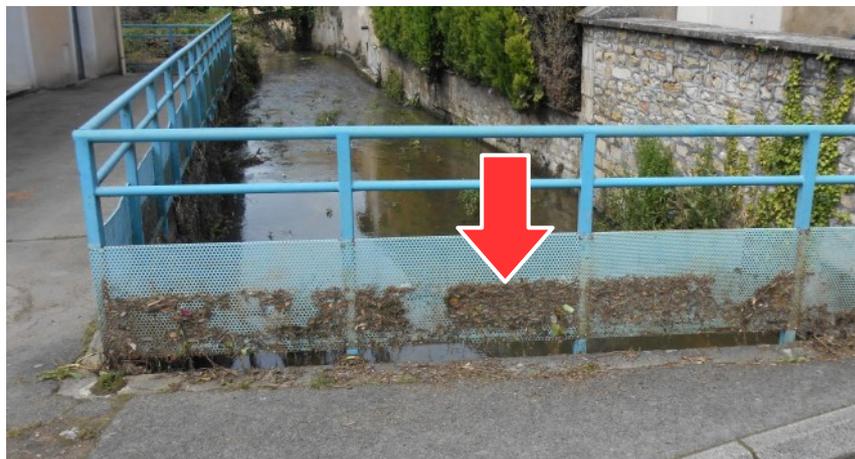
Dépôts de boue et limons





Relevé des plus hautes eaux | exemples

Dépôt de débris et flottants (débris végétaux, graines, billes de polystyrène, etc.)





Relevé des plus hautes eaux | exemples

Coloration ou décoloration de supports (déblavage par l'eau, présence d'hydrocarbures, etc.)





Relevé des plus hautes eaux | exemples

Traces d'humidité (sur supports poreux)





Recherche & repérage

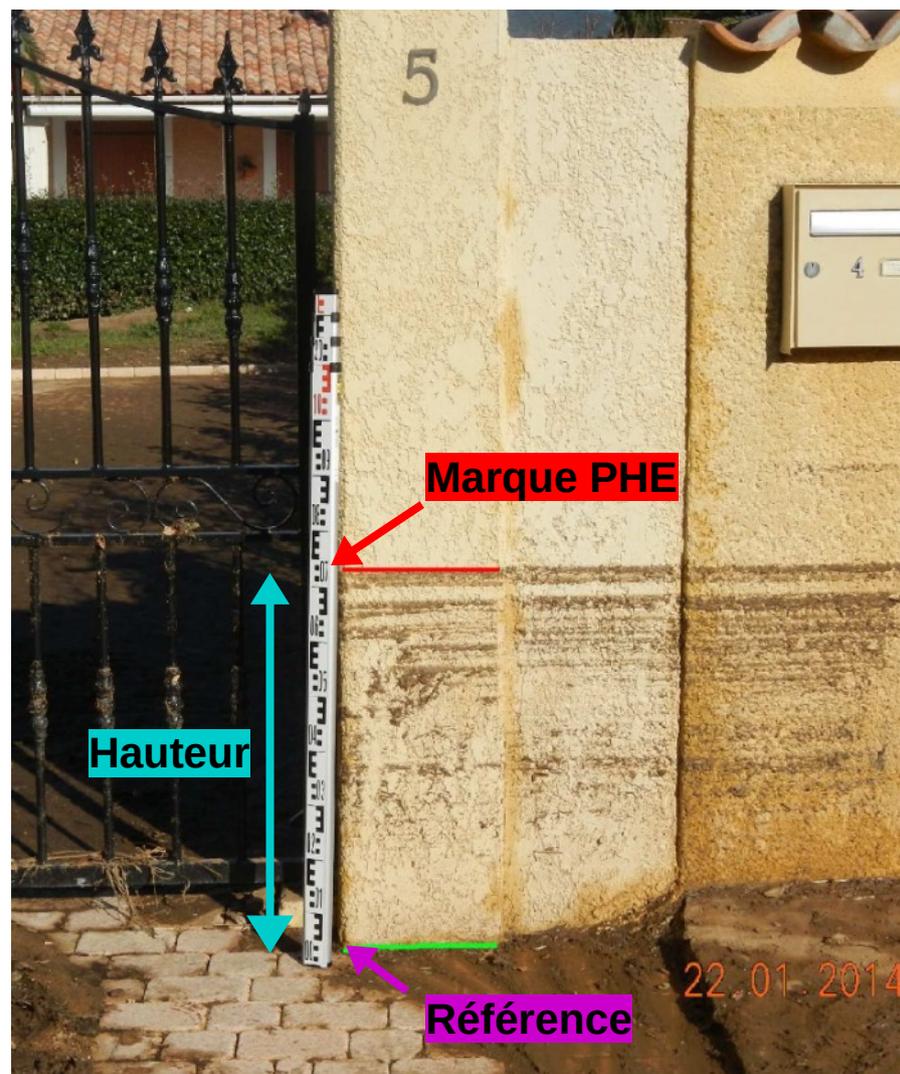
Rechercher en priorité des marques PHE sur des supports :

- **fixes** et **pérennes** dans le temps
- si possible **publics** ou a minima accessibles et visibles depuis la voie publique

(... ce qui facilitera le travail ultérieur : nivellement, pose de repères physiques, etc.)

Repérer la **marque** et en mesurer la **hauteur** par rapport à une **référence fixe** et facilement identifiable.

Si le nivellement est fait dans un second temps, la référence sera le seul point nivelé.



Cas typique d'un repérage d'une PHE



Marquage

Les marques de PHE peuvent disparaître très rapidement

Il est préférable, au moment du relevé, de **marquer la PHE** pour la **pérenniser**, le temps (notamment) qu'une équipe puisse passer ultérieurement pour en assurer le nivellement :

- marquage **discret** et **précis** conseillé, à l'aide d'un bâton ou d'un tube de peinture, de préférence sur des **supports publics**
- pour privilégier la **visibilité** (sur la végétation ou sur le sol par exemple), marquage à la **bombe**



Marquage au tube



Marquage à la bombe



Si le point de référence pris pour la mesure de hauteur peut être difficile à retrouver, le marquer aussi



Dans une propriété privée ou sur un support privé, demander l'accord du propriétaire avant de procéder au marquage



Marquage | technique au pochoir

Positionnement du pochoir



Application de la peinture en bombe



Rendu final





Saisie des informations

Il est important de prendre le temps de **bien documenter** la marque au moment du relevé, afin de faciliter son exploitation ultérieure :

- remplir soigneusement la **fiche**
- **géoréférencer** la marque : noter les coordonnées GPS ou positionner le lieu sur un plan, noter l'adresse et le lieu exact
- ne pas hésiter à **commenter** : singularités, embâcles, imprécision de mesure, incertitudes, informations contradictoires, etc.



Exemple de constatation à noter : présence d'embâcles sous une passerelle, générant une surélévation du niveau de l'eau à l'amont

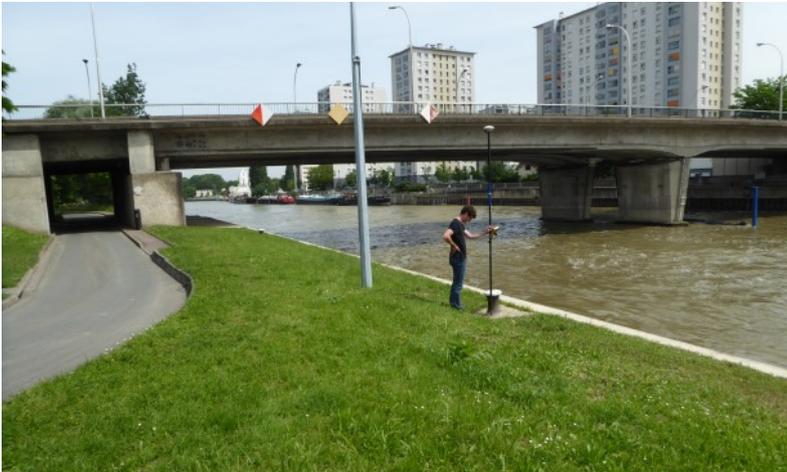




Photographies

Photographier systématiquement chaque marque relevée :

- **vue d'ensemble** du site (permettant sa localisation)
- **vue rapprochée** de la marque (permettant d'en identifier la nature et le positionnement)



Vue d'ensemble



Vue rapprochée



Veiller à faire figurer sur l'une des deux photos la référence prise pour la mesure de la hauteur d'eau



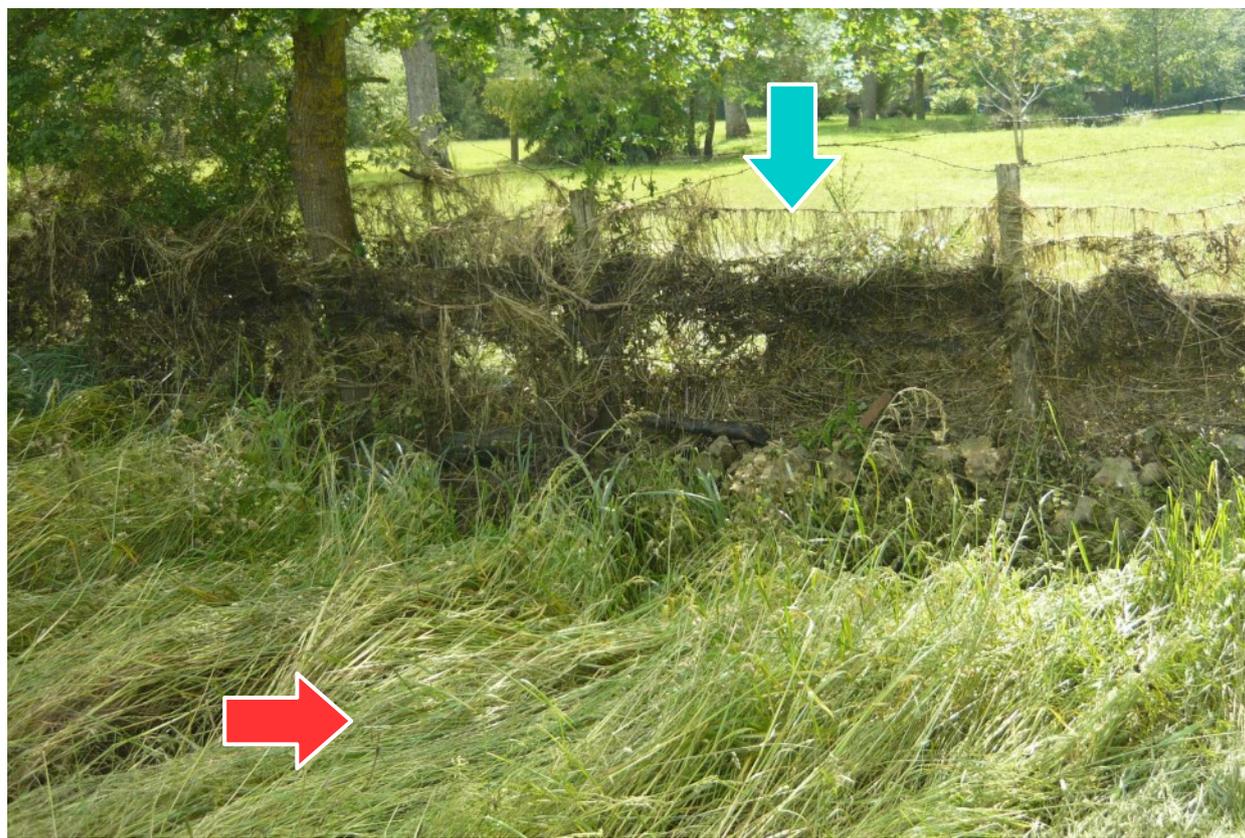
Éviter de faire figurer sur les photos personnes reconnaissables, plaques d'immatriculations, infos personnelles, etc. ; sinon anonymisation par masquage/floutage a posteriori



Autres informations utiles | laisses

En l'absence de marques nettes du niveau des plus hautes eaux, il reste intéressant de relever **d'autres laisses d'inondation**, qui :

- ne permettent généralement pas de déterminer précisément la hauteur atteinte
- mais permettent de donner des **informations qualitatives** (vitesse et direction des écoulements) et de confirmer l'emprise de la **zone inondée**



Traces du passage de l'eau
(sans certitude sur le niveau maximum atteint)

Aplatissement de la végétation
(indiquant entre autres la direction de l'écoulement)



Autres informations utiles | laisses

Dépôt d'alluvions indiquant que le lieu a été inondé



Dépôt de débris matérialisant une limite au sol



Ne pas hésiter à photographier, schématiser ou reporter sur un plan les limites de zones inondées que l'on identifie



Autres informations utiles | témoignages

Ne pas hésiter à aller à la rencontre des riverains dont les **témoignages sur le niveau atteint** sont utiles en complément des autres informations, surtout si les marques ont disparu

En profiter pour récupérer des **infos qualitatives** (inondations antérieures, timing et provenance de l'inondation, photos, etc.)



Penser à prendre les coordonnées des témoins et leur demander le cas échéant l'autorisation de publier les photos en domaine privé



Autres informations utiles | repères existants

Ne pas hésiter à relever également les **repères matérialisés** croisés au hasard sur le terrain, s'ils ne sont pas déjà identifiés sur la plateforme nationale (accessible aussi via ordiphone)

<https://www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr>



Sommaire

- Introduction et généralités
- Préparation
- Méthodologie et outils pour les relevés
- **Conseils, pièges et astuces**
- Incertitudes et critique des laisses





Sécurité

Une mission de reconnaissance terrain doit de préférence être déclenchée **rapidement après une inondation**, en veillant toutefois à ce que la **décrue soit suffisante** pour permettre un accès sans danger aux zones qui ont été inondées

Quelques consignes de sécurité à respecter :

- intervenir a minima en binôme
- intervenir de préférence de jour
- intervenir en priorité dans les zones déjà sécurisées
- respecter la signalisation et les barrières mises en place
- ne pas prendre de risque, s'abstenir si les conditions de circulation sont dangereuses ou si certaines zones sont encore inondées
- ne pas intervenir lorsque la hauteur d'eau est supérieure à 10 cm sur la chaussée ou que l'on ne distingue pas le sol (danger lié notamment aux réseaux d'assainissement)
- ne pas intervenir dans les propriétés privées sans l'accord du propriétaire





Quelques conseils

Quelle densité de marques faut-il rechercher ?

- en milieu urbain : environ 1 point tous les 50 à 100 m dans le sens longitudinal et transversal (4 à 9 points par hectare)
- en milieu naturel/rural : environ 1 point tous les 500 m le long du cours d'eau (principalement pour reconstituer une ligne d'eau)

Où aller en priorité ?

- zones à enjeux/urbanisées
- repères de crues existants, PHE antérieures, points nivelés (sites de relevé pré-identifiés, macarons IGN)
- amont/aval des ouvrages
- échelles hydrométriques



 *Privilégier la fiabilité et la représentativité des marques à la quantité (mais il vaut mieux avoir trop de marques que pas assez !)*



Quelques conseils

Que faire quand on ne trouve pas de marques ?

- s'éloigner du lit mineur et rechercher dans des **zones à l'écart ou abritées des courants** les plus forts pendant l'inondation (l'absence de courant a tendance à rendre les marques plus visibles, et plus fiables)
- prendre du **recul** (des marques insuffisamment nettes vues de près peuvent apparaître plus facilement vues de loin)
- tenter de recueillir des **témoignages**



Exemple de marque trouvée à l'écart du lit mineur, dans un chenal d'écoulement obturé



Exemple de marque bien visible de loin, mais difficile à repérer précisément sur un arbre en particulier



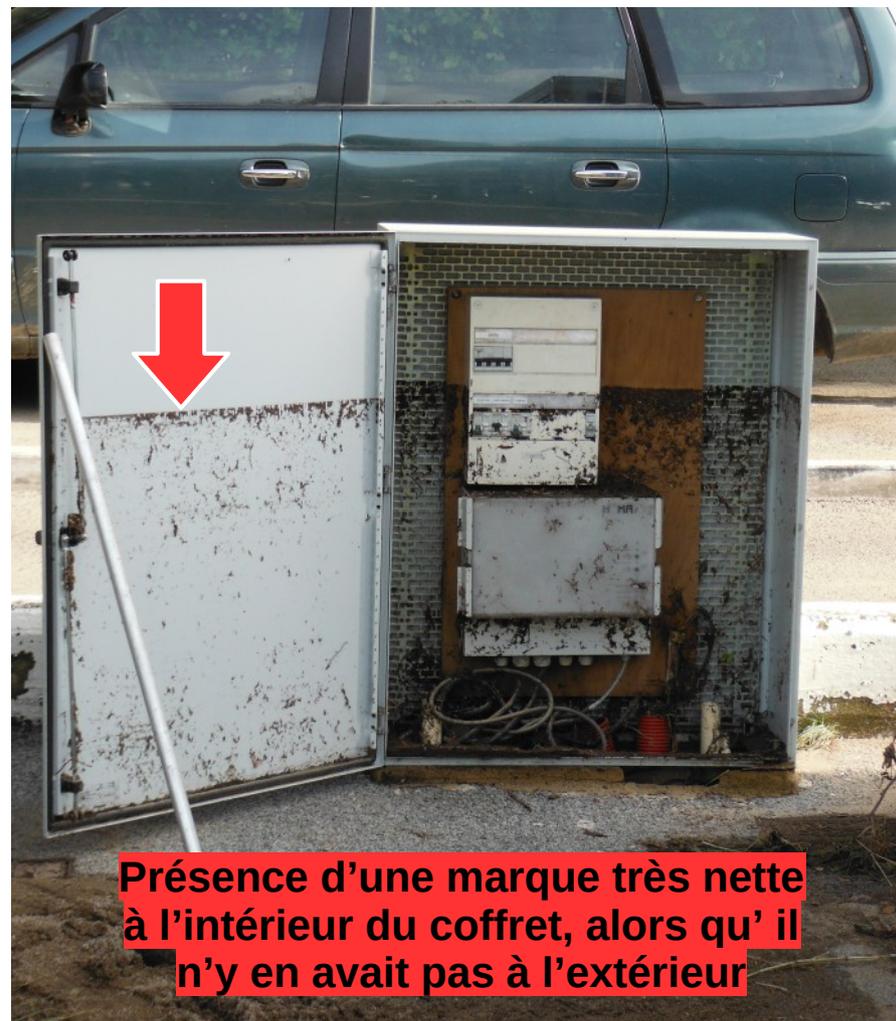
Quelques conseils

L'intérieur des bâtiments (ou d'autres structures) agit comme une **zone de tranquillisation** de l'eau, surtout si les courants sont forts autour :

- on est susceptible d'y trouver des **marques plus visibles et plus fiables** qu'à l'extérieur
- à condition de s'assurer de la bonne **connexion hydraulique** intérieur/extérieur
(= que l'intérieur n'est pas « étanche » et a eu le temps de s'inonder en même temps que l'extérieur)



Si des marques sont relevées à l'intérieur d'une structure, tenter de les reporter à l'extérieur pour faciliter le travail ultérieur



Où est la PHE ?





Pièges à éviter | marques d'humidité

En fonction de la porosité des supports inondés, les marques d'humidité sont susceptibles de **remonter par capillarité** plus haut que le niveau réellement atteint par l'inondation (la ligne est alors moins nette). En cas de doute :

- privilégier les lignes de débris ou de flottants, plus fiables
- ne considérer les marques d'humidité que si la ligne est très nette et si on la retrouve sur plusieurs supports différents



Marques d'humidité trompeuses



Marques d'humidité exploitables



Où est la PHE ?



Pièges à éviter | dépôts au sol

Pour qu'un dépôt d'alluvions au sol soit suffisant pour être visible, il faut un **minimum de hauteur et de temps de submersion**

En limite de zone inondée, ce genre d'information peut facilement être **trompeur** et ne pas correspondre avec la réalité de l'inondation



Il vaut généralement mieux se fier aux dépôts de débris flottants, qui témoignent mieux de la limite de la zone inondée

Jusqu'où est
montée l'eau ?





Pièges à éviter | dépôts au sol

On peut très bien avoir des dépôts au sol bien nets, mais aucune marque au mur (courant ? nettoyage ? pluie ?)



Ne pas sur-interpréter
et chercher
d'information là où il
n'y en a pas !

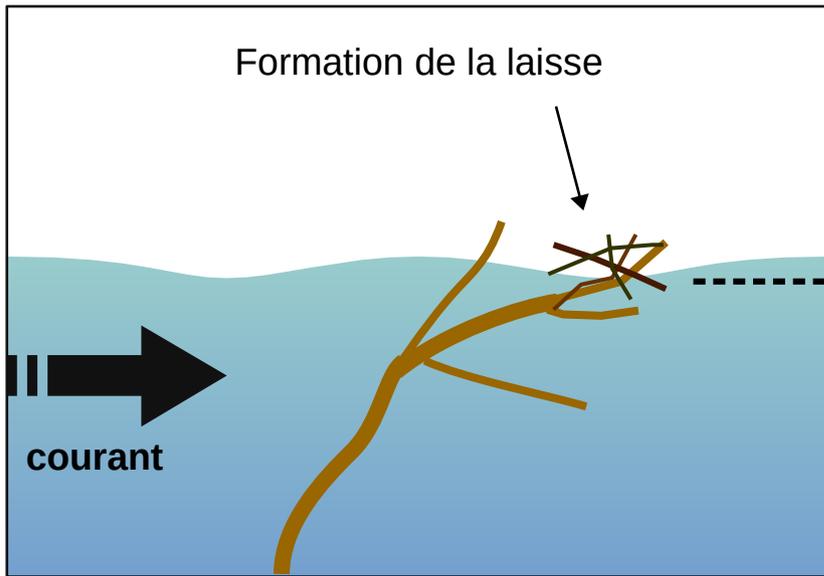


Où est la PHE ?

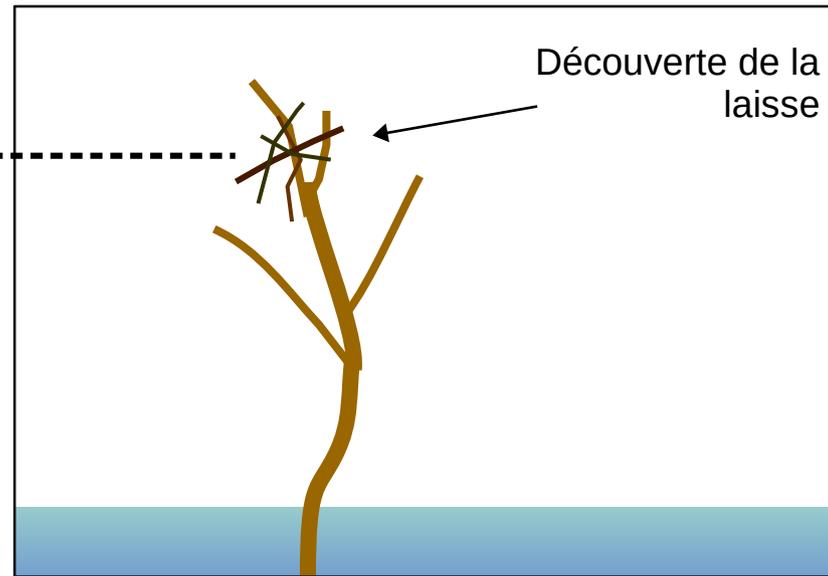
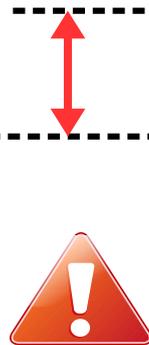


Pièges à éviter | supports souples

La végétation (et les autres supports souples) sont susceptibles de **plier sous la force du courant**, les marques et laisses que l'on peut y trouver se retrouvant alors positionnées à une **hauteur non représentative** (trop hautes ou trop basses)



Pendant l'inondation



Après l'inondation



Des remarques sur ces PHE ?



Pièges à éviter | effets hydrauliques

Lorsque la vitesse d'écoulement des eaux est importante, la **charge hydraulique** peut être à l'origine de **sur-élévations locales** du niveau d'eau sur les obstacles rencontrés (arbres, piles de pont, façades perpendiculaires à l'écoulement, etc.)

Le **niveau des marques et laisses** que l'on peut y trouver peut être alors **sur-estimé** de plusieurs dizaines de cm par rapport à ce qu'il aurait été sans l'obstacle



À l'aval des obstacles, le phénomène inverse peut se produire (sous-élévation)



En cas de suspicion d'effet hydraulique sur une marque, l'essentiel est de noter l'information, qui sera utile lors du traitement ultérieur



Où est la PHE ?

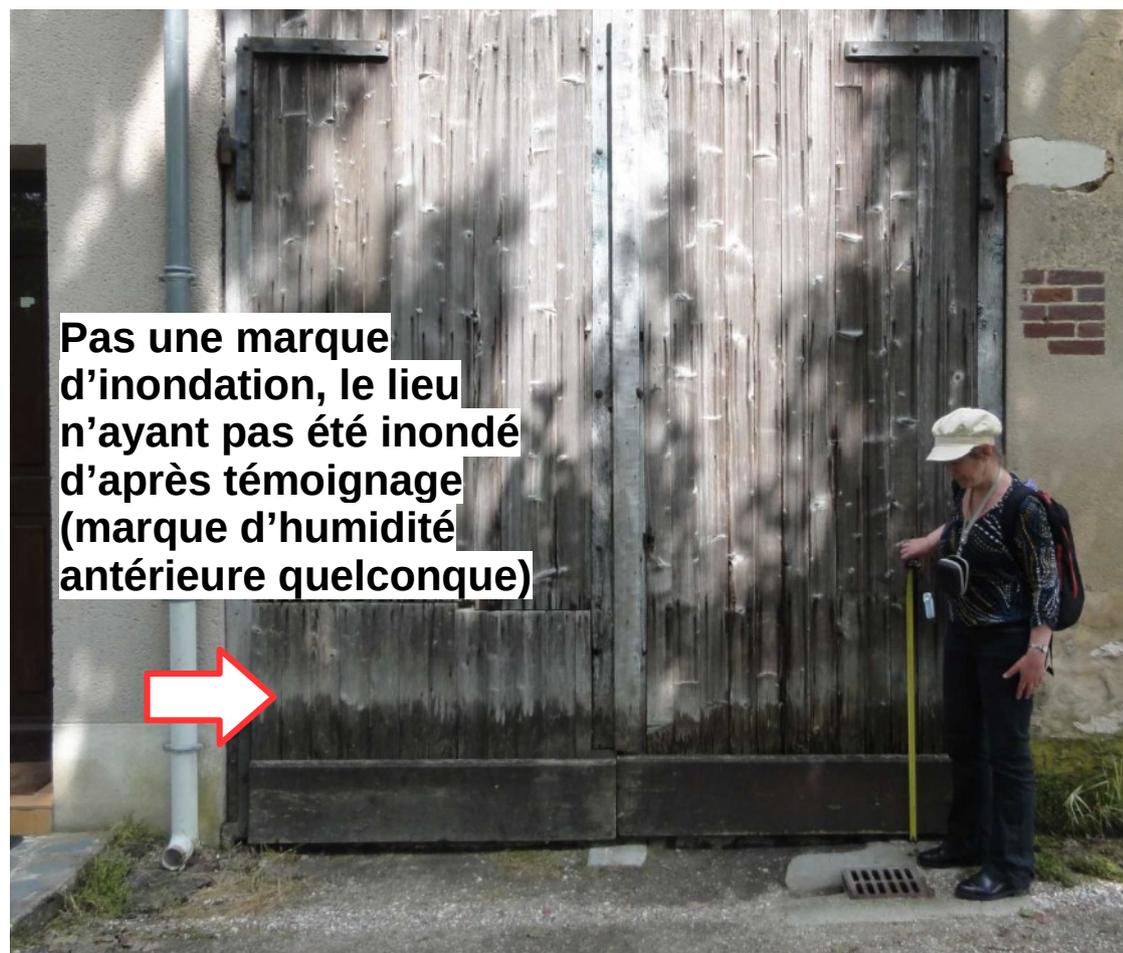


Pièges à éviter | fausses marques

Certaines marques présentes sur le terrain peuvent ressembler à des marques d'inondation, mais n'en sont pas

En cas de doute, essayer de confirmer l'inondation du lieu :

- présence d'eau ou d'autres indices (boue, limons, débris, etc.)
- témoignage





Aspects juridiques (1/2)

Directive européenne « **Inspire** » (14 mars 2007)

- impose aux autorités publiques de rendre leurs **données environnementales géographiques accessibles sur Internet**
- diffusion des données de laisses et repères d'inondation via la plateforme

Article 9 du code civil (**respect de la vie privée**, etc.)

- besoin d'**anonymiser** les contenus : pas de nom/prénom, nom de société, numéro de téléphone, etc.
- floutage des visages, plaques d'immatriculations et autres informations privées sur les photos (cf. Google Street View)

Droit à l'image et « **trouble anormal** »

- La diffusion d'une photo d'un bien associée à un repère ou une laisse d'inondation n'est pas considérée comme un trouble anormal
- La dépréciation éventuelle d'un bien est liée à son inondabilité réelle, pas à la diffusion d'une information sur le risque inondation (cf. jurisprudence)



Aspects juridiques (2/2)

Loi « Informatique et libertés » 6 janvier 1978 (**données personnelles**)

- besoin d'une **autorisation** pour diffuser des **informations** prises en **domaine privé**, notamment les photos (intérieur d'habitation, etc.)
- NB : une photo d'un bien privé, prise depuis le domaine public, ne pose pas de souci si elle respecte les autres dispositions (cf. Google Street View)

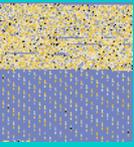
► Quelques conseils en découlant :

- 1) Privilégier autant que possible le domaine public
- 2) Si laisse en domaine privé, essayer de la reporter sur le domaine public (à l'entrée de la propriété par exemple)
- 3) À défaut, demander une autorisation de publier
- 4) En dernier ressort, photo non publiée



Sommaire

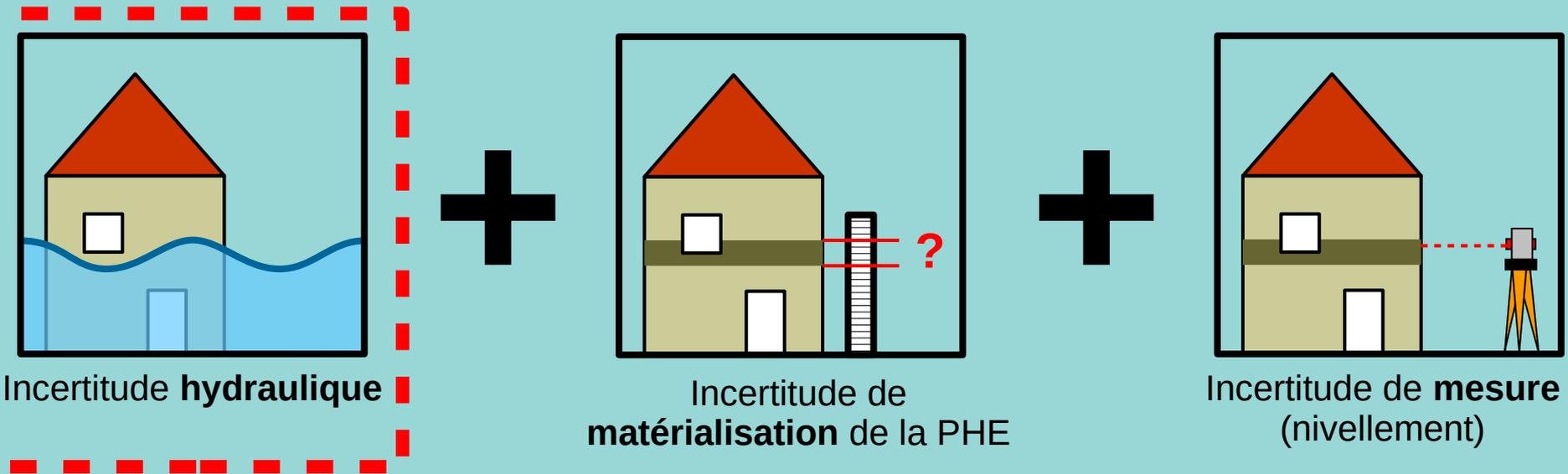
- Introduction et généralités
- Préparation
- Méthodologie et outils pour les relevés
- Conseils, pièges et astuces
- **Incertitudes et critique des laisses**





Points complémentaires | incertitudes

Incertitude totale sur une PHE nivelée

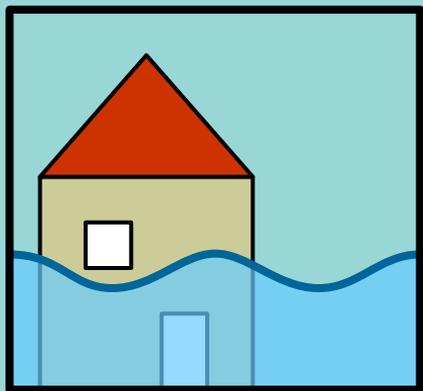


Exemple ici, environ 40 cm d'écart sur le niveau atteint en crue entre 2 faces du bâtiment

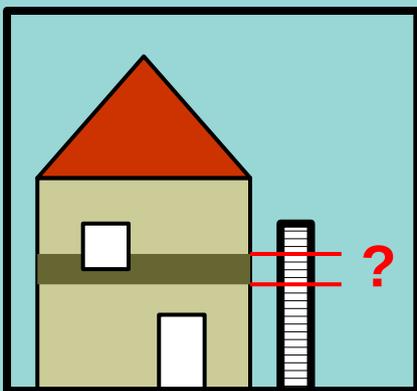
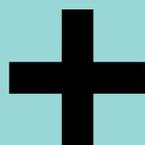


Points complémentaires | incertitudes

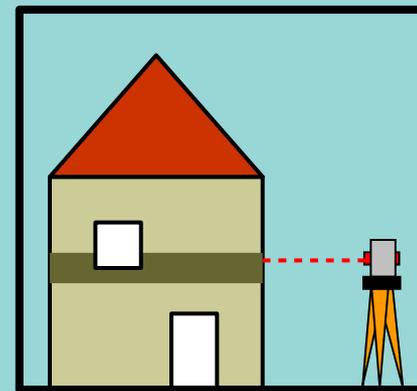
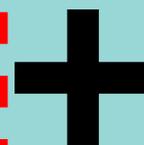
Incertitude totale sur une PHE nivelée



Incertitude hydraulique



Incertitude de matérialisation de la PHE



Incertitude de mesure (nivellement)



PHE très nette
 \pm cm voire
< cm

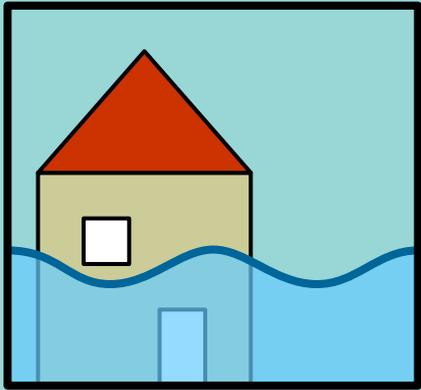
PHE très incertaine
 \pm quelques
dizaines de
cm



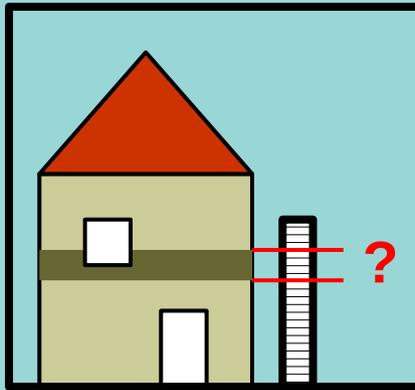
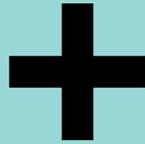


Points complémentaires | incertitudes

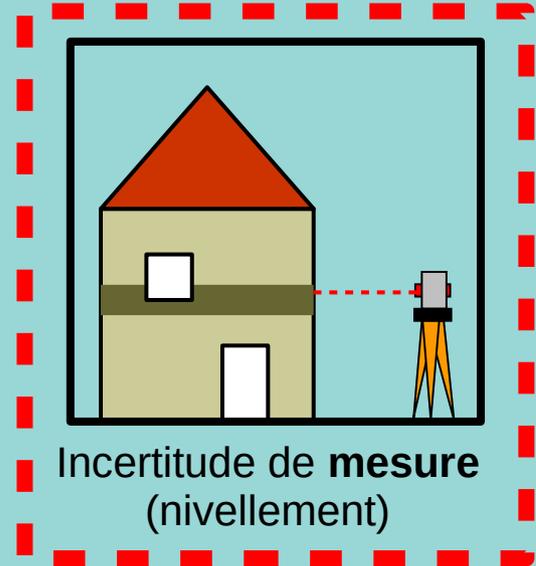
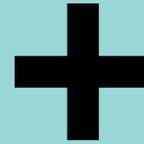
Incertitude totale sur une PHE nivelée



Incertitude **hydraulique**



Incertitude de **matérialisation** de la PHE



Incertitude de **mesure** (nivellement)



Nivellement optique
 \pm cm voire \pm mm



DGPS conditions optimales
 \pm cm à quelques cm

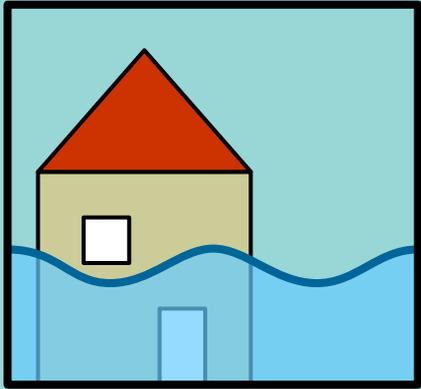


DGPS conditions médiocres
 \pm quelques dizaines de cm

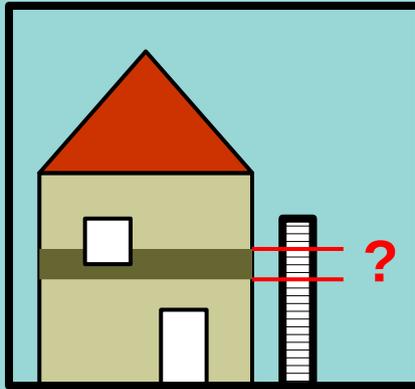
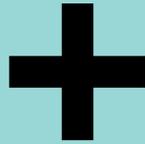


Points complémentaires | incertitudes

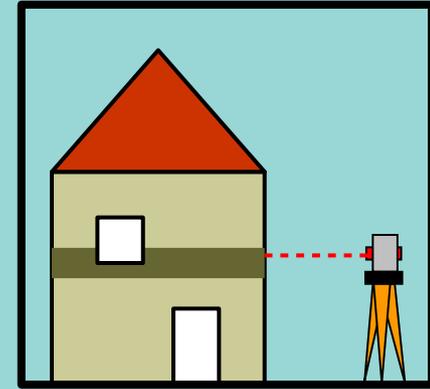
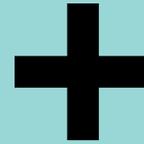
Incertitude totale sur une PHE nivelée



Incertitude **hydraulique**



Incertitude de **matérialisation** de la PHE



Incertitude de **mesure** (nivellement)

Au final, on peut espérer :

- au mieux une « précision » globale de quelques cm à une dizaine de cm
- dans des cas moins favorables, précision de quelques dizaines de cm, qui reste acceptable (ordre de grandeur de précision des MNT par exemple)

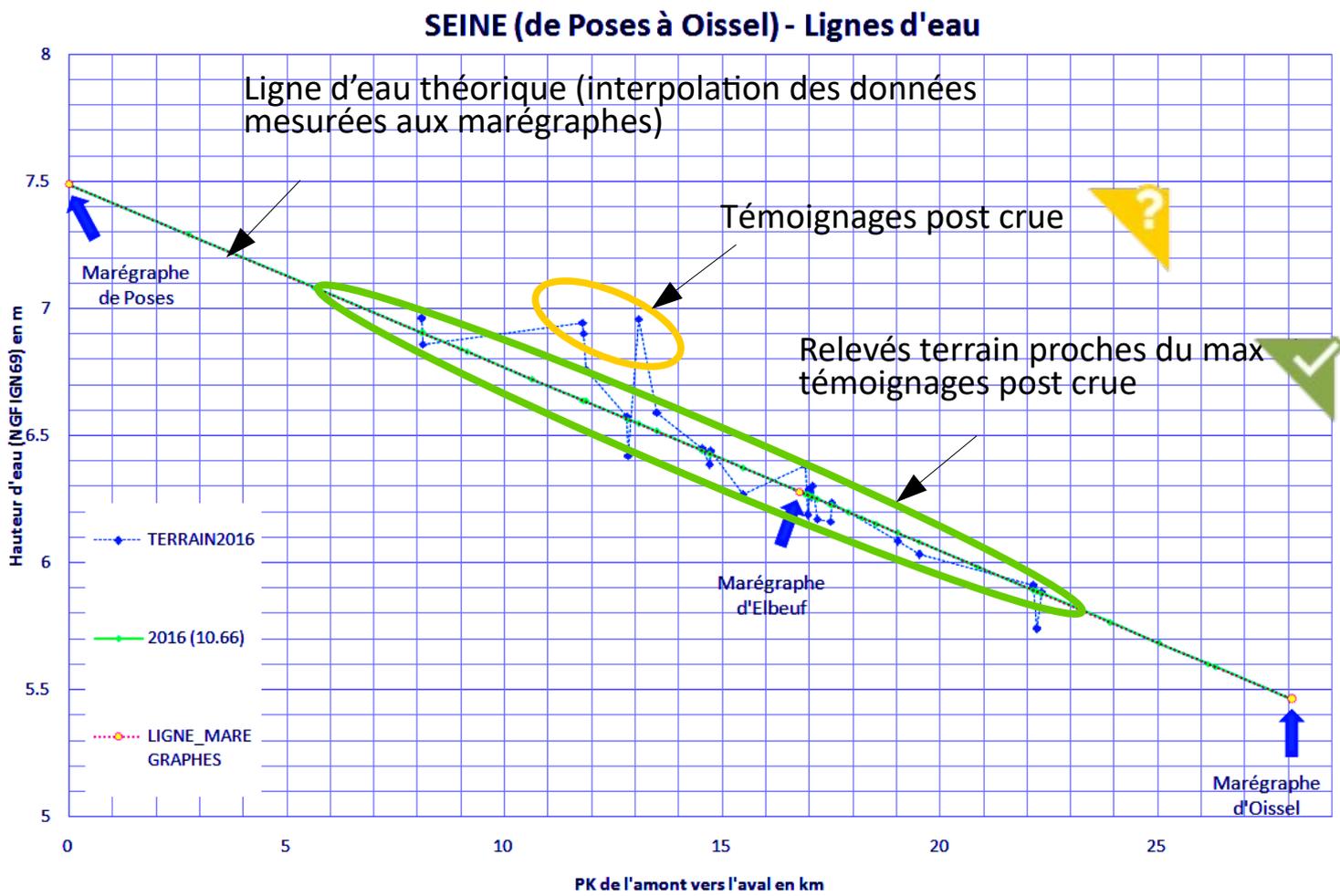


Points complémentaires | validation

Contexte fluvial : étant donné la typologie relativement « uniforme » de l'inondation, une certaine cohérence est attendue entre les PHE

Méthodologie généralement employée :

- projection des PHE nivelées sur l'axe du cours d'eau et tracé d'un profil en long
- analyse du « nuage de points » et des écarts par rapport à la ligne d'eau la plus plausible
- détermination des PHE valables, incertaines, invraisemblables



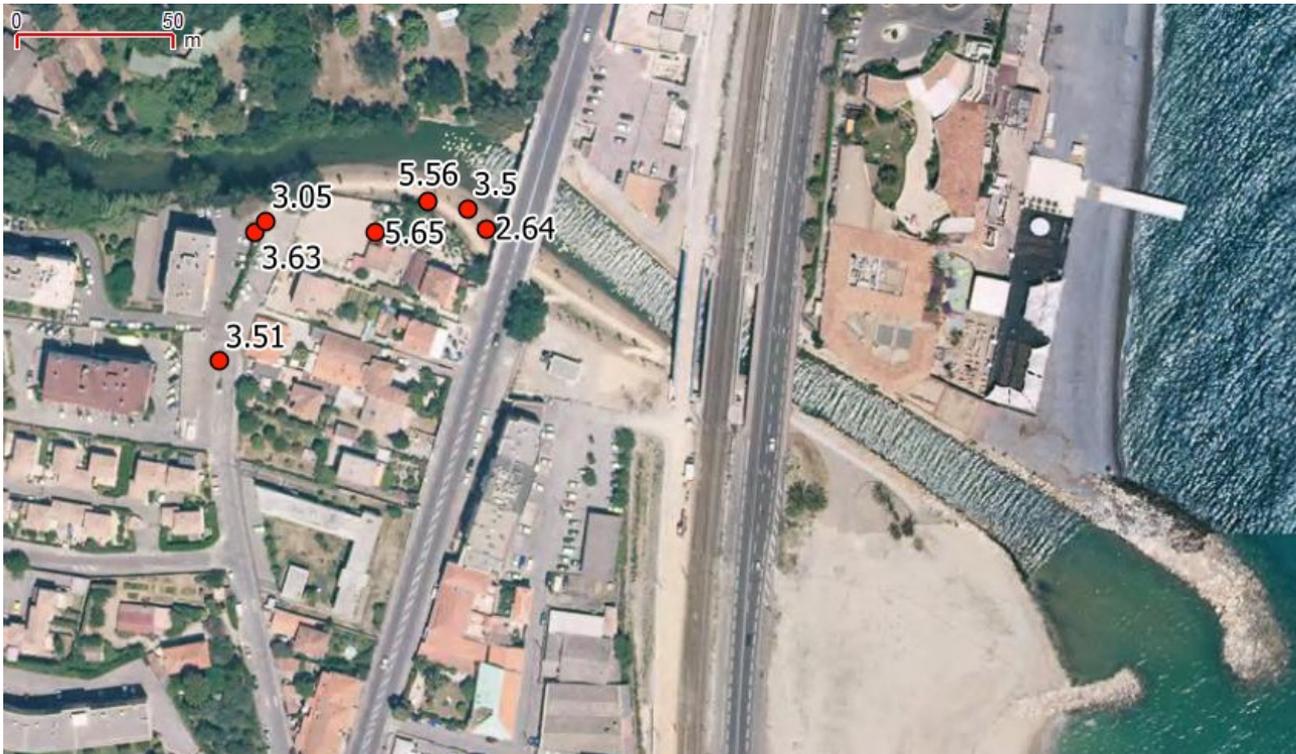


Points complémentaires | validation

Contexte torrentiel / crues rapides / ruissellement : des phénomènes locaux peuvent prédominer

Méthodologie généralement employée :

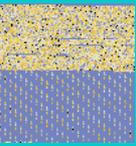
- recherche de cohérence entre des « grappes » de PHE assez proches
- identification de PHE manifestement erronées
- conservation de la majorité des PHE, avec des incertitudes assez importantes



7 PHE dans un rayon de 50 à 100 m (aval de la Brague, Antibes)

2 m d'écart en NGF entre la plus haute et la plus basse

Programme de la journée



- 09h30 – 09h45 Introduction et généralités (15')
- 09h45 – 10h45 Préparation, méthodologie et outils pour les relevés (1h)
- 10h45 – 11h00 Présentation de l'événement et du secteur (15')
- 11h00 – 12h30 Mise en application sur le terrain (1h30)

Pause déjeuner (1h30)

- 14h00 – 14h30 Conseils, pièges et astuces (30')
- 14h30 – 15h00 Incertitudes et critique des laisses (30')
- 15h00 – 15h30 Organisation et préparation des services en amont (30')
- 15h30 – 16h00 **Points complémentaires (30') :**
 - **Plateforme nationale**
 - Pose de repères physiques

FIN