



INTEGRATION DU RISQUE INONDATION **DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME**

**Eléments de méthodologie
à partir de l'expérience de l'AREAS
en Haute-Normandie**



2008

Delphine CLEMENT
Jean-François OUVRY

Nous remercions le Département de Seine-Maritime,
l'Agence de l'Eau Seine Normandie Direction Seine Aval,
et le Département de l'Eure,
qui nous ont permis, grâce à leurs soutiens technique et financier, de réaliser ce travail,
tant sur le terrain, que pour la rédaction de ce rapport.



SOMMAIRE

Préambule	7
PARTIE 1 : ENJEUX D'UN « DIAGNOSTIC INONDATION »	8
I. Sensibilité de la région aux inondations et enseignements à partir de l'analyse d'inondations récentes et locales	9
II. Nécessité d'intégrer le risque inondation dans les documents d'urbanisme	11
III. Enjeux spécifiques liés aux études de type « Diagnostic Inondation »	12
1) Cadre de la réglementation de l'occupation des sols	12
2) Approche participative recommandée	12
3) Champ d'investigation du « Diagnostic Inondation »	13
4) Précisions réglementaires	13
5) Précisions d'ordre technique	14
PARTIE 2 : RETOUR D'EXPERIENCE ET ELEMENTS DE METHODE POUR L'ELABORATION D'UN « DIAGNOSTIC INONDATION »	15
Etape 1 : Recueil préalable d'informations	17
I. Bibliographie	17
II. Terrain	17
1) Eléments généraux relatifs aux observations de terrain le long des talwegs	18
2) Précisions concernant l'observation des formes liées aux écoulements	19
III. Témoignage des élus et techniciens locaux	23
Etape 2 : Analyse des informations collectées et cartographie des zones sujettes à inondation	24
I. Cartographie des secteurs d'expansion des ruissellements concentrés en milieu naturel	25
1) Méthode hydrogéomorphologique	25
2) Exemple d'une méthode complémentaire, d'ordre empirique, pour la définition des zones d'aléa d'inondation et règle préventive de cartographie	31
3) Méthode historique	32
4) Bilan de ces trois méthodes : Non-Quantification de l'aléa acceptable en zone sans enjeu	33
II. Cartographie des zones à risque d'inondation en milieu urbanisé et à urbaniser	40
1) Méthode d'analyse générale	40
2) Exemple d'une méthode de recensement des propriétés inondées	41
III. Cartographie des voiries à risque d'inondation	49
IV. Cohérence des résultats d'analyse et de cartographie d'ensemble	54
Etape 3 : Carte de synthèse du « Diagnostic Inondation » et rédaction d'un rapport	55
I. Cartographie du fonctionnement hydrologique sur le territoire communal	55
II. Rédaction d'un rapport de synthèse du « Diagnostic Inondation »	56
PARTIE 3 : INTEGRATION DU « DIAGNOSTIC INONDATION » DANS UN DOCUMENT D'URBANISME	58
I. Prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme	59
1) Dans une carte communale	59
2) Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)	60
II. Autres opportunités dans les documents d'urbanisme pour l'intégration des conclusions d'un « Diagnostic Inondation »	61
1) Dans une carte communale	61
2) Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)	61
Conclusion	63
Glossaire élémentaire	64
Bibliographie réduite	65
Annexes	66

Table des fiches de cas pour la cartographie des secteurs à risque de ruissellements naturels concentrés

Approche hydrogéomorphologique en milieu naturel

Fiche de cas n° 1 : Application de la méthode hydrogéomorphologique en milieu naturel, sur talweg d'ordre 4 de Strahler.....	34
Fiche de cas n° 2 : Application de la méthode hydrogéomorphologique : cas d'un ravin torrentiel.....	35
Fiche de cas n° 3 : Talweg canalisé par rapport au terrain naturel.....	36
Fiche de cas n° 4 : Confluence d'un talweg avec une plaine alluviale.....	37
Fiche de cas n° 5 : Bassin versant endoréique naturel.....	38

Approche empiriste en milieu naturel

Fiche de cas n° 6 : Exemple d'application d'une méthode complémentaire (ici méthode d'ordre empirique utilisée par défaut à l'AREAS) : cas d'un talweg en tête de bassin versant sans enjeu	39
--	----

En milieu urbanisé

Fiche de cas n° 7 : Cartographie d'un talweg en zone urbanisée	46
Fiche de cas n° 8 : Cartographie d'une zone urbanisée inondée par des ruissellements naturels concentrés	47
Fiche de cas n° 9 : Cas d'un talweg qui ruisselle au travers d'une « dent creuse »	48

Sur voirie

Fiche de cas n° 10 : La voirie emprunte le tracé naturel d'un talweg.....	52
Fiche de cas n° 11 : Route inondée traversant un talweg.....	53

Pour faciliter la compréhension des figures de ces fiches de cas, dépliez la légende située en page 57 (Figure n° 34) du document.

Table des figures

Figure 1 : Etat des déclarations de catastrophes naturelles par inondations et coulées boueuses par commune en Haute-Normandie (1982-2006).....	9
Figure 2 : Quelques orages de plus de 50 mm en Seine-Maritime.....	10
Figure 3 : Lame ruisselée en fonction de la pluie génératrice et de la pluie de la décade précédente.	11
Figure 4 : Organigramme des méthodes d'analyse proposées pour la cartographie des zones à risque de ruissellements concentrés.....	24
Figure 5 : Exemple d'attribution des ordres aux talwegs selon la méthode de Strahler (source : HAUCHARD E., 2002. Plan de Prévention des Risques d'inondation par débordement et ruissellement : Méthodologie pour la définition de l'aléa ruissellement, approche hydrogéomorphologique, application au bassin versant de l'Austreberthe).....	26
Figure 6 et Figure 7 : Quand appliquer la méthode hydrogéomorphologique ?	29
Figure 8, Figure 9 et Figure 10 : Comment appliquer la méthode hydrogéomorphologique ?	30
Figure 11, Figure 12, Figure 13, Figure 14, Figure 15, Figure 16, Figure 17, Figure 18, Figure 19, Figure 20, Figure 21, Figure 22, Figure 23 : Illustrations des fiches de cas n° 1 à 6	33
Figure 24 : Exemple d'organigramme de décision pour la cartographie des zones inondées en milieu urbanisé selon l'origine de l'inondation	42
Figure 25 : Quelques cas de figure d'inondation rencontrés en zone urbanisée.....	44
Figure 26, Figure 27, Figure 28, Figure 29, Figure 30, Figure 31 : Illustrations des fiches de cas n° 7 à 9.....	45
Figure 32 : Possibilités de déplacement des personnes selon la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement (source : note complémentaire pour l'élaboration des PPR, risques d'inondation ruissellement péri-urbain, 2003, MEDD)	49
Figure 33 et Figure 34 : Valeurs limites des hauteurs et vitesses pour le déplacement d'un véhicule et d'une personne à mobilité réduite ou cycliste (source identique à la figure 32)	49
Figure 35 : Exemple d'organigramme pour la cartographie des risques de ruissellement sur voirie	50
Figure 36, Figure 37, Figure 38, Figure 39 : Illustrations des fiches de cas n° 10 et 11	51
Figure 40 : Exemple de légende pour la carte du fonctionnement hydrologique.....	57
Figure 41 : Extrait d'un « Diagnostic Inondation ».....	59
Figure 42 : Prise en compte du risque d'inondation sur le plan de zonage de la carte communale : tous les secteurs à risque naturel d'inondation sont exclus des secteurs urbanisables.....	59
Figure 43 : Extrait n°2 d'un « Diagnostic Inondation	60
Figure 44 : Extrait du plan de zonage du PLU où les secteurs d'inondation sont reportés et indicés i	60
Figure 45 : Exemple d'orientations d'aménagement d'une zone AU, prenant en compte le risque d'inondation	61

Table des annexes

Annexe 1 : Profils topographiques réalisés sur le BV de St Martin de Boscherville suite à l'orage du 16 juin 1997	67
Annexe 2 : Profils topographiques réalisés sur le BV de la ferme de Villers Ecalles suite à l'orage du 16 juin 1997	67
Annexe 3 : Synthèse par l'AREAS de certains résultats issus du rapport de SAFEGE « modélisation des écoulements dans certains talwegs à enjeux dans le cadre du PPRI Austreberthe et Saffimbec » de Février 2005	68

Préambule

La région Haute-Normandie est particulièrement affectée par les coulées de boues. Aussi, à partir de 1999, l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) a commencé à travailler avec les communes pour intégrer de façon simple et pragmatique ce risque dans les documents d'urbanisme. Le but essentiel poursuivi est de **ne pas augmenter le nombre d'habitations touchées**.

Depuis 2006, cette action relève des bureaux d'études et des organismes en charge de l'élaboration des cartes communales et Plans Locaux d'Urbanisme.

Après six années d'appui et de conseils aux collectivités sur la base de simples « bilans hydrologiques » pour environ 150 communes du territoire régional, il est apparu utile de transmettre le fruit de cette première expérience aux nouveaux opérateurs. Telle est la vocation de ce document.

Ce document a ainsi un double objectif :

- **transmettre des éléments détaillés de méthodologie et de démarche pragmatique,**
- **proposer des exemples de solutions mises en œuvre au travers de 11 fiches de cas.**

Ces onze fiches de cas concrets illustrent la méthodologie proposée pour l'élaboration de documents de définition du risque inondation. Une légende générale (éditée page 57) permet de lire tous les extraits de carte de fonctionnement hydrologique présentés dans les fiches de cas.

L'ensemble de ces informations ne saurait constituer à lui seul le contenu des études de définition des zones à risque de coulées de boues dans les communes. Mais ces données pourront être utilisées lors de l'une des étapes de constitution du dossier communal.

Cibles de ce document :

- les parties 1 et 3 peuvent être utiles aux élus, pour comprendre l'intérêt de mener ce type d'étude dans le cadre de l'élaboration d'un document d'urbanisme,
- les parties 1 et 2 sont essentiellement destinées aux techniciens des bureaux d'études compétents en hydraulique, appelés à mener des études similaires,
- les parties 1 et 3 sont également destinées aux chargés d'études qui rédigent les documents d'urbanisme, afin de les guider pour l'intégration de ce type d'étude dans les documents d'urbanisme.

Limites de ce document

Ce document ne décrit qu'une partie du travail que doit réaliser un bureau d'études pour réaliser une étude de zonage des risques. Il ne décrit pas non plus LA méthode à utiliser. Il fait état de l'expérience de l'AREAS dans le cadre de ses limites d'intervention à la fois juridiques et techniques, entre 1999 et 2005. Cette expérience peut servir de base à la réalisation de ce type d'analyse, mais une appropriation de la démarche par chaque bureau d'études est indispensable.

Selon les besoins de la commune exprimés dans les cahiers des charges des appels d'offres, les bureaux d'études seront amenés à proposer des prestations complètes, prévoyant notamment la réalisation d'études plus précises (levés topographiques, calculs hydrauliques, modélisation de réseaux, dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales des zones AU, zonage d'assainissement pluvial...)

PARTIE 1 : ENJEUX D'UN « DIAGNOSTIC INONDATION »

- I. **Sensibilité de la région aux inondations et enseignements à partir de l'analyse d'inondations récentes et locales**

- II. **Nécessité d'intégrer le risque inondation dans les documents d'urbanisme**

- III. **Enjeux spécifiques liés aux études de type « Diagnostic Inondation »**
 - 1) *Cadre de la réglementation de l'occupation des sols*
 - 2) *Approche participative recommandée*
 - 3) *Champ d'investigation du « Diagnostic Inondation »*
 - 4) *Précisions réglementaires*
 - 5) *Précisions d'ordre technique*

I. Sensibilité de la région aux inondations et enseignements à partir de l'analyse d'inondations récentes et locales

- La Seine-Maritime est un département reconnu sensible au risque de coulées de boues et d'inondations à l'échelon national. Dans son rapport de décembre 2001 sur les inondations et coulées boueuses en Seine-Maritime, l'Inspection Générale de l'Environnement qualifie la Seine-Maritime de « **troisième département de métropole le plus sinistré par les inondations pour les années 1997 à 1999** » (MATE, 2001). Les inondations sont principalement dues à des ruissellements en vallon sec, mais aussi aux crues de rivière, aux remontées de nappe ou à la saturation des réseaux en ville. Ainsi, quelle que soit leur localisation dans le bassin versant, la quasi-totalité des communes du département est concernée par le risque inondation (voir Figure 1).

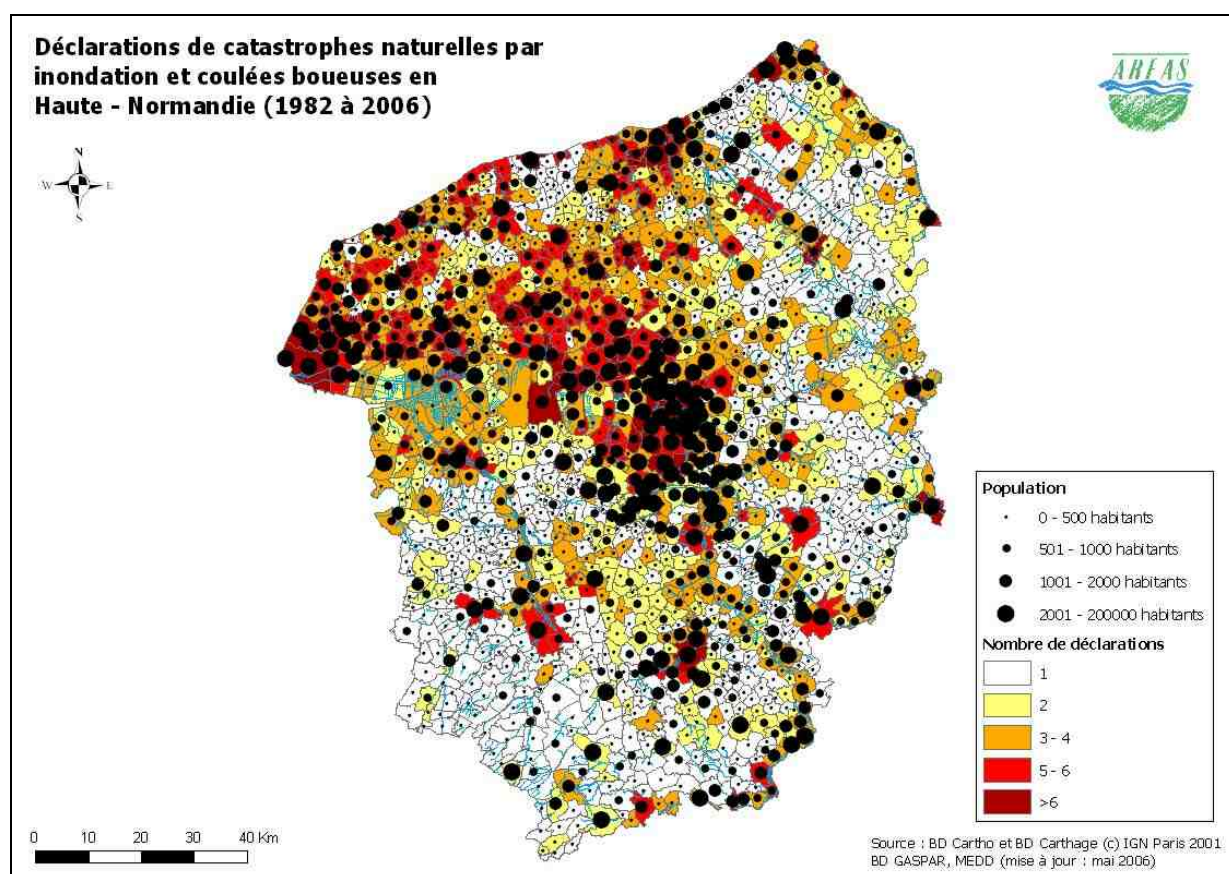


Figure 1 : Etat des déclarations de catastrophes naturelles par inondations et coulées boueuses par commune en Haute-Normandie (1982-2006)

- La culture du risque était relativement peu développée dans le département. Comme ailleurs, l'urbanisation de ces dernières décennies s'est développée en partie dans les zones naturelles d'inondation, augmentant la vulnérabilité. L'IFEN indique que 80 % des maisons inondées en France sont construites depuis moins de 40 ans, car nos sociétés ont sous-estimé le risque et ses conséquences.

L'imperméabilisation croissante de terrains sans compensation suffisante de ses impacts, et l'évolution des pratiques agricoles ont contribué à une augmentation des volumes ruisselés par unité de surface.

La population de Haute-Normandie se souvient des inondations catastrophiques lors d'orages intenses et localisés. On peut évoquer entre autres :

- le 16 juin 1997, 80 à 100 mm s'abattent sur le secteur de Saint-Martin-de-Boscherville (avec des pics d'intensité jusqu'à 200 mm/h pendant quelques minutes). Cet orage provoque une coulée boueuse de 10 à 15 m³/s, s'étalant sur plus de 200 mètres de large à l'exutoire, coûtant la vie à trois personnes et dégradant 65 habitations (sources : expertise du CEMAGREF et de l'AREAS ; documents et témoignages des élus de la commune) ...
- les 1^{er} et 14 juin 2003 des orages successifs éclatent sur la pointe du Havre et la région de Montivilliers engendrant l'inondation de nombreuses habitations, d'une zone commerciale, bloquant la circulation routière sur de nombreuses routes ...

La Figure 2 rappelle quelques uns des orages catastrophiques survenus en Seine-Maritime.

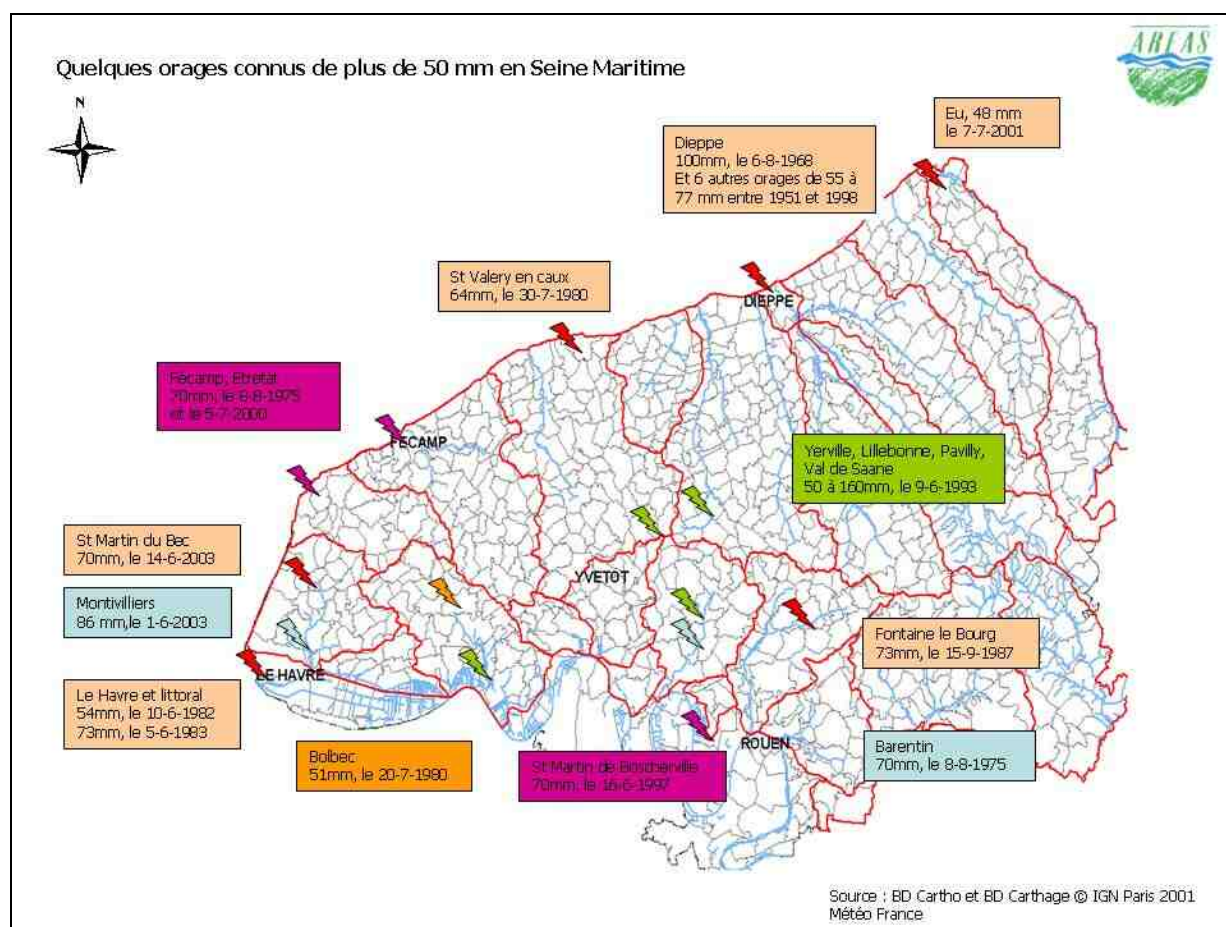


Figure 2 : Quelques orages de plus de 50 mm en Seine-Maritime

Empiriquement, on constate que presque chaque année, un orage centennal de plus de 50 mm s'abat sur une partie du département. Le CEMAGREF a calculé que sur 200 bassins versants considérés comme hydro-climatiquement indépendants, **il y a chaque année une probabilité de 87 % d'observer une crue centennale sur au moins un de ces bassins versants (Cemagref, 1997).**

Mais les longues **pluies d'hiver** ont également provoqué des inondations importantes dans notre région, en décembre 1999 et mars 2001 notamment. En fait en Haute-Normandie, ce sont environ 2/3 des déclarations de catastrophe naturelle qui ont eu lieu en hiver.

L'analyse statistique de 42 événements pluvieux locaux a mis en évidence une relation entre le cumul pluviométrique en hiver et l'occurrence d'une inondation généralisée : **un cumul**

pluviométrique de l'ordre de 70 mm en dix jours consécutifs, dont une pluie d'au moins 15 mm le 10^{ème} jour, peut déclencher une inondation importante, selon les conditions d'occupation des sols par ailleurs (voir Figure 3), Helloco et al., 2003.

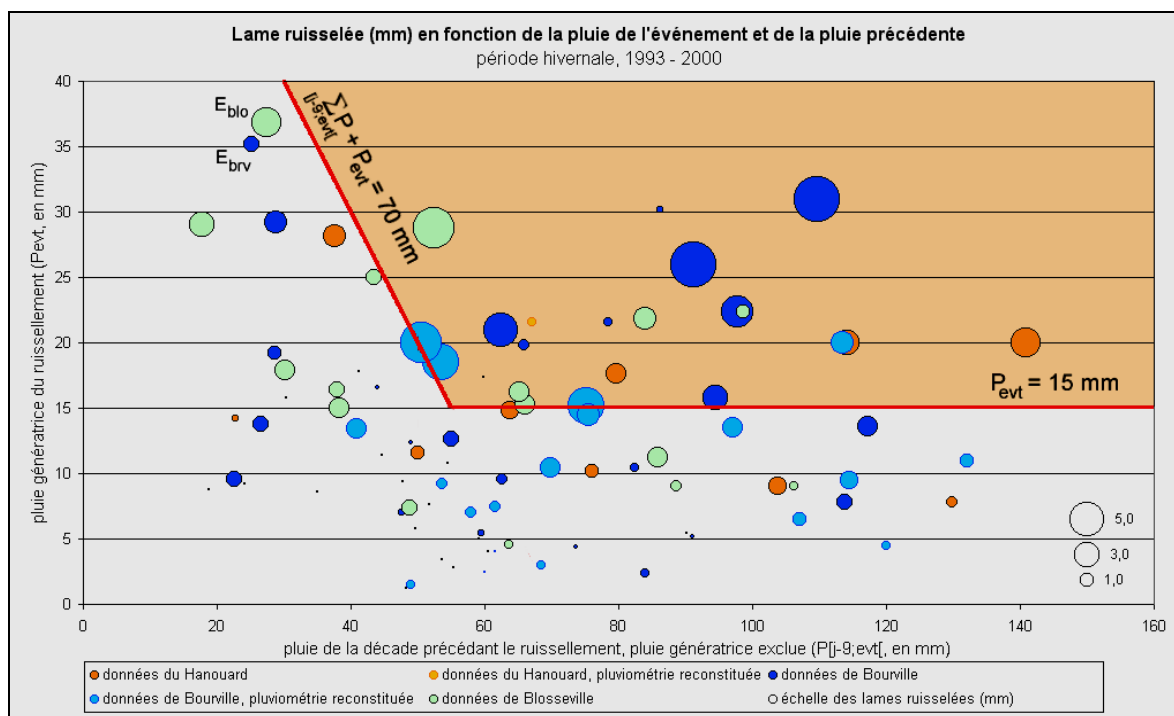


Figure 3 : Lame ruisselée en fonction de la pluie génératrice et de la pluie de la décade précédente. La zone où l'on a à la fois un cumul de pluie sur 10 jours ≥ 70 mm et une pluie du dixième jour ≥ 15 mm est représentée en orangé. Tous les désordres de lame ruisselée supérieure à 3 mm y sont contenus.

Les résultats de cette analyse nous incitent à **nous tenir en alerte lorsque ces conditions pluviométriques sont susceptibles d'être réunies**, selon les prévisions à quelques jours.

Ces quelques chiffres récents visent à rappeler l'importante responsabilité que portent les élus dans le choix des secteurs à développer pour l'urbanisation. Les phénomènes d'inondations sont de plus en plus importants, fréquents et menacent une population de plus en plus exposée. La réalisation d'un « Diagnostic Inondation » sur le territoire communal permet de recenser et préciser l'ensemble des zones à risque, élément d'information capital pour la prise de décision.

II. Nécessité d'intégrer le risque inondation dans les documents d'urbanisme

Compte tenu de la problématique régionale, la prise en compte du risque d'inondation dans les documents d'urbanisme doit permettre :

- d'éviter les nouvelles constructions en zone d'aléa en cartographiant tous les secteurs pouvant faire l'objet de ruissellements naturels concentrés,
- de réglementer la gestion des eaux pluviales pour ne pas augmenter la production de ruissellement par l'imperméabilisation de nouveaux terrains.

L'élaboration d'un « Diagnostic Inondation » permet la définition et la cartographie de tous les secteurs d'une commune soumis à tout aléa inondation.

Cette connaissance fine et exhaustive du territoire communal peut aider les élus dans leur choix des terrains à ouvrir à l'urbanisation, ou dans les modalités de construction à prévoir.

L'élaboration d'un « diagnostic inondation » à l'échelle communale aide à répondre aux exigences réglementaires, dont les principes sont rappelés brièvement ci-après :

* Code de l'urbanisme

- ⇒ Assurer la prévention des risques naturels prévisibles (art L121-1 du CU)
- ⇒ Délimiter les secteurs à risque d'inondation (art R123-11 du CU)

* Code de l'environnement

- ⇒ Informer les personnes exposées aux risques majeurs (art L125)
- ⇒ Favoriser la mémoire du risque en zone inondable (art L563-3)

* Code civil

- ⇒ Ne pas aggraver la servitude d'écoulement sur les fonds inférieurs (art 640 et suivants)

* Police du Maire, garant de la sécurité et la salubrité publique sur la commune.

En application de l'art. R111-2 du code de l'urbanisme, lorsque l'autorité compétente pour les autorisations d'utiliser le sol a connaissance d'un risque, elle est tenue d'en tirer les conclusions dans sa décision, sous peine d'engager sa responsabilité.

III. Enjeux spécifiques liés aux études de type « Diagnostic Inondation »

1) Cadre de la réglementation de l'occupation des sols

Dans le cadre de l'élaboration des documents d'urbanisme, le porter à connaissance, fourni à la commune par les services de l'Etat, apporte un premier niveau d'information concernant les risques d'inondation sur la commune. Il comporte en général une liste des dates auxquelles il a été constaté l'état de catastrophe naturelle pour raison d'inondation sur la commune et éventuellement une carte des zones inondables par un cours d'eau (type atlas de zones inondables, Plan de prévention des Risques...). L'information cartographique demande à être complétée en ce qui concerne l'expansion des ruissellements dans les talwegs.

C'est l'enjeu de ce type d'étude « Diagnostic Inondation » qui vise donc à aider les élus locaux dans leur choix des secteurs à ouvrir à l'urbanisation, connaissant le fonctionnement hydrologique global de leur territoire.

Idéalement, cette étude doit se dérouler au préalable ou en parallèle de la réflexion sur le document d'urbanisme (PLU et carte communale), afin d'y être intégrée.

2) Approche participative recommandée

Pour la bonne qualité de la carte, son acceptation par la population et son utilisation efficiente, la carte du risque inondation de la commune doit être validée à plusieurs niveaux par les élus et par les techniciens locaux.

- Lors du lancement de l'étude, une première **visite de terrain avec les élus** et techniciens locaux est recommandée pour identifier les principaux secteurs à risque, les phénomènes d'inondation et leurs conséquences sur le territoire communal.
- Sur la base de ses observations sur l'ensemble du territoire communal (parcours à pied de tous les talwegs, échanges avec les riverains...), le chargé d'études analyse et cartographie le fonctionnement hydrologique global, selon sa propre méthodologie. Ce travail d'interprétation globale peut alors être **soumis aux élus**, pour compléments, correction si nécessaire et validation.
- En parallèle, la **consultation d'organismes compétents** dans le domaine des eaux pluviales sur le territoire communal (compétences lutte contre les inondations, assainissement pluvial, voirie...) tels que syndicats de bassins versants et autres

structures intercommunales s'avère indispensable pour confronter les informations et valider les résultats du chargé d'études.

- Si le chargé d'études doit reporter sur la carte de synthèse du « Diagnostic Inondation » des zones à risque d'inondation identifiées dans une étude existante, et que les supports cartographiques sont différents (carte topographique IGN à reporter sur le plan cadastral par exemple), le contour de ces zones d'inondation doit être **validé par les élus**.
- Le fonctionnement hydrologique du territoire étant validé par tous, le chargé d'études pourra **conseiller l'équipe municipale en terme de prévention** lors de la détermination des futures zones à urbaniser, dans le but de :
 - ne pas ouvrir de zones constructibles dans les secteurs inondables ou engager des études plus fines,
 - ne pas aggraver les risques dans les secteurs déjà sensibles, en limitant les rejets d'eaux pluviales qui s'y dirigent.
- Une concertation est également souhaitable lors du recensement des éléments du paysage à conserver pour leur rôle hydraulique (choix et justification au cas par cas possible) (voir Partie 3 pages 61 et 62). Selon la mission du chargé d'études, si des aménagements sont proposés dans le cadre de cette étude pour améliorer le fonctionnement hydrologique global, des échanges avec les élus sont alors indispensables pour **évaluer l'opportunité de réserver des emplacements** au PLU afin de faciliter la réalisation ultérieure des aménagements hydrauliques (négociation foncière) (voir Partie 3 page 62).

3) Champ d'investigation du « Diagnostic Inondation »

Le « Diagnostic Inondation » doit porter sur l'ensemble des phénomènes d'inondation. Les inondations par ruissellements concentrés, par débordement de rivière, par remontée de nappe phréatique, par insuffisance de réseau pluvial sont à étudier selon les caractéristiques du territoire de chaque commune au titre de la connaissance de l'existence de risques.

Selon la compétence du bureau d'études et les besoins de la commune, les missions peuvent être réparties entre plusieurs prestataires.

Le recensement exhaustif des phénomènes d'inondation survenus sur le territoire communal ainsi que leurs conséquences est élémentaire et fondamental.

La connaissance plus approfondie des phénomènes, et notamment la quantification des risques, peut être étudiée au cas par cas selon les besoins et les enjeux de la commune, dans une approche préventive globale.

4) Précisions réglementaires

➤ Au regard du code de l'urbanisme, la valeur réglementaire du « Diagnostic Inondation » est nulle. Ce diagnostic ne devient opposable aux tiers qu'une fois intégré dans le document d'urbanisme et ce dernier approuvé par le conseil municipal.

Cependant, tout diagnostic participant à la connaissance de risques naturels validé peut être exploité pour instruire une demande d'autorisation d'urbanisme, afin de prendre en compte d'éventuels risques naturels et d'y appliquer le principe de précaution.

Pour aller plus loin, si l'étude réalisée sur la commune (sous la forme d'un Schéma de Gestion des Eaux Pluviales par exemple) conduit à la réalisation d'un « zonage pluvial », ce dernier peut devenir opposable aux tiers après enquête publique et approbation par le Conseil Municipal, même en l'absence de document d'urbanisme.

➤ Un « Diagnostic Inondation » n'a pas la même vocation qu'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Le diagnostic vise à recenser tous les secteurs à risque d'inondation sur le territoire d'une commune, dans le but d'y réglementer l'occupation des sols. Par souci de cohérence, il est conseillé de s'assurer que la carte du fonctionnement

hydrologique est bien compatible avec les documents graphiques du SAGE s'il existe, même s'ils ne sont pas représentés à la même échelle ou sur le même support cartographique (souvent cadastre pour l'un et carte topographique IGN pour l'autre).

➤ Le « Diagnostic Inondation » n'est pas juridiquement assimilable à un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). Prescrit par le préfet, un PPRI est une servitude d'utilité publique. Le PPRI identifie les zones à risque d'inondation et les réglemente spécifiquement. Une fois approuvé et après enquête publique, il s'impose à toute décision d'urbanisme.

5) Précisions d'ordre technique

L'intégration d'un « Diagnostic Inondation » dans un document d'urbanisme a pour objectif premier de cartographier les secteurs à risque naturel d'expansion des ruissellements concentrés, afin d'y réglementer le droit des sols. Ce travail nécessite une précision très fine.

L'objectif de prévention nécessite de localiser le tracé des talwegs, et surtout d'apprécier l'emprise maximale des ruissellements en période de crue en considérant un événement pluvieux important, voire exceptionnel (au moins centennal).

Le travail d'observation et d'analyse doit couvrir tout le territoire communal : milieu urbanisé et milieu naturel. En effet, même en milieu naturel, certaines parcelles vont être ouvertes à l'urbanisation, d'autres pourraient accueillir des bâtiments agricoles, le « Diagnostic Inondation » doit y être effectué avec la même attention.

Un talweg situé sur la limite communale doit être pris en compte, car une partie au moins du secteur d'expansion lui étant associé concerne le territoire de la commune étudiée.

Ce diagnostic couvre un périmètre communal. Mais la cartographie des secteurs à risque d'inondation repose avant tout sur une analyse hydrologique : chaque talweg qui ruisselle sur le territoire étudié doit être replacé à l'échelle de son bassin versant. En effet, la compréhension du fonctionnement global est nécessaire, afin de mieux apprécier localement l'emprise maximale des eaux, et peut nécessiter des investigations sur les communes environnantes.

En terme de support cartographique, le cadastre sera privilégié :

① Lors du parcours à pied de tous les talwegs, les observations sont réalisées à l'échelle de la parcelle. Afin de traduire au mieux ces observations, leur report sur un support faisant apparaître le parcellaire est à privilégier. Sur le plan cadastral sont aussi figurés à l'échelle le bâti existant, les routes, et parfois des emprises de ravines, de fossés, de mares...

② Les documents d'urbanisme, et ensuite les demandes de permis de construire, se présentent sur des extraits de plans cadastraux. Aussi, la cartographie du risque à l'échelle cadastrale évite toute imprécision de report et toute ambiguïté de lecture entre les différents supports cartographiques.

En terme d'échelle, le 1/5000^e, voire le 1/2000^e seront privilégiés :

① Par définition, l'échelle 1/25000^e est moins précise que l'échelle 1/5000^e : un trait de 2 mm d'épaisseur au 1/25000^e recouvre sur le terrain une bande de 100 mètres, et seulement 10 mètres lorsque ce même trait est cartographié au 1/5000^e.

En vue de la réglementation du droit des sols, il est souhaitable de travailler au 1/5000^e.

② A l'échelle du 1/5000^e, il est possible graphiquement de faire figurer davantage d'objets cartographiques qu'au 1/25000^e tout en restant lisible. Etant donnés tous les éléments observés sur le terrain (talwegs, fossés, haies...) et qui peuvent être localement quasiment juxtaposés dans l'espace, il est recommandé de travailler au moins à l'échelle du 1/5000^e pour pouvoir figurer tous ces objets cartographiques.

En milieu urbanisé, il est souvent nécessaire de travailler à l'échelle du 1/2000^e pour être assez précis.

PARTIE 2 : RETOUR D'EXPERIENCE ET ELEMENTS DE METHODE POUR L'ELABORATION D'UN « DIAGNOSTIC INONDATION »

Dans tous les cas, l'élaboration d'un « Diagnostic Inondation » est décomposée en 3 étapes :

Etape 1 : recueil préalable d'informations, comprenant :

- une phase de bibliographie,
- une phase de terrain,
- le témoignage des élus et techniciens locaux.

Etape 2 : analyse des informations collectées et cartographie des zones sujettes à inondation, comprenant :

- la cartographie des secteurs d'expansion des ruissellements concentrés en milieu naturel,
- la cartographie des zones à risque d'inondation en milieu urbanisé et à urbaniser,
- la cartographie des voiries à risque d'inondation.

Etape 3 : carte de synthèse du « Diagnostic Inondation » et rédaction d'un rapport, comprenant :

- la cartographie du fonctionnement hydrologique communal,
- la rédaction d'un rapport de synthèse du « Diagnostic Inondation ».

La partie 2 de ce rapport repose sur l'expérience partielle acquise par l'AREAS en matière de « Diagnostic Inondation ».

Elle décrit les méthodes utilisées pour la cartographie des secteurs à risque de ruissellements concentrés. Elle met aussi en évidence les difficultés méthodologiques rencontrées, et les choix retenus selon les informations disponibles et les moyens limités de l'Association. Elle débouche sur des perspectives qui seront à développer par les bureaux d'études, chargés de l'élaboration d'un « Diagnostic Inondation ».

Ce retour d'expérience ne concerne qu'une partie des missions des bureaux d'études. D'autres méthodes sont à mettre en œuvre et à développer par les prestataires, selon le champ d'investigation du « Diagnostic Inondation » à réaliser sur chaque commune (crue de rivière, débordement de réseau...).

Plan de la PARTIE 2

Etape 1 : Recueil préalable d'informations

I. Bibliographie

II. Terrain

- 1) *Eléments généraux relatifs aux observations de terrain le long des talwegs*
- 2) *Précisions concernant l'observation des formes liées aux écoulements*

III. Témoignage des élus et techniciens locaux

Etape 2 : Analyse des informations collectées et cartographie des zones sujettes à inondation

I. Cartographie des secteurs d'expansion des ruissellements concentrés en milieu naturel

- 1) *Méthode hydrogéomorphologique*
 - 1.1. Définition et fiabilité
 - 1.2. Domaine d'application de la méthode hydrogéomorphologique en Haute-Normandie
 - 1.3. Mise en oeuvre simplifiée de la méthode hydrogéomorphologique
- 2) *Exemple d'une méthode complémentaire, d'ordre empirique, pour la définition des zones d'aléa d'inondation et règle préventive de cartographie*
- 3) *Méthode historique*

⇒ 6 fiches de cas concrets illustrent les méthodes proposées

II. Cartographie des zones à risque d'inondation en milieu urbanisé et à urbaniser

- 1) *Méthode d'analyse générale*
- 2) *Exemple d'une méthode de recensement des propriétés inondées*

⇒ 3 fiches de cas concrets illustrent les méthodes proposées

III. Cartographie des voiries à risque d'inondation

⇒ 2 fiches de cas concrets illustrent les méthodes proposées.

IV. Cohérence des résultats d'analyse et de cartographie d'ensemble

Etape 3 : Carte de synthèse du « Diagnostic Inondation » et rédaction d'un rapport

I. Cartographie du fonctionnement hydrologique sur le territoire communal

II. Rédaction d'un rapport de synthèse du « Diagnostic Inondation »

Etape 1 : Recueil préalable d'informations

I. Bibliographie

Comme tout type d'étude hydraulique, le « Diagnostic Inondation » commence par une étape qui consiste à réunir tous les documents existants sur la commune concernée :

- Carte IGN au 1/25000^e,
- Plan cadastral de la commune au 1/5000^e et des zones bâties au 1/2000^e,
- Cartes géologique et pédologique,
- Photographies aériennes,
- Etude hydraulique globale et intégrée du bassin versant,
- Rapport du BRGM ou autre...

En particulier, les informations concernant les « Plus Hautes Eaux Connues » peuvent être reprises à partir de :

- Cartes ou croquis établis lors de crues exceptionnelles (DDE, élus locaux...),
- Atlas de zones inondables ou Plan de Prévention des Risques Inondation (DDE),
- Photographies et vidéos disponibles en mairie, dans la presse, auprès des riverains...,
- Campagne de photographies aériennes (ex : mission DIREN en Mai 2000 sur les bassins versants de l'Austreberthe, de la Rançon et de la Ste Gertrude)...

Certains de ces documents peuvent être consultés à la mairie de la commune. Ils seront complétés par des documents internes à la mairie tels que les déclarations de catastrophes naturelles localisant les sinistres (habitations et voiries par exemple).

L'analyse des cartes topographiques au 1/25000^e permet de relever l'ensemble des talwegs qui traversent le territoire de la zone d'étude.

L'analyse stéréoscopique de photographies aériennes permet de localiser précisément le tracé du talweg au sein de chaque parcelle. On y observe les traces d'écoulement et d'érosion ainsi que les principales formes de relief. C'est un outil complémentaire précieux pour la cartographie. De plus, une analyse diachronique de ces photos aériennes, lorsqu'elles sont disponibles, est également souvent riche d'enseignements : évolution du tracé du talweg (veiller lors de la cartographie à intégrer les divagations possibles dans la zone d'expansion maximale des ruissellements), mais aussi changement de l'occupation des sols environnante...

Cependant, l'analyse de ces documents ne suffit pas pour élaborer la carte des zones d'expansion maximale des ruissellements sur l'ensemble d'un territoire. Cette phase de recueil d'informations doit être suivie d'une phase d'observations de terrain.

II. Terrain

Quelle(s) que soi(en)t la (ou les) méthode(s) d'analyse retenue(s) par le prestataire, **les observations sur le terrain sont indispensables**. La cartographie des talwegs ne peut pas être faite à partir d'une simple lecture des courbes de niveaux de la carte IGN au 1/25000^e ou BDalti, même en cas de report de ces courbes sur le fond cadastral au 1/5000^e. Il y a toujours un décalage du report et la précision de la carte IGN est, dans tous les cas, différente de l'observation de terrain à l'échelle de la parcelle.

La cartographie est réalisée grâce à un parcours à pied de tous les talwegs pour un repérage à l'échelle de la parcelle cadastrale. La phase d'observations de terrain dure 1 à 2 jours en fonction de la taille de la commune, de la densité du réseau de talwegs, de l'importance des problèmes d'inondation etc...Une attention particulière doit être portée aux

zones constructibles du document d'urbanisme actuel, aux zones potentiellement urbanisables si les projets des élus de la commune sont connus et, d'une manière générale, à tous les terrains situés à proximité du tissu urbain existant.

L'utilisation d'un outil tel qu'un GPS peut aider à localiser les éléments observés pour mieux les reporter sur le plan en réduisant la marge d'incertitude.

1) Éléments généraux relatifs aux observations de terrain le long des talwegs

Chaque talweg repéré sur la carte IGN (dès la première indentation d'une courbe de niveau) doit être parcouru à pied et cartographié, ainsi que tout élément intéressant le fonctionnement hydraulique sur la zone d'étude. Ces éléments permettent d'affiner et de valider la cartographie du tracé et de l'expansion des talwegs observés sur site.

Il faut s'efforcer de cartographier au mieux les éléments observés sur le terrain. La qualité de l'information est très importante en vue de la bonne acceptation de la carte.

Sont notamment relevés (liste non exhaustive) :

➤ Concernant la morphologie :

- Le tracé du talweg : localisation, tracé plus ou moins sinueux ou rectiligne, pente longitudinale plus ou moins élevée,
- Le(s) profil(s) transversal(aux) le long de chaque talweg, plus ou moins encaissé et plus ou moins évasé,
- Les laisses de crue s'il y en a, ou toute forme liée à des écoulements importants,
- Les formes d'érosion linéaire : ravines (profondeur...), ou de zones d'atterrissement,
- Les discontinuités hydrauliques, naturelles ou anthropiques : points d'engouffrements / bétoires (localisation indicative) ; remblai routier non busé (hauteur)...

➤ Concernant l'utilisation des sols et les pratiques associées :

En milieu naturel :

- L'occupation des sols : herbages, terres labourées ou bois,
- Les pratiques culturales,
- Sens de travail sur les terres labourées,
- Zones enherbées sur talwegs et en bout de champs.

En milieu urbanisé :

- L'occupation des sols : zones bâties distinguées selon leur degré d'imperméabilisation,
- Les pratiques relatives à la gestion des eaux pluviales urbaines :
 - raccord à un réseau pluvial, avec ou sans régulation, et traitement ou non avant rejet au milieu naturel,
 - infiltration des eaux de pluie à la parcelle,
 - absence d'équipement...

➤ Concernant l'hydraulique :

- les buses (diamètre),
- les ponts (capacité),
- le tracé des réseaux (unitaire ou séparatif),
- les ouvrages de régulation de toute nature.

➤ Concernant les éléments du paysage ayant un rôle hydraulique :

- les mares,
- les noues,
- les fossés,
- les canaux (zone de marais),
- les haies,
- les talus, plantés ou non.

Ces éléments seront recensés, afin d'être classés suite à enquête publique, (voir Partie 3 – II. pages 61 et 62).

2) Précisions concernant l'observation des formes liées aux écoulements

L'étape la plus importante consiste à apprécier l'emprise des terrains qui peut être soumise à l'expansion des écoulements en cas de crue, tout le long des talwegs (voir fiche de cas n° 1 page 34).

Le chargé d'études aura rarement l'opportunité d'observer des ruissellements lors d'une crue importante sur la commune. Cependant, à partir de la forme du profil en travers du fond de vallon observé sur le terrain, même par temps sec, on peut identifier l'emprise susceptible d'être inondée par des ruissellements.

Le repérage, sur le terrain, des secteurs d'expansion des ruissellements est d'autant plus aisé que la topographie en place est marquée dans le paysage (par exemple : talweg encaissé dans un fond de vallon relativement plat, ou talweg contenu dans une cavée...).

Pour cartographier cette emprise, on peut également s'aider de certains repères sur le site (points développés ci-dessous).

➤ Recherche et observations de laisses de crues



Cette photographie rappelle la divagation possible des écoulements en cas de crue, leur caractère plus ou moins sinueux, et leur expansion plus ou moins large le long d'un tronçon.

Les laisses de crue déposées localement permettent d'estimer a minima l'emprise des eaux lors de la crue. Ce sont souvent des traces de sédimentation.

(Photo 1 : mission DIREN Mai 2000)

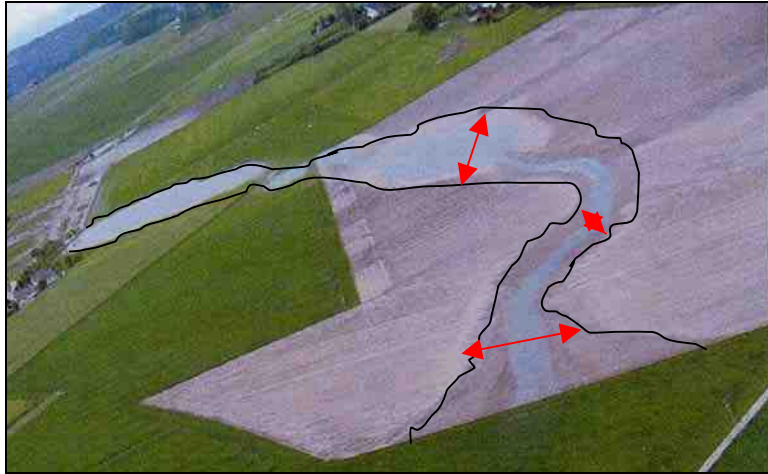
➤ Largeur variable de l'emprise d'expansion des ruissellements concentrés

L'emprise du secteur d'expansion des ruissellements fluctue tout le long du parcours du talweg, au gré des variations **locales** des conditions d'écoulement.

La section mouillée (= « couple » hauteur / largeur des écoulements) dépend de paramètres généraux qui varient au sein du bassin versant :

- le débit des écoulements (fonction directe de la surface ruisselante en amont),
- la vitesse locale des écoulements, fonction des conditions topographiques locales (pentes longitudinale et transversale locales du talweg) et de la rugosité (fonction de l'occupation des sols et des pratiques culturales notamment).

Ces variations sont parfois si localisées qu'elles ne sont visibles que sur le terrain (et pas sur les cartes topographiques par exemple).



La largeur de l'expansion des ruissellements peut varier le long d'un même talweg.

(Photo 2 : mission DIREN Mai 2000)

➤ Symétrie ou non de la zone d'expansion des ruissellements

Le tracé du secteur d'expansion des ruissellements n'est pas toujours symétrique de part et d'autre de l'axe du tracé du talweg. Il faut tenir compte de la topographie locale (pentes transversales du fond de vallon) et du fonctionnement hydrologique global, notamment dans les zones sinueuses.



Sur ce tronçon sinueux, on observe une dissymétrie des écoulements. Le flot principal ruisselle au pied du coteau boisé et les écoulements de crue s'épandent essentiellement en rive gauche et moins en rive droite.



(Photo 3 : mission DIREN Mai 2000)

➤ Talwegs (ou tronçons de talwegs) à caractère torrentiel

Au sein du réseau hydrographique de Haute-Normandie, on peut identifier des talwegs ou tronçons de talwegs, localement très pentus, dont les caractéristiques indiquent un fonctionnement de type torrentiel (voir fiche de cas n° 2 page 35).

Les écoulements sont généralement contenus dans des ravins et l'expansion des ruissellements est alors relativement réduite. Elle est facilement déterminée en fonction de la morphologie du terrain.

➤ Anthropisation du tracé des talwegs et des cours d'eau

De nombreux tronçons de cours d'eau ou talweg ont été remaniés par les hommes pour en exploiter le potentiel, ou simplement s'en accommoder au mieux. Souvent, la section mouillée a été plus ou moins canalisée, « domestiquée » dans un réseau superficiel ou souterrain, souvent éloigné du fil d'eau naturel donc en partie « perché » (voir fiche de cas n° 3 page 36). Ces sections artificielles, créées selon les moyens de l'époque, ont un dimensionnement qui n'est parfois plus adapté.

L'appréciation de l'emprise du secteur d'expansion peut alors être biaisée. On cherchera à comprendre et cartographier les impacts de ces modifications et notamment les secteurs d'inondation potentielle « nouveaux ». Mais ceux-ci n'ayant pas pour autant systématiquement supprimé les secteurs à risque d'inondation « naturels » liés au tracé initial du talweg, ils devront aussi être cartographiés.

➤ Cartographie des talwegs et cours d'eau jusqu'à leur exutoire

On doit s'attacher à cartographier les continuités naturelles, au niveau de la confluence de talwegs par exemple, ou quand un talweg débouche dans la plaine alluviale d'une rivière ou en mer (voir fiche de cas n° 4 page 37). Les zones de confluences et d'exutoires sont souvent des zones relativement plates qui manquent de repères facilitant la cartographie. Le tracé du talweg et l'évasement des ruissellements sont alors cartographiés en fonction des observations faites sur le terrain, et dans la limite des données disponibles concernant les autres hydrosystèmes. Si le talweg a pour exutoire la plaine alluviale d'une rivière, la connaissance du champ d'expansion de crue de celle-ci est indispensable pour cartographier au plus juste la confluence avec le talweg.



(Photo 4 : commune de Sassetot le Mauconduit)

En l'absence d'informations précises sur les champs d'expansion de crue, on s'attachera à représenter au minimum et même à titre indicatif, le talweg jusqu'à son exutoire (cours d'eau, océan...).

Sur la photo ci-contre, on observe bien la continuité des ruissellements d'une valleeuse jusqu'au débouché dans la Manche, suite à des événements importants. La photo indique un ordre de grandeur de l'expansion des ruissellements à cet endroit.

On doit également s'attacher à rechercher les discontinuités hydrauliques existantes, qu'elles soient naturelles (voir fiche de cas n° 5 page 38) ou anthropiques (voir fiche de cas n° 6 page 39).

La cartographie des secteurs d'inondation associés est alors très délicate, et peut s'appuyer sur l'approche historique, c'est-à-dire sur les informations recueillies auprès des élus et riverains (photos, témoignages...).

En cas de besoin, des levés topographiques dans ces secteurs sont indispensables.

➤ **Existence de points d'engouffrements**



Lors du parcours à pied des talwegs, il est possible d'observer la présence de points d'engouffrements dans les fonds de vallon. Ils sont cartographiés dans le « Diagnostic Inondation » à titre indicatif.

(Photo 5 : AREAS)

Cependant, il est délicat de tenir compte de ces points d'engouffrements pour réduire l'emprise du secteur à risque de ruissellements pour plusieurs raisons :

- La « capacité hydraulique » des points d'engouffrements est souvent mal connue,
- Le fonctionnement hydraulique de ces points d'engouffrement est également souvent variable dans le temps et donc aléatoire,
- Etant donné l'importance des événements d'inondation pris en compte en vue de l'élaboration de cartes préventives, on peut considérer que le rôle de ces points d'engouffrements est négligeable lors d'inondations généralisées sur tout un fond de vallon,
- Ces points d'engouffrements sont souvent associés à des micro-dépressions locales qui tendent plutôt à favoriser la stagnation des eaux et moins leur transit vers l'aval. Les ruissellements occupent ainsi toute la largeur du fond de vallon, avant d'atteindre un éventuel seuil de déversement vers l'aval.

➤ **Prise en compte des aménagements sur le fil d'eau naturel**

Des aménagements tels que buse, remblai routier peuvent localement représenter une contrainte aux écoulements et en modifier l'expansion naturelle en cas de crue, dans l'environnement amont et aval.



Cette photo montre une augmentation de la largeur inondée en amont de la route, sans doute liée au relèvement de la ligne d'eau dû au remblai de cette voirie avant sa rupture.

(Photo 6 : mission DIREN Mai 2000)

➤ Prise en compte des ouvrages de laminage de crues existants

Les collectivités aménagent le territoire avec des ouvrages de laminage de crues, pour réduire les inondations. Les pluies de projet considérées pour le dimensionnement de tels ouvrages de **protection** sont variables (fréquence décennale, vicennale et exceptionnellement centennale). Elles sont donc très souvent inférieures aux pluies de projet considérées en vue de l'élaboration de cartes de **prévention** (fréquence centennale au minimum). De plus, d'éventuels disfonctionnements sur ces ouvrages sont possibles (intentionnels ou non). **Sans connaissance fine du fonctionnement hydraulique global, le principe de précaution incite à ne pas prendre en compte le rôle des ouvrages hydrauliques dans le but de réduire l'enveloppe de la zone d'inondation.**

Par ailleurs, la zone sur-inondée en amont de l'ouvrage, ainsi que le débordement éventuel en aval doivent être inclus dans la cartographie de la zone à risque et peuvent être réglementés. L'expertise montre que dans les fonds de vallon, les enveloppes des zones inondables identifiées englobent chaque fois ces espaces aménagés pour la rétention des eaux. Mais seule une modélisation complète du fonctionnement hydraulique du bassin versant peut montrer l'impact d'un aménagement de retenue sur une crue et définir la zone d'inondation en conséquence.

III. Témoignage des élus et techniciens locaux

La dernière étape du recueil d'informations consiste à compléter les observations et informations rassemblées, grâce aux témoignages des acteurs locaux. Les élus et les habitants de la commune, rencontrés lors des observations de terrain, peuvent fournir des indications importantes concernant l'emprise des inondations survenues, les hauteurs d'eau, les fréquences d'inondation...

Par ailleurs, il est important de consulter les techniciens des structures intercommunales compétentes dans le domaine des eaux pluviales et/ou lutte contre les inondations (Syndicats de bassins versants, Communautés de Communes...), pour prendre connaissance des équipements existants (caractéristiques techniques, objectif attendu, et disfonctionnement éventuel) et des projets éventuels sur le territoire étudié.

Etape 2 : Analyse des informations collectées et cartographie des zones sujettes à inondation

A partir des observations de terrain et des informations recueillies, il s'agit d'analyser et cartographier le fonctionnement hydrologique global sur le territoire communal.

Selon le niveau de précision exigé, les méthodes d'analyse des secteurs à risque d'inondation sont multiples et différentes en milieu naturel (sans enjeu connu) ou en milieu urbanisé (enjeux existants et futurs).

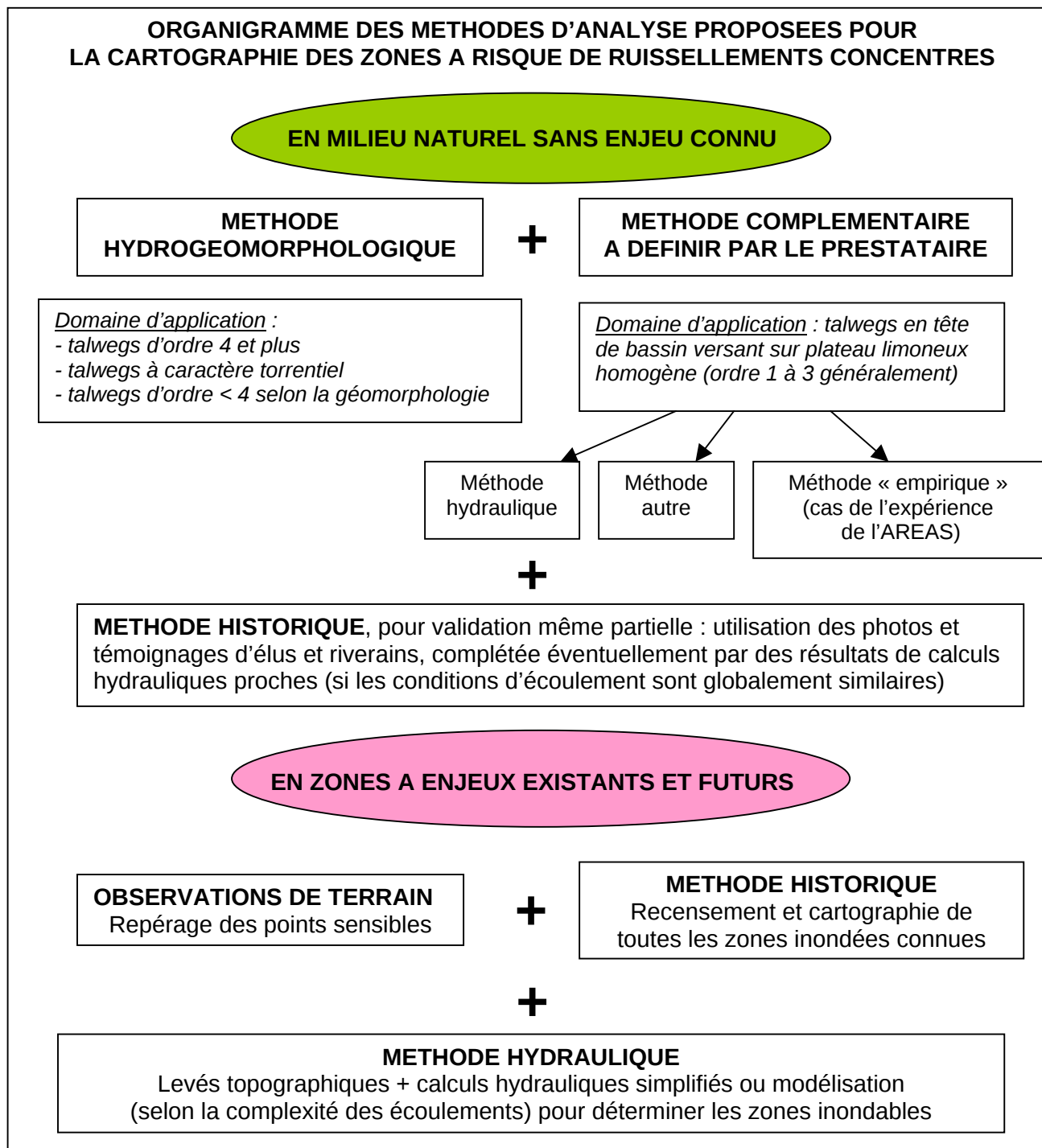


Figure 4 : Organigramme des méthodes d'analyse proposées pour la cartographie des zones à risque de ruissellements concentrés

I. Cartographie des secteurs d'expansion des ruissellements concentrés en milieu naturel

Etant donnée la topographie générale de plateau de la région, à géologie globalement homogène, et aux écoulements non pérennes, plusieurs types de méthodes peuvent être mis en œuvre pour la cartographie des secteurs à risque d'inondation en milieu naturel :

- 1- la méthode hydrogéomorphologique, essentiellement pour les talwegs d'ordre 4 et plus,
- 2- une méthode complémentaire, pour les talwegs d'ordre 1 à 3, développée par le prestataire sur la base de résultats de mesures ou de modélisation par exemple, et mise en œuvre **par défaut** pour palier les manques de la méthode hydrogéomorphologique, selon les besoins,
- 3- la méthode historique, dès qu'une information est pertinente sur la zone d'étude.

Ces méthodes, que nous allons détailler par la suite, sont complémentaires et mises en œuvre alternativement le long de chaque talweg, lorsque les conditions de leur application sont réunies.

Quelle que soit la méthode retenue tronçon par tronçon, l'analyse repose avant tout sur les observations de terrain (voir Etape 1, II., page 17 et suivantes).

1) Méthode hydrogéomorphologique

1.1. Définition et fiabilité

La géomorphologie vise à décrire et comprendre l'évolution des formes de relief observées sur le terrain. L'hydrogéomorphologie permet d'appréhender le fonctionnement hydrologique d'un bassin versant dans sa globalité. Elle tient compte :

- de paramètres topographiques locaux (forme du talweg, pente, encaissement du talweg, confluence avec d'autres talwegs),
- de paramètres lithologiques (formations superficielles, sensibilité des affleurements à l'érosion...) et structuraux (tectonique),
- de paramètres hydrogéologiques (karst) ...

Sur le terrain, il est possible d'identifier le tracé des talwegs et l'enveloppe des terrains adjacents susceptible d'être inondée lors de crues importantes ou exceptionnelles, grâce à l'examen des traces laissées par les crues historiques, même disséminées dans l'espace (formes d'érosion et d'épandage des écoulements, voir Etape 1, II. Pages 17 et suivantes). Les processus de ruissellement et d'érosion donnent place à certaines formes de relief. Elles sont souvent de plus en plus visibles au fur et à mesure de la progression dans l'arborescence du réseau hydrographique : l'hydrogéomorphologie est d'autant plus fiable que l'on étudie des talwegs dont le bassin versant est bien développé et ramifié en amont.

Elle met en évidence des secteurs à risque, généralement déjà bien connus par les élus et riverains. Mais les emprises recensées et définies comme à risque d'inondation, peuvent parfois étonner la population locale : l'emprise identifiée est parfois grande et n'a peut être encore jamais été observée intégralement inondée (de mémoire d'hommes).

Par expertise, cette méthode d'identification et de cartographie des zones à risque d'inondation englobe toutes les emprises inondables simulées théoriquement par les outils de modélisation (CETE Méditerranée, juin 2002). Elle est donc pleinement satisfaisante dans un objectif de prévention. C'est une méthode naturaliste, globale, complémentaire aux méthodes quantitatives (hydrologie et hydraulique), et moins coûteuse en moyens techniques.

Elle repose sur l'observation de terrain et l'analyse des cartes topographiques au 1/25000^e.

1.2. Domaine d'application de la méthode hydrogéomorphologique en Haute-Normandie

La méthode hydrogéomorphologique est applicable pour la cartographie préventive des inondations par ruissellements concentrés en Haute-Normandie dans 2 cas de figure types :

① D'après HAUCHARD (2002), **cette application s'avère systématiquement possible pour tous les talwegs d'ordre de Strahler 4 et plus** (voir fiche de cas n° 1 page 34).

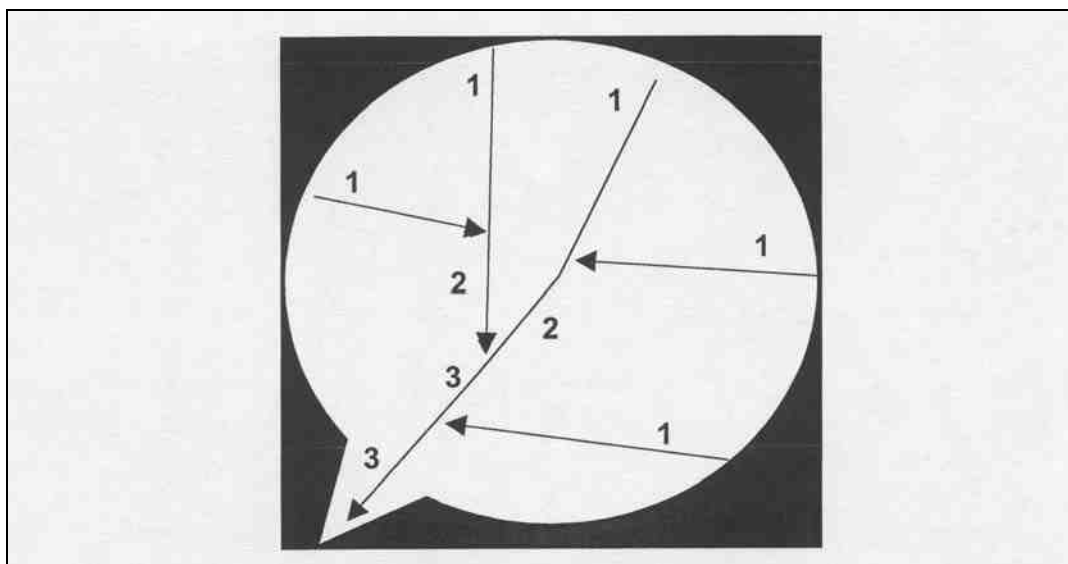


Figure 5 : Exemple d'attribution des ordres aux talwegs selon la méthode de Strahler (source : HAUCHARD E., 2002. Plan de Prévention des Risques d'inondation par débordement et ruissellement : Méthodologie pour la définition de l'aléa ruissellement, approche hydrogéomorphologique, application au bassin versant de l'Austreberthe)

A l'aval de bassins versants assez développés, les talwegs d'ordre 4 ruissellent dans notre région dans des fonds de vallon à la morphologie souvent bien inscrite dans le paysage : fond de vallon plat et encaissé, délimité par des versants crayeux relativement abrupts.

A l'aval de ces bassins versants, les volumes ruisselés lors de pluies abondantes sont élevés, et comme la pente longitudinale de ce type de fond de vallon est faible (de l'ordre de 1 %, voire inférieure), les eaux s'épandent très largement et occupent tout le fond de vallon, jusqu'au pied des versants.

(Nota : L'AREAS a, chaque fois que possible, comparé les emprises identifiées sur le terrain, aux zones d'expansion de ruissellements observées lors d'événements catastrophiques locaux : dans tous les cas, les emprises identifiées sur le terrain correspondaient et englobaient les zones ayant été inondées lors de crues importantes, rejoignant les conclusions de l'expertise du CETE Méditerranée).

② On peut signaler un **second cas de figure où l'hydrogéomorphologie peut s'appliquer dans la région : le cas des talwegs à caractère torrentiel** (voir fiche de cas n° 2 page 35).

Très pentus (pente moyenne longitudinale supérieure à 5 %, avec des tronçons pouvant excéder 15 %), ils sont souvent situés sur les versants crayeux boisés. Ils débouchent en général dans des talwegs, drainés ou non, plus importants, au fond relativement plat ce qui provoque une rupture de pente importante.

Sur les versants pentus, la vitesse des écoulements est élevée et de ce fait, ces écoulements peuvent charrier des blocs et autres éléments assez volumineux, ce qui les rend très dévastateurs (arbre arraché, route emportée, habitation dévastée...). En plus de l'importance

des dégâts occasionnés aux personnes et aux biens du fait du caractère très soudain de ce type de crue (bassin versant généralement peu étendu et à temps de réponse relativement court), les manifestations de ces types d'écoulements sont généralement très marquées dans le paysage : formes d'écoulement et d'érosion importantes et aisément identifiables sur le terrain.

Du fait de la pente importante et de l'érosion hydrique dans ces zones de pente, la section mouillée est souvent très réduite (moins de 10 mètres de large), au profit de la hauteur d'eau plus élevée. On s'attachera donc à cartographier cette emprise au sol finalement assez réduite, capable de contenir les écoulements lors des crues importantes.

A noter : le caractère relativement réduit de la section mouillée, par rapport aux débits élevés susceptibles de transiter, rend cette configuration très sensible à la formation d'embâcles. Il y a donc lieu d'anticiper, dans le cadre de la cartographie préventive, l'éventualité d'une divagation des écoulements, notamment au niveau de la rupture de pente à l'exutoire.

Limites du domaine d'application de la méthode hydrogéomorphologique

Pour les talwegs d'ordre inférieur à 4, l'application de la méthode hydrogéomorphologique est potentiellement possible, mais doit être adaptée localement au cas par cas selon la topographie, l'hydrographie et les affleurements en place.

Cependant, **en tête de bassin versant, l'application de la méthode hydrogéomorphologique peut poser des difficultés.** Les talwegs et leurs secteurs d'expansion des ruissellements ne sont pas toujours bien inscrits dans le paysage, car :

- Les pentes sont faibles (< 3 %), et les talwegs sont peu encaissés dans le paysage : les formes associées aux inondations par ruissellement concentré y sont très rarement soulignées par des limites physiques telles que des merlons.
- Les écoulements sont non pérennes et leurs traces pas toujours bien visibles (peu de laisses de crue, quelques traces d'érosion linéaire).
- La géologie est relativement peu différenciée (épais dépôt de loess sur bancs de calcaire, engendrant du colluvionnement sur les versants et en fonds de vallon), les limons étant relativement meubles et offrant peu de résistance à l'incision hydrique (formes douces, progressives et non marquées dans le paysage).
- Par ailleurs, **en amont des bassins versants notamment, l'influence des différents modes d'utilisation du sol (agricole et urbain) et des pratiques associées est très importante sur les ruissellements.**

A défaut d'une morphologie bien inscrite dans le paysage, il devient alors très délicat d'estimer l'emprise d'un secteur d'expansion des ruissellements par la méthode hydrogéomorphologique. Cette difficulté se rencontre essentiellement lorsque les pentes sont relativement faibles sur un secteur géologiquement homogène : c'est le cas des talwegs en tête de bassin versant sur plateau limoneux, par exemple le Pays de Caux.

Pour répondre à l'objectif de prévention globale sur le territoire étudié, il est nécessaire de développer d'autres méthodes complémentaires, afin de palier ces manques (voir page 31).

1.3. Mise en oeuvre simplifiée de la méthode hydrogéomorphologique

L'objectif est de **cartographier l'enveloppe maximale d'expansion des ruissellements tout le long des talwegs en cas de crue importante voire exceptionnelle**, c'est-à-dire l'ensemble d'un fond de vallon qui peut être soumis à des inondations, en intégrant la géométrie variable des écoulements lors des crues, les divagations possibles, les continuités ou discontinuités hydrauliques... Les observations de terrain sont complétées grâce aux connaissances fondamentales du fonctionnement d'un bassin versant et aux documents cartographiques sur la zone d'étude.

Etant donnée la densité du réseau hydrographique non pérenne de la région, on peut proposer simplement d'**identifier le fil d'eau naturel du talweg et sa zone d'expansion maximale** (parallèle avec la notion de lit majeur d'un cours d'eau). En effet, la morphologie est très souvent douce et continue, on peut considérer que chaque zone s'inonde progressivement selon l'importance de l'événement. En matière de prévention, à ce stade de l'analyse, c'est bien l'enveloppe maximale d'inondation qui importe.

La mise en œuvre de la méthode hydrogéomorphologique repose sur l'exploitation des cartes topographiques au 1/25000^e.

A partir de l'analyse des cartes topographiques, il est possible d'identifier la zone d'expansion maximale pour les talwegs d'ordre 4 et plus (voir Hauchard, 2002).

- En tête de bassin versant, les courbes de niveau sont généralement obliques en V, et sécantes par rapport à l'axe du talweg : elles indiquent une forme évasée du fond, et donc une zone d'expansion des eaux plutôt continue et non délimitée physiquement dans l'espace (méthode hydrogéomorphologique insuffisante dans ce cas).
- Mais généralement, vers l'aval, les courbes de niveau tendent à devenir parallèles au fil d'eau et en forme de U. Elles indiquent alors un fond relativement plat, où les ruissellements peuvent s'épandre davantage, entre des versants qui ceignent cette zone. Plus les courbes de niveau sont rapprochées, plus elles matérialisent un versant abrupt, au pied duquel les écoulements même d'ordre exceptionnel seront contenus dans l'espace (limite physique). C'est cette **zone, délimitée par chaque première courbe de niveau parallèle et située de part et d'autre de l'axe du fil d'eau naturel, qui s'apparente à l'enveloppe maximale soumise à des inondations exceptionnelles**, précisément recherchée.

Dans la région, cette reconnaissance est possible et fiable pour tous les talwegs d'ordre 4 et plus.

Quand appliquer la méthode hydrogéomorphologique ?

(ici exemple d'un talweg d'ordre 4 et plus)

1/ L'axe du talweg est tracé à partir de la carte IGN et affiné sur le plan cadastral grâce aux observations de terrain.

Figure 6



→ Tracé du talweg

2/ On repère la forme des courbes de niveau sur la carte IGN (ici en rouge) par rapport à l'axe du talweg :

- lorsque les deux premières courbes de niveau situées de part et d'autre du talweg deviennent globalement parallèles à l'axe du talweg (fond de vallon relativement plat),
- et que ces courbes sont nombreuses et rapprochées (versants abrupts ceinturant tous les types d'écoulements),

✎ alors on peut appliquer la méthode hydrogéomorphologique pour délimiter la zone soumise à aléa inondation sur le tronçon.

Figure 7

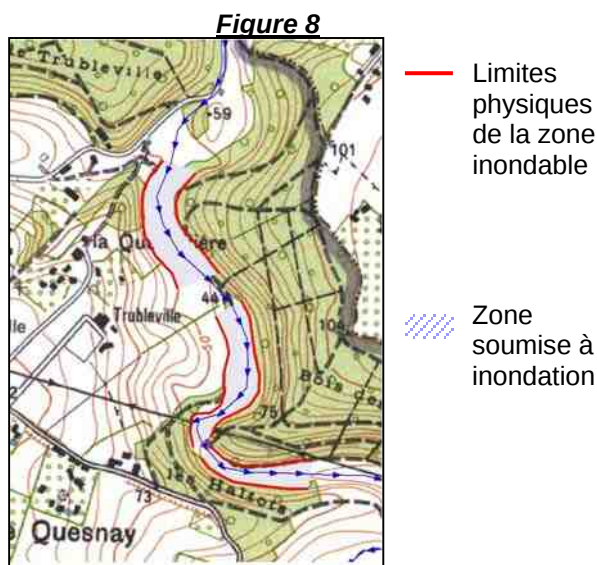


— Courbes de niveaux parallèles à l'axe du talweg

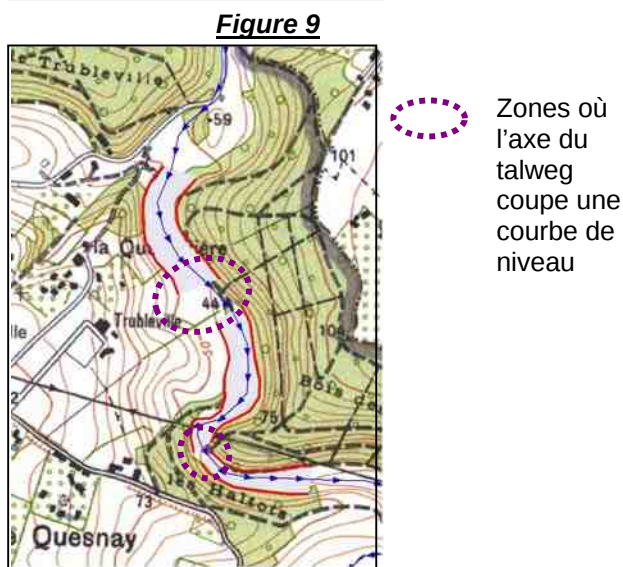
Figure 6 et Figure 7 : Quand appliquer la méthode hydrogéomorphologique ?

Comment appliquer la méthode hydrogéomorphologique pour cartographier la zone soumise à l'aléa inondation ?

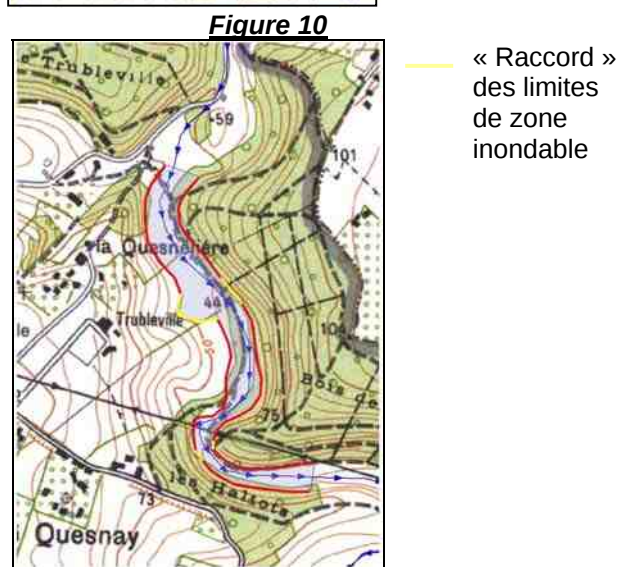
1/ La zone soumise à l'aléa inondation est délimitée par les deux premières courbes de niveau de part et d'autre de l'axe du talweg : elle occupe tout l'espace intermédiaire. Ces courbes pourront être tracées sur tous les tronçons parallèles à l'axe du talweg, en partant de l'aval vers l'amont.



2/ Dès que la courbe de niveau tend à être sécante à l'axe du talweg (indentation, zones cerclées de violet sur le schéma), le tracé de cette courbe aval n'est plus exploitable et le tracé de la courbe de niveau supérieure est alors exploité.



3/ Sur une même « rive », pour établir la continuité de la zone enveloppe entre la courbe de niveau inférieure et la courbe de niveau supérieure, on rejoint les deux courbes de niveau en leurs extrémités : l'extrémité retenue pour la courbe inférieure se situant à l'indentation de la courbe, on rejoint la courbe immédiatement supérieure selon « le plus court chemin » (tronçons jaunes sur le schéma).



Attention, il ne s'agit pas d'un simple trait entre deux points, celui-ci doit épouser la forme globale du fond de vallon (confluence, sinuosité...). Sur le schéma ci-contre par exemple, la confluence avec le petit vallon s'écoulant à hauteur du nom « Troubleville » est prise en compte pour cartographier l'enveloppe de la zone inondable.

Figure 8, Figure 9 et Figure 10 : Comment appliquer la méthode hydrogéomorphologique ?

2) Exemple d'une méthode complémentaire, d'ordre empirique, pour la définition des zones d'aléa d'inondation et règle préventive de cartographie

En milieu naturel, pour palier les manques de la méthode hydrogéomorphologique pour les talwegs inférieurs à l'ordre 4 notamment, il est nécessaire de **rechercher une méthode spatiale complémentaire pour la définition des zones soumises à l'aléa inondation**, dans un souci de cohérence et de globalité pour l'élaboration d'un « Diagnostic Inondation ».

Chaque prestataire est ainsi appelé à développer une méthode, notamment en exploitant des données telles que repères de crue par exemple, ou sur la base de résultats de modélisation dans des secteurs globalement similaires (topographie...) etc...

Comme il s'agit de définir une règle de base pour élaborer une cartographie préventive, on raisonne toujours sur l'emprise de **l'enveloppe maximale** des eaux en cas d'inondation, afin de recouvrir l'ensemble des phénomènes d'inondation (courantes à exceptionnelles).

A titre indicatif, il est présenté ici le retour d'expérience acquis par l'association, qui donne au moins une dimension minimale de la zone d'aléa pour une crise importante.

A partir de références établies en Pays de Caux sur la base de levés topographiques, l'AREAS a analysé la largeur de ces écoulements, mesurés lors de crues importantes dans la région, ou calculés par modélisation hydraulique.

(Sources exploitées et synthétisées dans les tableaux n° 1, 2 et 3 en annexe :

- 29 profils topographiques réalisés pour l'AREAS suite à l'orage du 16 juin 1997 à St Martin de Boscherville et 29 profils à Villers Ecalles dans le cadre de la mission d'expertise du CEMAGREF de la crue du 16 juin 1997 (Cemagref, 1997),
- 40 profils topographiques réalisés dans le cadre du PPRI Austreberthe, à proximité de sites à enjeu et modélisation hydraulique d'une crue centennale locale sur chaque transect).

Pour chaque site de référence, la valeur retenue est la valeur minimale de l'emprise inondée ou estimée inondable par les calculs.

Dans le tableau n° 3 placé en annexe, l'examen de profils topographiques sur **talweg d'ordre 1 sur plateau** (pente inférieure à 3 %) et la cartographie de l'emprise évaluée inondée pour un débit de pointe centennal au droit de chaque profil, montre une **largeur minimale** de l'enveloppe inondable de 20 mètres, et **25 mètres** si on exclut la valeur extrême.

En milieu naturel, ces résultats nous incitent à représenter un secteur d'expansion des ruissellements d'une largeur minimale de 25 mètres sur tous les talwegs.

Seuls deux cas montreraient des largeurs inférieures à 25 mètres en cas de crue majeure :

- 1/ la cavée (=> voir fiche de cas n° 10 page 52),
- 2/ le ravin torrentiel le long d'un versant pentu (=> voir fiche de cas n° 2 page 35), mais il s'agit d'un cas où la méthode hydrogéomorphologique peut généralement bien s'appliquer.

De notre premier constat, il ressort bien que 25 mètres serait une largeur minimale. Nombreux sont les cas de figure où les ruissellements mesurés s'épandent sur une largeur bien supérieure, selon la taille du BV, la présence d'obstacles locaux...

L'examen de profils de talwegs d'ordre 2 (pente inférieure à 3 %), est plus délicat selon la morphologie et la taille du bassin versant. En excluant deux valeurs extrêmes, il montrerait une largeur minimale pour une crue centennale de l'ordre de 50 mètres.

Peut-on être plus précis pour la cartographie sans levé topographique ni calcul hydraulique ?

Nous avons tenté de définir des profils types de talwegs en fonction de la pente, de la géologie, de la fonction hydrologique locale, de l'occupation du sol, etc...selon une approche croisée multicritères. Mais, la largeur de ruissellement semble trop complexe pour en dégager des « largeurs types » applicables systématiquement, à partir de critères simples et peu nombreux. Localement, une simple variation de la pente, la présence d'un obstacle peut suffire à modifier le comportement général des écoulements attendu sur le site. Le **risque d'erreur** de la largeur des secteurs à risque **nous semble trop important**, dans le sens de la sous-estimation comme de la surestimation pour en déduire une classification systématique.

Les observations sur le terrain s'avèrent d'autant plus capitales, pour :

- d'une part avoir une vue d'ensemble du site et connaître les caractéristiques générales du bassin versant amont et,
- d'autre part détecter aussi les variations locales de certains paramètres le long du talweg, afin d'adapter l'emprise en fonction de ces critères locaux.

Cette expertise de terrain permet de définir si le secteur à risque d'inondation à cartographier doit être supérieur à 25 mètres de large, pour couvrir toute la gamme d'inondations par ruissellements concentrés sur le site. C'est pourquoi ce type de diagnostic doit être confié à un chargé d'études compétent en hydrologie et hydraulique.

3) Méthode historique

En complément des observations de terrain, il est indispensable de procéder à une confrontation des résultats par une approche historique. Celle-ci consiste à analyser les documents graphiques, textes et témoignages concernant les inondations ayant eu lieu sur la commune. Le recueil d'informations préalables est donc primordial pour recenser les données concernant les « plus hautes eaux connues ». A défaut de documents et/ou en complément, le témoignage des élus doit permettre de valider les emprises identifiées sur le terrain.

Ce complément par la méthode historique est d'autant plus utile et pertinent en milieu naturel, lorsqu'il s'agit de secteurs susceptibles de devenir urbanisés. Cependant, étant donné que ces secteurs ne présentent jusque là que peu d'enjeux (pas de bâti), la connaissance de ces phénomènes y est souvent encore moins exhaustive qu'en milieu urbanisé : ce ne sont pas les secteurs où se sont rendues les personnes, pour observer les effets d'une inondation locale (emprise inondée, hauteur, durée de submersion...). Malgré tout, toute information disponible doit être prise en compte dans l'analyse et la cartographie des secteurs d'aléa inondation.

4) **Bilan de ces trois méthodes : Non-Quantification de l'aléa acceptable en zone sans enjeu**

Ni la méthode hydrogéomorphologique, ni la méthode historique, ni la méthode complémentaire décrite à titre indicatif dans ce chapitre, ne produisent des résultats quantitatifs opposables, quant au niveau d'aléa auquel sont soumis ces zones cartographiées (ni hauteur, ni vitesse des écoulements par exemple). **L'information est exclusivement d'ordre qualitatif** : zones soumises, ou non, à l'aléa inondation.

Cependant, cette non-quantification de l'aléa est à comparer aux objectifs attachés à ce type d'étude. Le « Diagnostic Inondation » se veut le plus exhaustif et précis possible (dans la limite des outils et moyens techniques utilisés). Il a pour but de rappeler l'existence de tous les secteurs à risque d'inondation, leur localisation à l'échelle du parcellaire cadastral en vue d'une réglementation du droit des sols, **en indiquant un ordre de grandeur** quant à leur emprise probable en cas de crue.

En milieu naturel sans enjeu, une incertitude sur la largeur de la zone présumée soumise à inondation nous semble tout à fait acceptable, à 5 ou 10 mètres près par exemple. En effet, il y a peu d'impacts à évaluer. Dans un endroit donné, définir une largeur par défaut de 25 mètres à préserver pour le libre écoulement des eaux au lieu de 27 mètres par exemple, semble acceptable **tant que la vocation et l'utilisation des terrains restent inchangées**.

Attention : Ces zones ne présentent pas d'enjeux aujourd'hui, mais peuvent en présenter dans le futur. Si c'est le cas, il est indispensable de définir précisément la localisation et l'emprise exactes de la zone à risque d'inondation, afin d'y éviter de futures constructions ou d'adapter les modalités de construction sur la base de connaissances précises quant au phénomène d'inondation potentiel sur le site. Une véritable étude hydraulique devra alors être menée par le prestataire sur la base de levés topographiques précis et d'hypothèses validées par les partenaires (DDE...) (cf. II. Page 40).

Les résultats quantitatifs de cette étude permettront de réglementer précisément l'occupation du sol de ces zones à risques.

Par ailleurs, les résultats des calculs hydrauliques dans les zones à enjeux pourront aussi être exploités par le prestataire dans sa définition des largeurs soumises à aléa ruissellement en milieu naturel. Ils pourront ainsi justifier l'enveloppe de la zone soumise à aléa dans des secteurs où l'information topographique n'existe pas, à conditions d'écoulement localement similaires (pluie, sols, pente, taille de bassin versant, morphologie d'ensemble, occupation des sols...).

Ainsi, le prestataire alimentera une base de données qui pourra lui servir de références ponctuelles sur d'autres territoires.

Pages suivantes :

Figure 11, Figure 12, Figure 13, Figure 14, Figure 15, Figure 16, Figure 17, Figure 18, Figure 19, Figure 20, Figure 21, Figure 22, Figure 23 : Illustrations des fiches de cas n° 1 à 6

Fiche de cas n° 1 : Application de la méthode hydrogéomorphologique en milieu naturel, sur talweg d'ordre 4 de Strahler

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

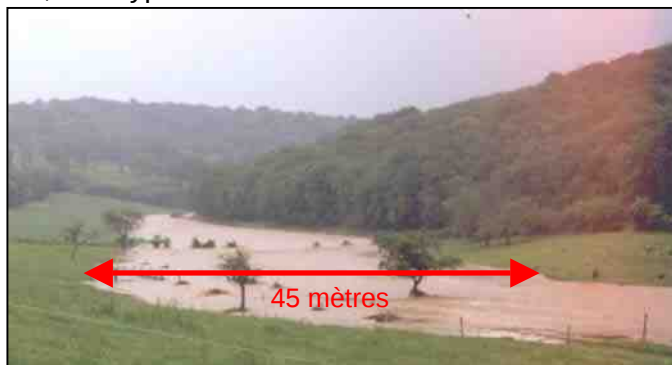


Figure 11

Le talweg se situe ici en aval d'un bassin versant relativement étendu (environ 15 km²).

Sur ce tronçon, la lecture de la carte IGN montre des courbes de niveau relativement parallèles à l'axe du talweg, et dont l'indentation est assez évasée, ce qui laisse deviner un fond de vallon relativement plat aux versants pentus.

Sur le terrain, ces hypothèses sont confirmées.

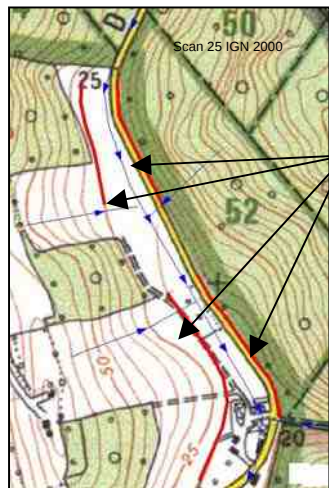


(Photo 7, prise de l'aval : commune de St Martin de Boscherville)

Dans ces conditions topographiques, les volumes ruisselés depuis l'amont de ce bassin versant peuvent ici s'épandre dans tout le fond de vallon plat en cas de crue importante.

Proposition de cartographie de base

Figure 12



En l'absence de levés topographiques et calculs hydrauliques, il est proposé de cartographier le tracé du talweg sur la base des observations de terrain.

A partir de la carte topographique au 1/25000^e, le secteur d'expansion des ruissellements est délimité par les deux premières courbes de niveau situées de part et d'autre de l'axe du talweg et parallèles à celui-ci.

Cette zone enveloppe est cartographiée sur le fond de plan cadastral (report d'un support cartographique IGN au fond de plan cadastral). Les contours peuvent être affinés grâce aux observations de terrain

Cas particulier ici : la commune a fourni cette photographie prise lors d'une crue considérée comme la plus importante sur ce secteur.

Il faut alors s'assurer que le secteur d'expansion des ruissellements cartographié sur le plan cadastral englobe bien la zone inondée visible sur la photographie.

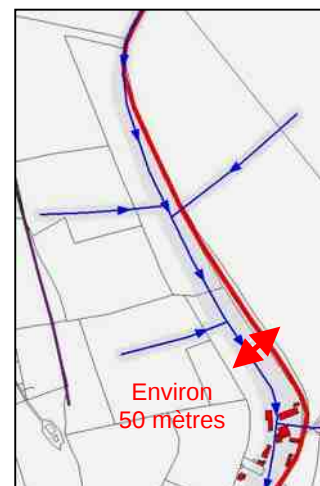


Figure 13

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

La méthode hydrogéomorphologique doit être appliquée dès que ces conditions sont réunies. Toutefois, elle ne « dispense » pas d'observations de terrain pour valider le report de l'information obtenue à partir de la carte IGN. Selon les besoins, le prestataire réalisera des levés topographiques pour avoir une connaissance plus fine de ces enveloppes, souvent vastes, identifiées comme soumises à un aléa inondation (hauteur d'eau par exemple).

Fiche de cas n° 2 : Application de la méthode hydrogéomorphologique : cas d'un ravin torrentiel

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

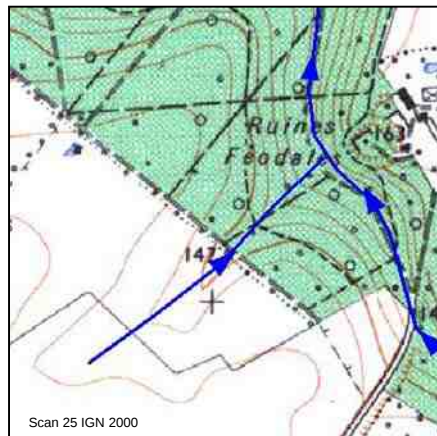


Figure 14

Il s'agit d'un talweg secondaire identifié sur la carte IGN qui ruisselle dans un vallon relativement pentu (ou par exemple, sur le versant d'une vallée assez encaissée).



(Photo 8 : AREAS)

Observations de terrain

Sur le terrain, les écoulements de ce talweg ruissellent au travers d'une parcelle pentue. A la faveur d'une accélération locale de la pente par exemple, ils se concentrent et ruissellent dans une forme de ravin, parfois héritée de périodes morpho-climatiques anciennes.

La section de ce ravin est suffisamment large et profonde pour collecter l'ensemble des ruissellements, même en cas de forte crue. Dans ce cas, les élus confirment que les écoulements n'ont jamais débordé du ravin.

Proposition de cartographie de base

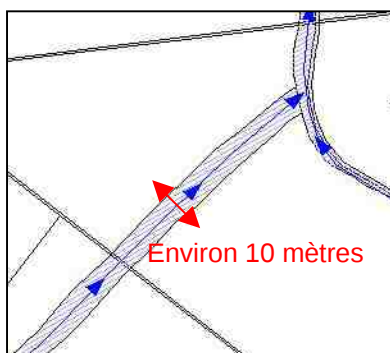


Figure 15

Dans cet exemple, il est proposé de cartographier le tracé du talweg sur le plan cadastral où figure le ravin.

L'emprise de la zone à risque varie en fonction du fonctionnement hydrologique sur le talweg. Sur le tronçon où les écoulements se concentrent au sein d'un ravin, l'expansion des eaux est contenue dans l'emprise de ce ravin.

Idéalement, celui-ci peut-être cadastré et dans ce cas, il n'y a pas d'incertitude en terme de localisation.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

A partir de levés topographiques, le prestataire pourrait si besoin calculer la capacité hydraulique du ravin afin de déterminer, si en cas de crue majeure, il y a un risque de débordement de ce ravin, et par conséquent, s'il y a lieu de délimiter l'emprise des terrains environnants soumis au risque de ruissellements.

Fiche de cas n° 3 : Talweg canalisé par rapport au terrain naturel

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

Pour maintes raisons, il arrive que les écoulements naturels aient été collectés et canalisés dans des fossés, qui s'écoulent à une altimétrie supérieure à celle du terrain naturel. Ce peut être une rivière perchée, un fossé qui collecte les eaux d'un talweg en amont d'une zone urbanisée, un fossé qui canalise les eaux entre deux parcelles agricoles... Cependant, en cas de débordement éventuel, les eaux s'écouleraient à nouveau au point bas des terrains.

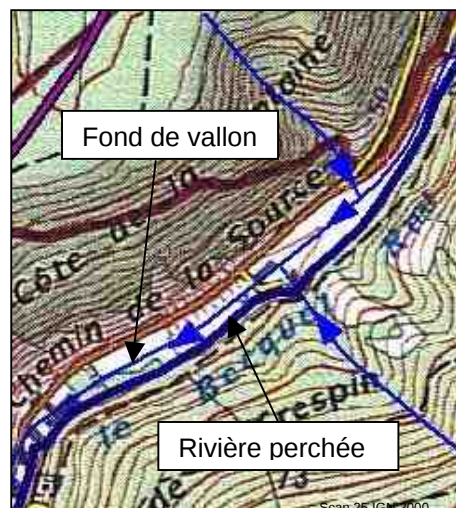


Figure 16

Dans cet exemple, la lecture des courbes de niveau indique un décalage entre le fond de vallon topographique et le figuré de la rivière : le tracé du cours d'eau est situé plus haut que le niveau du terrain naturel.

Observations de terrain

Sur le terrain, les observations confirment ce que montre la carte IGN : la rivière est canalisée et perchée par rapport au fond de vallon naturel.

Proposition de cartographie de base

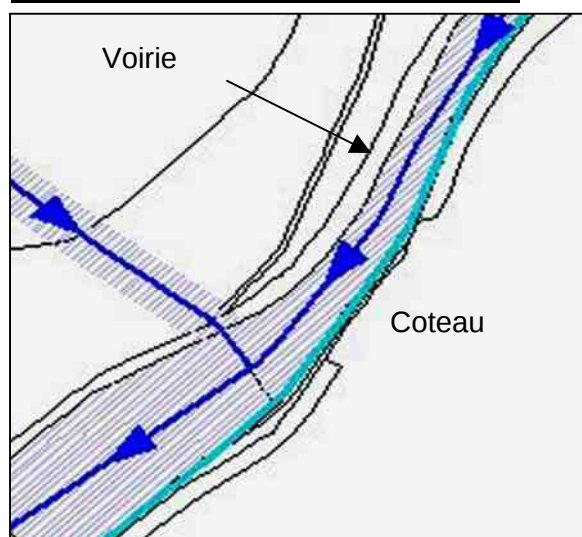


Figure 17

Il est proposé de représenter le tracé de la rivière (bleu clair) ainsi que le fond de vallon naturel (axe de ruissellement et champ d'expansion associé en bleu foncé).

Le champ d'expansion des ruissellements est ici délimité par le coteau à l'est et le remblai de la voirie à l'ouest.

En effet, en cas d'insuffisance ou de débordement, les eaux reprendront leur cours naturel au point bas du terrain.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

A partir de levés topographiques, le prestataire pourrait calculer la capacité hydraulique du lit perché de la rivière afin de déterminer si, en cas de crue majeure, il y a aurait un risque de débordement de ce lit perché vers le lit fossile au point bas des terrains, et par conséquent, s'il y a lieu de prendre des précautions en cas d'urbanisation éventuelle de ces terrains.

Fiche de cas n° 4 : Confluence d'un talweg avec une plaine alluviale

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

Lorsque sur le territoire étudié, un talweg a pour exutoire la plaine alluviale d'un cours d'eau, ou même débouche directement dans la mer, il s'agit de cartographier la continuité hydraulique jusqu'à cette confluence.

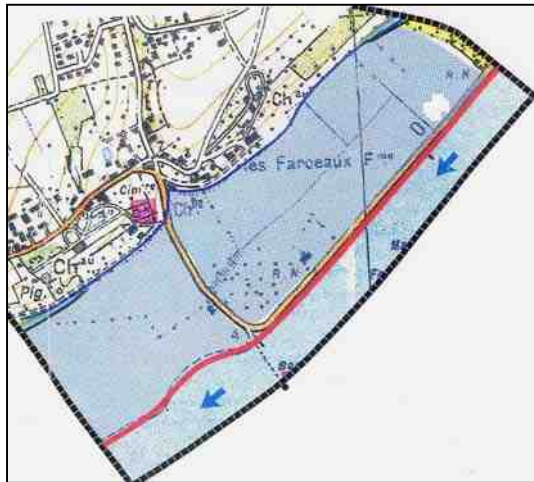


Figure 18 : Extrait d'un atlas de zone inondable (DDE 76)

Sur le terrain, le prestataire observe la confluence entre le talweg et son exutoire : présence de fossés, talus ou au contraire diffusion possible des écoulements...

Approche historique complémentaire

Pour les principaux cours d'eau ou même les littoraux, des cartes des zones soumises au risque d'inondation par débordement, existent localement (atlas de zones inondées, plan de prévention des risques...). De même, les riverains peuvent témoigner par le biais de photos qui montrent l'étendue des eaux.

Proposition de cartographie de base

Il est proposé de cartographier le tracé du talweg ainsi que le secteur d'expansion des ruissellements, selon les observations de terrain, et ce jusqu'à son exutoire. On reporte les zones d'épandage de crue du cours d'eau, selon les informations disponibles.

Dans cet exemple simple, le talweg est canalisé par une route jusqu'au lit mineur du cours d'eau.

Difficulté : à l'exutoire des talwegs, les zones de débordement d'un cours d'eau ne sont pas toujours connues, ni cartographiées dans des études déjà existantes. Il y a alors une réelle difficulté pour cartographier le plus précisément possible le tracé du talweg et son secteur d'expansion dans la zone de confluence, car les plaines alluviales sont relativement planes, et les ruissellements provenant de l'amont peuvent donc, à la faveur de cette rupture de pente, s'épandre et se diffuser au gré de la microtopographie. L'incertitude est alors augmentée.



Figure 19

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Selon l'incertitude concernant le tracé du talweg dans la plaine alluviale, le prestataire pourrait si besoin faire procéder à des levés topographiques pour connaître plus précisément le tracé du talweg au sein de la plaine alluviale.

Fiche de cas n° 5 : Bassin versant endoréique naturel

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

Les élus signalent un problème d'inondation récurrent de voirie, où les ruissellements s'accumulent au point bas d'une route sans pouvoir s'évacuer vers l'aval du bassin versant.

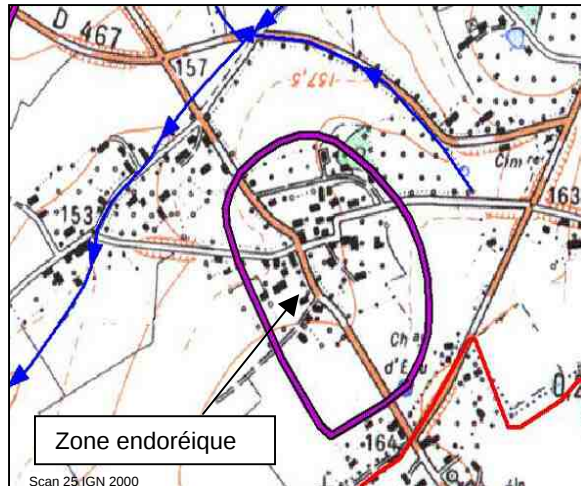


Figure 20

Attention : la lecture fine de la carte IGN ne laisse pas toujours penser qu'il pourrait exister une zone endoréique dans un secteur.

(Les dépressions endoréiques ne sont effectivement pas toujours visibles à l'échelle des cartes topographiques).

Observations de terrain

Sur le terrain, ces soupçons sont effectivement confirmés : la topographie met en évidence une petite dépression d'une surface de l'ordre de quelques hectares. De plus, la topographie est localement plus ou moins remaniée par l'urbanisation diffuse du hameau et la voirie.

Proposition de cartographie de base

Sur le terrain, les limites de ce sous bassin versant endoréique sont levées le plus finement possible à l'échelle du parcellaire cadastral, en tenant compte des remaniements. Le point d'engouffrement qui évacue les flux ruisselés est également repéré.

En complément, le témoignage des élus ainsi que des documents photographiques permettent de délimiter la zone régulièrement inondée sur le fond cadastral. On peut également s'appuyer sur des photos, vidéos pour décrire l'inondation au mieux : section de route inondée, durée de la submersion, hauteur maximale des eaux au points bas, circulation coupée...

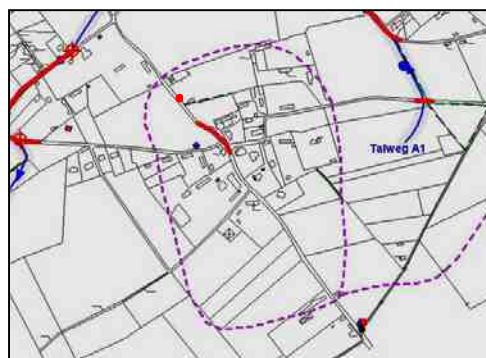


Figure 21

En milieu naturel, il est proposé de représenter la zone inondée connue d'après le témoignage des élus. Si des talwegs sont présents, ils sont représentés avec un secteur d'expansion linéaire associé.

En milieu urbanisé, on peut aussi indiquer le sens d'écoulement sur les voiries qui y sont souvent les collecteurs principaux des écoulements.

Dans cet exemple, seul le point bas de la voirie est inondé et donc cartographié comme tel.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Le prestataire pourrait estimer le volume ruisselé pour une pluie de projet, et selon des levés topographiques, délimiter finement la zone inondable associée.

Selon les enjeux, il peut proposer un aménagement pour maîtriser l'engouffrement des eaux dans une bêteoire.

Fiche de cas n° 6 : Exemple d'application d'une méthode complémentaire (ici méthode d'ordre empirique utilisée par défaut à l'AREAS) : cas d'un talweg en tête de bassin versant sans enjeu

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.



Figure 22

Présentation

La lecture de la carte IGN indique le tracé d'un talweg en milieu naturel. Il s'agit d'un talweg d'ordre 1. Au nord de la voirie, la pente longitudinale devient relativement faible.



(Photo 10 : AREAS)

Observations sur le terrain

Le talweg ruisselle au travers d'une vaste parcelle cultivée (pas de localisation aisée du tracé naturel du talweg en s'appuyant sur les limites du plan parcellaire).

Comme le talweg est peu encaissé dans ce secteur, on n'a pas de visualisation précise de l'enveloppe d'expansion des ruissellements sur ce site. La section est relativement rectiligne, on n'observe pas de phénomène de dissymétrie, ni d'obstacle aux écoulements.

L'étude des caractéristiques hydrologiques recueillies dans les cartes IGN, BRGM... révèle les caractéristiques suivantes :

- pente longitudinale du talweg inférieure à 2 %,
- géologie homogène = limons de plateau.

Proposition de cartographie de base

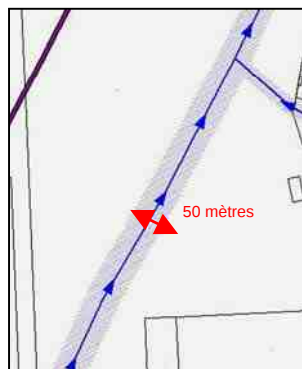


Figure 23

Il est proposé de cartographier le tracé naturel du talweg au travers des parcelles.

A partir des caractéristiques observées sur le terrain, l'emprise du secteur d'expansion est définie par une méthode d'ordre empirique, en s'appuyant sur des mesures établies dans des conditions d'écoulement globalement similaires.

Dans cet exemple d'un talweg situé en tête de bassin versant avec une pente faible, la largeur totale du secteur d'expansion proposée sur ce site est de l'ordre de 50 mètres, répartis de part et d'autre du tracé du talweg.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Chaque prestataire définira sa méthode de cartographie des zones d'expansion des ruissellements pour les talwegs en tête de bassin versant sans enjeu.

Quelle que soit la méthode retenue, les résultats devront être expliqués et justifiés.

II. Cartographie des zones à risque d'inondation en milieu urbanisé et à urbaniser

1) Méthode d'analyse générale

L'approche naturaliste en milieu urbanisé s'avère incomplète et insuffisante.

En effet, lorsqu'un talweg débouche en milieu urbanisé, son tracé est en général toujours visible, mais l'emprise naturelle d'expansion des ruissellements a souvent été remaniée du fait de l'implantation humaine (déblais et remblais liés à l'urbanisation). De plus, l'existence éventuelle de réseaux d'assainissement, plus ou moins développés et hiérarchisés, modifie les conditions naturelles d'écoulement.

Par conséquent, en l'absence de levés topographiques et de calculs hydrauliques, il est infondé de représenter tout secteur d'expansion de ruissellements en milieu urbanisé en s'appuyant uniquement sur les observations de terrain.

On distingue 3 méthodes **complémentaires** pour la cartographie des zones à risque d'inondation en milieu urbanisé :

① Observations de terrain

La première étape consiste à cartographier sur le terrain le tracé du talweg (fil d'eau naturel) au travers de la zone urbanisée, tel qu'il est visible (voir fiche de cas n° 7 page 46). L'opérateur prend aussi connaissance de l'environnement global autour de ce talweg (remaniements topographiques importants, tracé des réseaux d'assainissement à proximité...).

② Méthode historique

Il s'agit de cartographier l'emprise des zones ayant déjà été inondées, sur la base des témoignages et des documents réalisés lors d'inondations survenues sur la zone d'étude (photos, vidéos, croquis en mairie...) (voir fiche de cas n° 8 page 47).

C'est la notion des « Plus Hautes Eaux Connues ». Le risque est avéré, il peut difficilement être remis en question. On peut alors parler de « zone » et pas de « secteur », car la délimitation de la zone inondée repose sur des faits réellement observés.

C'est une approche historique qui dépend des événements vécus. En ce sens, on réalise une carte des zones inondées et non pas des zones inondables : les propriétés bâties en secteur à risque, mais non encore inondées au moment du recensement, ne sont pas identifiées.

De plus, cette approche historique est rarement exhaustive. En général, l'information est connue seulement localement.

La carte est un état des lieux à un moment donné. Elle devra être mise à jour dès que nécessaire (à chaque nouvelle inondation).

Bien sûr, s'il existe des documents officiels comme des cartes du type « atlas des zones inondables » il faut les exploiter. Même si elles sont souvent sur fond IGN, il faut s'efforcer de reporter les zones inondées, ou inondables, identifiées sur toutes ces cartes, à l'échelle du parcellaire cadastral. Le report d'informations avec un changement d'échelle présente des incertitudes. Le témoignage des élus et/ou des riverains est alors capital pour préciser les tracés.

③ Méthode hydraulique, selon les enjeux existants et futurs

Selon le niveau de précision souhaité, tant dans les largeurs d'emprise que dans la qualification de l'aléa, et selon les enjeux sur un secteur, il est nécessaire de confronter les résultats obtenus à partir des observations de terrain à une approche quantitative. Des investigations complémentaires doivent être menées sur les parcelles à enjeux (existants ou à venir) concernées par le passage naturel d'un axe de ruissellements concentrés. Il est proposé de procéder à des profils topographiques sur les parcelles concernées.

Selon la complexité des conditions d'écoulement sur la parcelle, les outils de calculs hydrauliques devront être adaptés :

- Pour une parcelle à bâtir, nue, traversée par un axe naturel de ruissellement : un **calcul hydraulique simple** unidimensionnel peut suffire ;
- Pour un talweg remanié au sein d'une zone urbanisée, équipée d'un réseau pluvial développé : un **modèle hydraulique** peut s'avérer indispensable pour simuler au mieux les conditions réelles d'écoulement et mesurer leurs conséquences.

Pour une pluie de projet donnée (fréquence centennale ou orage exceptionnel local), il s'agit de calculer l'emprise inondée au droit d'un talweg sur la base de la topographie de chaque parcelle. Le prestataire indiquera dans une note détaillée toutes ses hypothèses pour justifier ses résultats.

Les zones inondables ainsi calculées seront reportées sur la carte synthétique de la commune.

2) Exemple d'une méthode de recensement des propriétés inondées

Le recensement précis des propriétés inondées doit être conduit avec discernement.

Nous proposons une démarche en 4 phases :

- ① Recueillir en mairie les listes des sinistrés lors des inondations (état de catastrophe naturelle), ainsi que tout document montrant les inondations (photos, vidéos...), toute étude hydraulique ou atlas de zones inondées... Des cartes ou croquis ont pu être réalisés même localement pour cartographier les zones inondées de la commune.

Limites :

- Ces sources d'information ne sont pas toujours exhaustives. En effet, selon les dégâts, certains riverains inondés ne font pas de déclaration de sinistre. Le chargé d'études doit avoir un regard critique et recouper plusieurs sources d'informations pour produire une cartographie la plus complète possible.
- Ces sources d'information sont à exploiter avec précaution. Il est possible que dans la liste des sinistrés, certaines personnes n'aient pas été inondées, mais aient subi des dommages indirects (par exemple : dommages d'ordre électrique lors de l'orage, inondation par le toit du fait de la grêle...). Il peut aussi y avoir une déclaration de sinistre, alors que l'habitation n'a pas été inondée (intérêt particulier pour bénéficier du régime des assurances...).

D'où la nécessité de vérifier sur le terrain chaque information.

- ② Repérer chaque sinistré sur le fond de plan cadastral.
- ③ Procéder à une enquête de terrain pour chaque sinistre en essayant de rencontrer les riverains concernés (ou détails des courriers disponibles en mairie).

Pour chaque propriété sinistrée, pour chaque inondation, identifier l'ampleur des dégâts :

- nature des dégâts : distinguer s'il s'agit du terrain inondé, du sous-sol ou de la cave inondé(e), du rez-de-chaussée de plain pied inondé,
- hauteur d'eau maximale,
- durée de l'inondation (quelques heures pour les ruissellements, parfois quelques mois en cas de remontée de nappe phréatique),
- vitesse de montée des eaux (phénomène plus ou moins torrentiel),
- nature des eaux (claires ou chargées en boue),
- l'origine de l'inondation.

Pour ce dernier point, on peut distinguer 4 cas de figure (voir Figure n° 24 page suivante) :

- Cas 1 : position topographique vulnérable,
- Cas 2 : eaux venant de la voirie,
- Cas 3 : ruissellements diffus agricoles,
- Cas 4 : ruissellements intra-parcellaires.

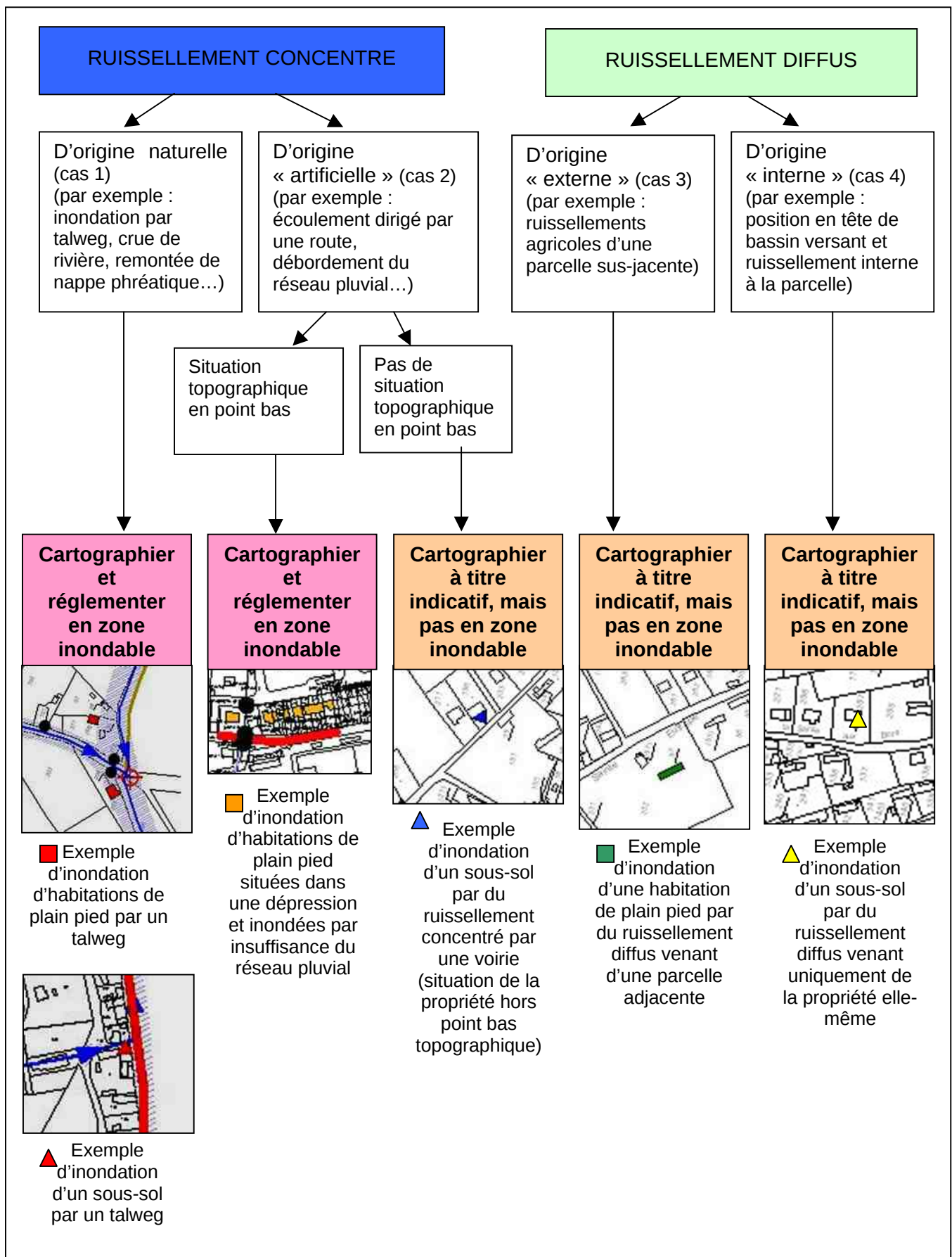


Figure 24 : Exemple d'organigramme de décision pour la cartographie des zones inondées en milieu urbanisé selon l'origine de l'inondation

• **Cas 1 : Propriété implantée en position topographique vulnérable**

(Par exemple dans un secteur d'expansion de crue, dans le lit majeur d'une rivière ou dans un secteur soumis à des remontées de nappe phréatique).

Ces endroits sont naturellement inondables. Et même si des ouvrages de régulation hydraulique ou des techniques de protection rapprochée peuvent être réalisés pour limiter les impacts des inondations sur les habitations vulnérables existantes, ils présentent des limites (critères de dimensionnement) ou peuvent dysfonctionner. Leur débordement éventuel peut même s'apparenter à un risque technologique.

=> Par conséquent, le principe de précaution incite à considérer que ces constructions implantées dans des points bas topographiques et ayant été inondées sont toujours en situation inondable (sauf exception à justifier). Elles seront cartographiées et réglementées en conséquence (amélioration du confort du logement possible, extension tolérée par exemple).

• **Cas 2 : Propriété inondée par des eaux provenant de la voirie**

Une voirie représente un vecteur de ruissellement concentré, soit issu du bassin naturel, soit issu du milieu urbain, soit produit par la voirie elle-même. Elles peuvent diriger les eaux vers des propriétés. Souvent, ce sont les sous-sols qui sont inondés (3/4 des cas d'inondation déclarés en moyenne).

Il est important d'observer la topographie d'ensemble des lieux par rapport à la propriété inondée. Certaines configurations des zones urbanisées révèlent une mauvaise prise en compte de la topographie générale et augmentent le risque d'inondation. C'est souvent le cas de la voirie interne d'un quartier collectant tous les ruissellements, qui convergent tous au point le plus bas du secteur : si celui-ci est occupé par une habitation, elle peut être menacée à chaque pluie intense.

=> Dans ce cas de figure, la situation topographique relativement basse de la propriété par rapport à l'exutoire de la voirie et le caractère permanent du risque d'inondation peut inciter à la cartographier et réglementer en zone à risque, même si l'origine de l'inondation n'est pas naturelle mais anthropique.

En revanche, une propriété qui n'est pas située en point bas et ponctuellement inondée par des eaux de voirie ne sera pas systématiquement cartographiée en zone à risque.

• **Cas 3 : Propriété inondée par des ruissellements « diffus » d'origine agricole**

Des habitations situées en tête de bassin versant sont parfois inondées. Des ruissellements, qualifiés de « diffus », ne sont pas concentrés dans un talweg. Ils apparaissent sur une parcelle située en amont d'une habitation et ruissellent vers celle-ci en suivant le sens de la pente, parfois sur toute la largeur de la parcelle. L'habitation n'est pas située dans un fond de vallon ni un point bas topographique. Les ruissellements dépendent essentiellement des modes d'utilisation du sol (prairie ou culture, sens de travail du sol, pratiques agricoles...). Ils peuvent se produire de façon aléatoire dans l'espace (par rapport à la parcelle).

=> Du fait du caractère aléatoire de ce type de ruissellements, il est généralement proposé que les propriétés inondées dans ces conditions ne soient pas cartographiées en zone à risque, ni réglementées à cet effet. Mais, la question doit être posée pour prendre une décision avec les élus.

• **Cas 4 : Propriété inondée par du ruissellement interne à la parcelle**

Des habitations peuvent « s'auto-inonder », du fait :

- de la configuration de la parcelle bâtie : cas d'un sous-sol dont la descente est très pentue, cour goudronnée dont les ruissellements inondent le sous-sol...
- d'un dysfonctionnement de gouttière, ou autre concours de circonstances (exemple : obstacle à l'écoulement sur la route qui dirige malencontreusement les eaux directement vers une propriété). L'inondation est alors considérée « accidentelle ».

Mais la parcelle est bien déconnectée de tout ruissellement naturel concentré extérieur.

Ces circonstances particulières peuvent être décrites pour expliquer l'inondation.

=> Il est généralement proposé que ces habitations ne soient pas cartographiées en zone à risque, ni réglementées à cet effet.

Liste non exhaustive des cas de figure d'inondation en zone urbanisée

INONDATION PAR TALWEG OU DEBORDEMENT DE RIVIERE OU REMONTEE DE NAPPE

- 1/ maison (ou sous-sol) inondée dans un passage d'eau naturel
- 2/ maison (ou sous-sol) inondée par stagnation des eaux en amont d'un remblai, dans une zone endoréique ...
- 3/ maison récente pas encore inondée mais dans un passage d'eau
- 4/ maison récente pas encore inondée mais dans un passage d'eau + petit talus de protection en tant que facteur aggravant
- 5/ maison récente située dans une dépression pas encore inondée
- 6/ maison récente située dans une dépression pas encore inondée (ou en amont d'un remblai où des ruissellements diffus s'accumulent) et sur remblai

INONDATION PAR RUISSELLEMENTS DIFFUS RAPPROCHES

- 7/ maison (ou sous-sol) inondée par des ruissellements diffus
- 8/ maison inondée par ruissellements diffus, mais depuis ouvrage de protection avec surverse qui contrôle la direction du débordement

INONDATIONS PAR RUISSELLEMENTS DE VOIRIE

- 9/ sous-sol d'une maison inondé par ruissellement de voirie
- 10/ maison de plain pied inondée par ruissellement de voirie
- 11/ maison inondée par une route en remblai
- 12/ sous-sol inondé par une route en remblai
- 13/ maison de plain pied inondée par ruissellement de voirie en ligne de crête
- 14/ maison de plain pied inondée par ruissellement de voirie en ligne de crête et depuis réalisation de fossés le long de la voirie
- 15/ problème d'avaloir bouché
- 16/ maison inondée car située en point bas par rapport à l'environnement immédiat
- 17/ sous-sol inondé car situé en point bas par rapport à l'environnement immédiat : exutoire du lotissement de versant
- 18/ sous-sol d'une nouvelle maison, pas encore inondée, mais située à l'exutoire du lotissement

AUTRES CAS D'INONDATION PARTICULIERS

- 19/ sous-sol déconnecté de toute voirie et inondé par ruissellement interne à la parcelle et/ou descente de sous-sol très pentue (+ problème de pompe)
- 20/ refoulement des eaux usées
- 21/ toiture grêlée, fenêtre de toit cassée et inondation des combles
- 22/ maison inondée par la saturation et le débordement du réseau SNCF
- 23/ inondation des terrains car infiltration des Eaux Pluviales de l'habitation insuffisante

Figure 25 : Quelques cas de figure d'inondation rencontrés en zone urbanisée

④ Synthétiser dans un tableau les informations recueillies :

- Identifier les habitations à risque par leur numéro de parcelle cadastrale et non par le nom des habitants pour favoriser la pérennité de l'information (déménagements...).
- Préciser l'origine de l'inondation (ruissellements naturels ou débordement de rivière, eaux de voirie, ruissellements diffus ou autre...).
- Consigner les informations recueillies auprès des riverains sur l'ampleur des dégâts.
- Eventuellement compléter par des remarques, par exemple sur des circonstances particulières (contrôle des vannages sur une rivière, influence de la marée, réseau pluvial à contre pente...).

Ce recensement permet d'apprécier la vulnérabilité de chaque secteur sur le territoire de la commune, et d'en tenir compte en vue des futurs projets communaux.

Cette démarche répond également aux exigences de la « Loi Risques » du 30 juillet 2003 sur l'information des nouveaux habitants dans les zones inondables.

Dans cette approche historique, on examine en priorité les informations concernant l'inondation la plus importante pour la commune. Cependant, dans la mesure du possible, il faut s'efforcer de recenser tous les sinistres liés à chaque inondation et leurs circonstances, car il peut arriver que l'inondation de référence ne soit pas la plus catastrophique à chaque endroit donné de la commune. Il est aussi possible que lors de l'événement de référence, une partie urbanisée de la commune n'existait pas encore, mais que celle-ci a été inondée depuis lors d'un autre événement.

Dans les exemples conduits par l'AREAS, toutes les habitations ayant été inondées étaient recensées dans le rapport. Mais la cartographie et la réglementation concernaient uniquement les habitations situées dans les secteurs topographiquement vulnérables (par ruissellements naturels concentrés, ou débordement de rivière ou remontée de nappe ou débordement de réseau pluvial en point bas) en excluant les inondations par « accident » (ex : vélux cassé par la grêle etc...).

Pages suivantes :

Figure 26, Figure 27, Figure 28, Figure 29, Figure 30, Figure 31 : Illustrations des fiches de cas n° 7 à 9

Fiche de cas n° 7 : Cartographie d'un talweg en zone urbanisée

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

Les élus signalent plusieurs inondations dans le centre bourg de la commune. Ils fournissent la liste des propriétés sinistrées recensées dans le cadre de la procédure de déclaration d'état de Catastrophe Naturelle. L'inondation la plus importante qui a touché le centre ville a montré une insuffisance du réseau d'évacuation des eaux pluviales. Il a été redimensionné depuis cette catastrophe.

Lecture de la carte IGN



Les courbes de niveau de la carte IGN indiquent la présence d'un axe de ruissellement en centre ville.

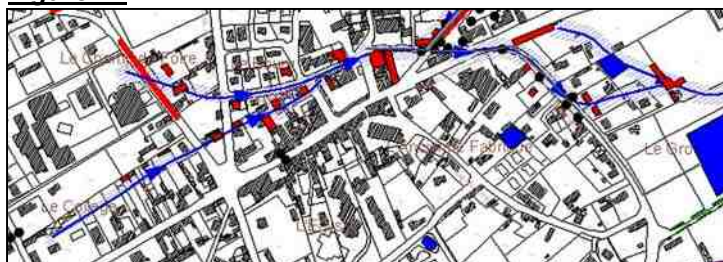
Figure 26

Observations de terrain

Sur le terrain, l'axe de ruissellement est visible, malgré les remaniements liés à l'implantation de constructions. Par contre, il n'est pas possible de définir un secteur d'expansion des ruissellements tout le long de l'axe de ruissellement au niveau des propriétés bâties, sans levés topographiques précis ni calculs hydrauliques.

Proposition de cartographie de base

Figure 27



En l'absence de données topographiques, le tracé des talwegs est représenté, en tenant compte de la topographie en place et des remaniements liés à l'urbanisation. Les propriétés inondées le long des axes de ruissellement sont cartographiées (propriétés en

rouge). L'expansion des ruissellements est figurée au niveau des propriétés inondées, au minimum sur la base exclusivement des témoignages des élus et riverains, et au niveau des propriétés non encore bâties, à titre indicatif par une méthode complémentaire.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Le prestataire devra faire réaliser des levés topographiques en vue du calcul de la capacité du réseau en place et de l'identification des lieux de débordement éventuels, d'autant plus si des travaux d'amélioration du réseau ont été réalisés depuis l'inondation.

Fiche de cas n° 8 : Cartographie d'une zone urbanisée inondée par des ruissellements naturels concentrés

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation

La lecture de la carte IGN indique que ce fond de vallon est urbanisé dans sa partie aval.



Figure 28

Approche historique et recueil d'informations

Pour aider à la cartographie des zones inondées dans la partie urbanisée du territoire communal, les élus ont fourni des photographies prises lors de la crue la plus importante pour la commune.



(Photo 11 : commune de Saint-Martin-de-Boscherville)

Observations de terrain pour validation

Ce type d'informations est toujours à recouper avec des observations de terrain indispensables pour comprendre le phénomène et le cartographier ensuite à l'échelle du cadastre. On peut aussi voir d'éventuelles modifications ou aménagements depuis l'inondation de référence.

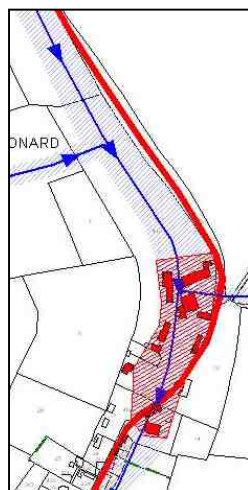


Figure 29

Proposition de cartographie de base

En milieu urbanisé, au minimum, il s'agit de recenser les zones ayant déjà été inondées. Il ne s'agit pas d'une approche préventive, mais d'une synthèse des informations disponibles, qui peut ne pas être exhaustive.

Dans cet exemple, à partir de la zone inondée visible sur la photographie, il s'agit de reporter cette même emprise sur le fond cadastral, en tenant compte, s'il y a lieu, d'éventuelles laisses de crue si la photographie a été prise lors de la décrue.

Le fond cadastral fait apparaître les bâtiments, ce qui peut faciliter le report de cette zone inondée et notamment l'identification du bâti inondé. Cette cartographie doit être validée par les élus.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Des levés topographiques et des calculs hydrauliques peuvent permettre de définir plus précisément en milieu urbanisé l'enveloppe de la zone inondable associée à une crue de référence à étudier (à convenir avec les Services de l'Etat notamment).

Fiche de cas n° 9 : Cas d'un talweg qui ruisselle au travers d'une « dent creuse »

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.

Présentation



Figure 30

Il arrive qu'au sein d'un quartier urbanisé, il reste des parcelles non encore urbanisées, appelées « dents creuses ». Or le tracé d'un talweg peut ruisseler au travers des parcelles urbanisées, déboucher au sein d'une dent creuse et continuer à nouveau au travers d'une autre parcelle urbanisée.

Observations de terrain

Les observations de terrain permettent de repérer le tracé du talweg au travers des parcelles urbanisées et au sein de la dent creuse (considérée en l'état comme terrain naturel).

Dans cet exemple, la topographie est homogène sur l'ensemble des parcelles examinées (parcelles urbanisées amont et aval ainsi que la dent creuse elle-même) et le talweg est peu encaissé.



Exemple d'une dent creuse traversée par un talweg
(Photo 12 : AREAS)

Proposition de cartographie de base

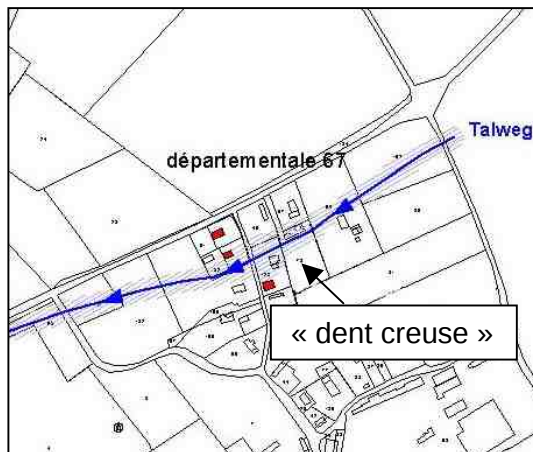


Figure 31

Il s'agit d'adapter la méthodologie de cartographie le long du tracé du talweg selon qu'il ruisselle en milieu urbanisé ou en milieu naturel (ici au travers de la parcelle dite « dent creuse »).

Sur les parcelles urbanisées amont et aval, il est proposé de tracer le talweg et reporter au minimum l'expansion des « Plus Hautes Eaux Connues ».

Au sein de la dent creuse, le tracé du talweg est représenté dans la continuité du tronçon en milieu urbanisé. Quant à la cartographie du secteur d'expansion associé, selon les observations de terrain, elle repose soit sur la méthode hydrogéomorphologique si celle-ci est pertinente, soit sur une méthodologie complémentaire.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Sur la base de levés topographiques au travers de cette parcelle en dent creuse et de calculs hydrauliques, il s'agirait de délimiter précisément la zone à risque de ruissellement naturel à préserver de toute construction, en vue du comblement probable de cette « dent creuse ».

III. Cartographie des voiries à risque d'inondation

Etant donnée d'une part, la densité du réseau hydrographique et d'autre part, la morphologie du réseau viaire dans la région, il est fréquent que les voiries, localisées sur des talwegs ou « en cavée » soient inondées. Cette partie n'est donc pas à négliger, d'autant plus que beaucoup de victimes des inondations dans notre région ont succombé sur le réseau routier. On peut distinguer 4 cas de figure qui sont schématisés par l'organigramme de la Figure n° 35 page suivante :

① La voirie emprunte le tracé naturel du talweg (voir fiche de cas n° 10 page 52)

Le talweg naturel figure sur la carte topographique IGN (par l'inclinaison des courbes de niveaux) et le tracé de la voirie emprunte ce talweg. La voirie collecte tous les écoulements du bassin versant amont. Selon la pente, la hauteur d'eau et la vitesse plus ou moins élevées, ces écoulements peuvent présenter un risque pour la circulation automobile (voir Figure n° 32).

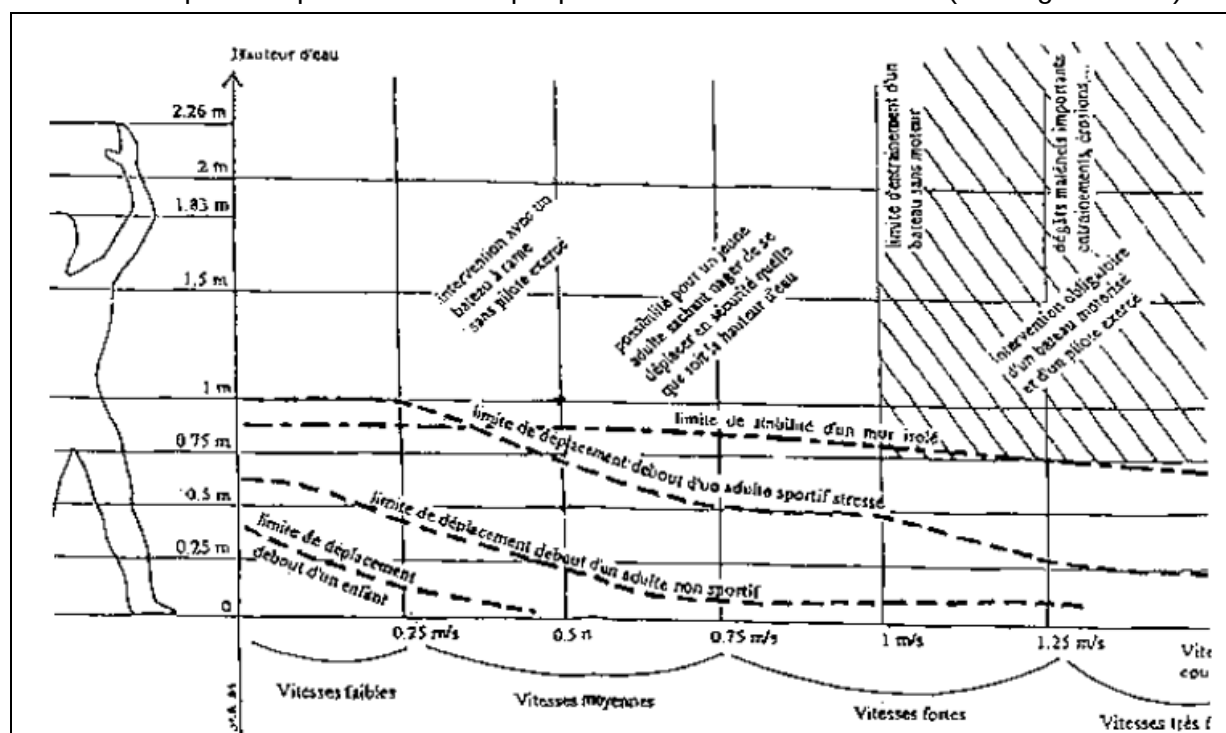


Figure 32 : Possibilités de déplacement des personnes selon la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement (source : note complémentaire pour l'élaboration des PPR, risques d'inondation ruissellement péri-urbain, 2003, MEDD)

Pente**	0,1	0,6	1	2	4	5
Hauteur max*	28,3	25,3	23,5	20,3	15,6	13,7
Vitesse***	0,8	1,9	2,3	2,9	3,5	3,6

* en cm ** en % i.e en cm/m *** en m/s

Pente**	0,10	0,40	1,00	2,50	3,5
Hauteur max*	0,28	0,15	0,10	0,06	0,05
Vitesse***	0,81	1,07	1,29	1,45	1,52

* en cm ** en % i.e en cm/m *** en m/s

Figure 33 et Figure 34 : Valeurs limites des hauteurs et vitesses pour le déplacement d'un véhicule et d'une personne à mobilité réduite ou cycliste (source identique à la figure 32)

Si la voirie est au même niveau que le terrain environnant, les écoulements peuvent s'épandre de part et d'autre sur ces terrains. Si la voirie est bordée de talus suffisamment élevés, les écoulements sont contenus sur la chaussée (cavée).

Dans tous les cas, il est proposé de cartographier ces routes en zone à risque de ruissellements concentrés. Des investigations complémentaires peuvent aider à qualifier le risque, en calculant la hauteur et la vitesse des écoulements sur cette voirie pour une pluie de projet donnée.

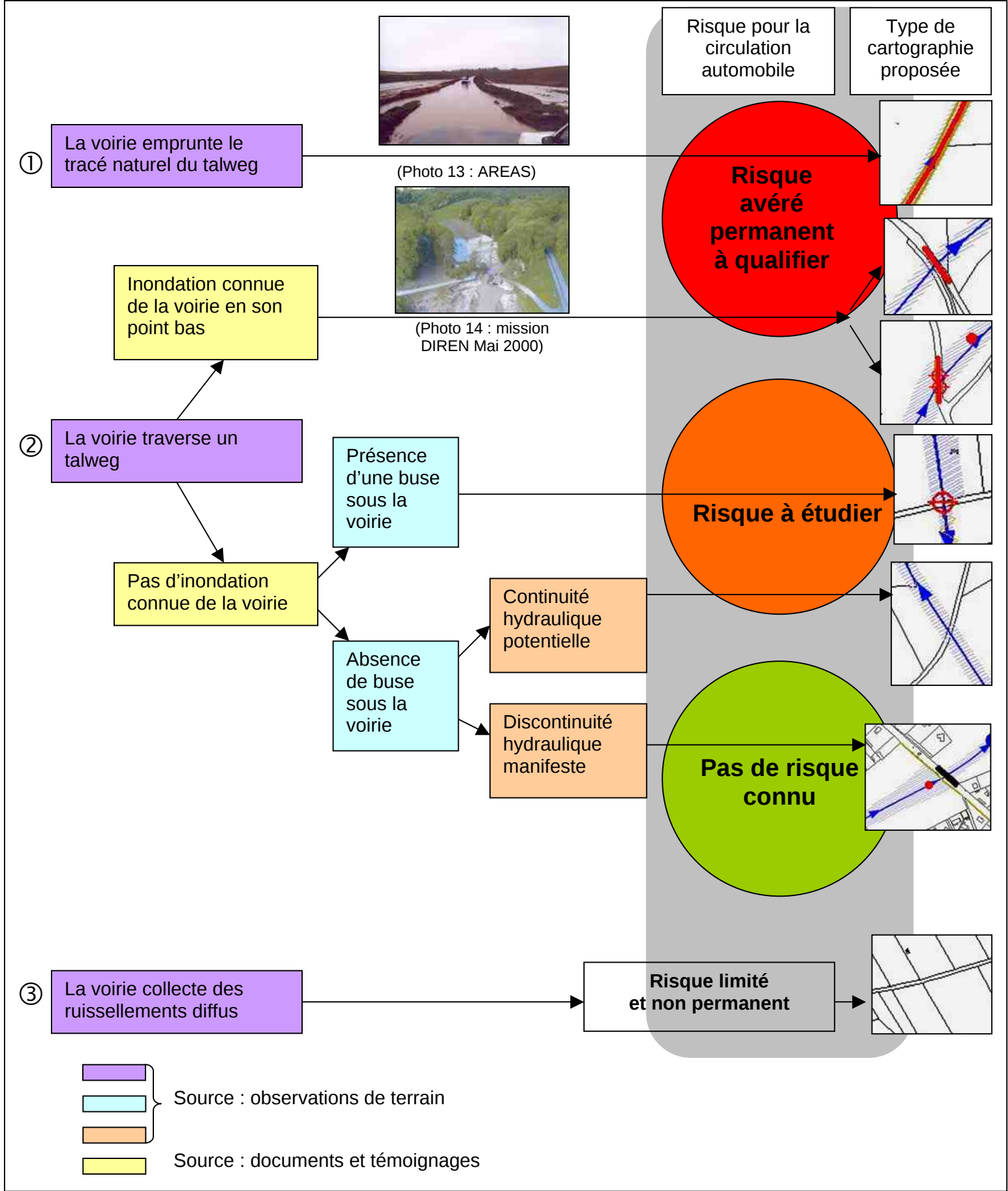


Figure 35 : Exemple d'organigramme pour la cartographie des risques de ruissellement sur voirie

② La voirie traverse un talweg et elle a été inondée en son point bas (voir fiche de cas n° 11 page 53)

Le caractère inondable de la route est cartographié :

- par défaut, sur la section connue inondée (photos, témoignages...),
- sur la section inondable calculée pour une pluie de projet donnée.

L'existence de buses sous voirie et leur état doivent être décrits pour être pris en compte.

Lors de crues catastrophiques, des sections de routes, ponts etc... ont localement été submergées voire emportées par les flots du fait de conditions d'écoulement exceptionnelles (embâcles notamment). Ces circonstances doivent aussi être décrites pour mémoire (voir photo 6 page 22).

③ La voirie traverse un talweg et aucune inondation n'y est connue

- Présence d'une buse sous la chaussée et pas de débordement connu sur la route : par défaut, il est proposé de représenter le talweg, la buse, le secteur d'expansion des ruissellements à titre indicatif en amont et en aval de la route. Des calculs hydrauliques peuvent aussi justifier la largeur du secteur d'expansion des ruissellements.

- Absence de buse sous la chaussée et pas de débordement connu : par défaut, il est proposé de représenter le talweg, le secteur d'expansion des ruissellements de part et d'autre de la route. Le secteur d'expansion des ruissellements identifié est aussi donné à titre indicatif sur la route : en cas de pluie exceptionnelle, la section de la route pourrait être inondée dans la continuité de la topographie environnante. Là encore, des calculs hydrauliques peuvent confirmer cette information.

- Absence de buse sous la chaussée et discontinuité hydraulique « manifeste » (ex : dépression karstique en amont d'un remblai non busé). Le caractère « manifeste » est à apprécier au cas par cas. Il est proposé de représenter le talweg, le secteur d'expansion des ruissellements en tenant compte de l'effet de la discontinuité, et la discontinuité hydraulique manifeste considérée.

④ La voirie draine des ruissellements diffus mais n'est pas située sur un talweg

Souvent les riverains observent des ruissellements sur les voiries lors des pluies intenses. En effet, imperméables et omniprésentes sur le territoire, les routes collectent des ruissellements d'origine diffuse (entrées de champs, centre bourg non équipé d'un réseau pluvial...) et produisent elles-mêmes une part de ruissellement. Cependant, les quantités d'eau collectées varient dans le temps. Des réseaux pluviaux (fossés ou canalisations) peuvent permettre d'assainir en partie ces routes.

Du fait du caractère aléatoire dans le temps de l'inondation de ces voiries, il est proposé de ne pas cartographier ce type de voirie comme à risque d'inondation, **sauf cas particulier** justifié par des calculs hydrauliques (forte pente, et vitesse élevée notamment).

Pour aller plus loin, le bureau d'études peut classer les voiries à risque d'inondation en fonction de leur catégorie, de leur fréquentation...

Pages suivantes :

Figure 36, Figure 37, Figure 38, Figure 39 : Illustrations des fiches de cas n° 10 et 11

Fiche de cas n° 10 : La voirie emprunte le tracé naturel d'un talweg

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.



Figure 36

Sur le terrain, cette voirie présente un profil très encaissé, elle est bordée de hauts talus (appelée « cavée » en pays de Caux). Ici, toutes les eaux ruisselées sur le bassin versant amont convergent dans cette cavée et sont contenues entre ces hauts talus.

Présentation

La lecture de la carte IGN montre que le tracé du talweg se superpose avec une voirie.

Observations de terrain



(Photo 15 : commune de Sassetot le Mauconduit)

Proposition de cartographie de base

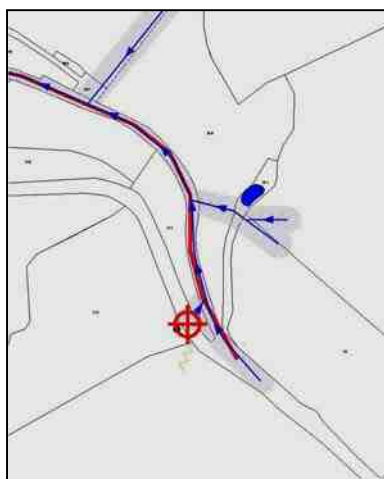


Figure 37

Dans ce cas, le tracé naturel du talweg est cartographié.

Le secteur d'expansion des ruissellements est contenu dans l'emprise de la voirie, qui correspond à la section cadastrée pour matérialiser cette cavée.

En l'absence de données topographiques et de calculs hydrauliques pour estimer la hauteur et la vitesse des ruissellements, par principe de précaution, il est proposé de cartographier cette route comme présentant un risque d'inondation (figuré rouge ici), car cette route emprunte le passage naturel des eaux.

Le risque est d'autant plus important lorsqu'il s'agit d'une voirie à section réduite, encaissée et très pentue (hauteur et vitesse des écoulements élevés)

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

Si besoin, le prestataire pourrait calculer les débits qui peuvent transiter dans cette cavée en fonction des caractéristiques du BV amont, en déduire la vitesse et la hauteur des écoulements à partir de levés topographiques, et déterminer plus précisément le risque pour la circulation automobile.

Fiche de cas n° 11 : Route inondée traversant un talweg

Pour faciliter la compréhension des figures, dépliez la légende située en page 57 du document.



Présentation

La lecture de la carte IGN nous informe qu'une route traverse le tracé d'un talweg naturel.

Observations sur le terrain

Sur le terrain, le fond de vallon est effectivement traversé par une route.

Figure 38

Approche historique



Grâce à des photos, les riverains signalent que lors d'une crue majeure, la route a déjà été inondée. Ils indiquent la section ayant été inondée.

(Photo 18 : commune de Butot)

Proposition de cartographie de base

Figure 39



Le tracé du talweg est identifié et le secteur d'expansion des ruissellements associé est cartographié sur les parcelles environnantes (voir fiches n° 1 à 9 selon le cas).

Concernant la voirie, la section connue pour avoir été inondée est cartographiée.

En complément, nos observations de terrain nous permettent de relever la dimension du passage sous voirie (ou l'absence de canalisations), d'observer d'éventuelles modifications par rapport aux conditions d'écoulement existantes lors de la crue majeure.

Perspectives pour une étude menée par un bureau d'études

A partir de levés topographiques, le prestataire pourrait calculer la section inondable pour une crue de référence donnée, et éventuellement proposer un nouvel aménagement sous voirie si nécessaire.

IV. Cohérence des résultats d'analyse et de cartographie d'ensemble

La cartographie des zones à risque d'inondation peut reposer sur plusieurs méthodes d'analyse selon la nature des enjeux et les moyens disponibles.

Mais elle doit être globale et cohérente tout le long du parcours d'un talweg, et sur l'ensemble du territoire étudié.

Dans la pratique, pour cartographier les phénomènes de ruissellement, il peut arriver qu'**on utilise alternativement l'une ou l'autre méthode de cartographie** pour identifier et cartographier les secteurs à risque d'inondation par ruissellements concentrés. Par exemple, sur le linéaire d'un même talweg en milieu naturel, le prestataire utilisera en tête de bassin versant la méthode de son choix (« empirique », hydraulique ou autre), et au fur et à mesure que les formes du talweg seront inscrites dans le paysage, il cartographiera selon la méthode hydrogéomorphologique.

Le prestataire doit s'attacher à conserver tout le long d'un talweg, indépendamment de la méthode d'analyse utilisée, une cohérence et un réalisme dans la définition et la cartographie d'une largeur de zone à risque d'inondation. Cependant, quand ces changements radicaux sont réellement justifiés (conditions locales d'écoulement, aménagements imposants...) il est possible de voir deux bandes de largeurs totalement différentes juxtaposées, par exemple si sur un 1^{er} tronçon, la méthode tend à considérer une emprise rectiligne de 50 mètres, et sur un 2^e tronçon, une emprise sinueuse de 15 à 30 mètres.

Etape 3 : Carte de synthèse du « Diagnostic Inondation » et rédaction d'un rapport

I. Cartographie du fonctionnement hydrologique sur le territoire communal

Sur la base du recueil des informations et de leur analyse, une carte de synthèse du fonctionnement hydrologique de la commune est dressée sur le fond de plan cadastral au 1/5000^e.

La totalité des talwegs identifiés sur le terrain est reportée sur la carte avec, pour chacun, un secteur d'expansion associé, dont la largeur variable est déterminée selon les méthodes décrites précédemment, ou la méthode développée par le prestataire.

L'ensemble des zones à risque d'inondation est cartographié. Il est conseillé de différencier graphiquement ces zones (proposer une légende spécifique), par exemple :

- selon l'origine du risque d'inondation : ruissellement, débordement de rivière, nappe phréatique...
- selon le caractère avéré du risque ou non (selon les informations recueillies, même non exhaustives)
- selon la nature de l'information cartographiée (interprétation hydrogéomorphologique sur le terrain d'ordre qualitatif, ou résultat quantitatif d'une modélisation hydraulique sur la base de levés topographiques d'un secteur donné...).

Toutes les observations de terrain sont reportées sur une carte. Ces observations, en l'absence de levés topographiques, font l'objet d'une **incertitude quant à leur localisation exacte**. Le tracé du talweg peut être décalé de quelques millimètres sur le papier par rapport à sa réelle localisation. Cette incertitude est d'autant plus importante que :

- il n'y a pas de correspondance parfaite entre les éléments observés sur le terrain et le parcellaire du plan cadastral ;
- la parcelle concernée par le passage d'eau est assez grande : il est encore moins aisé de garantir le tracé du talweg au mm près ;
- la parcelle concernée par le passage d'eau est un bois : dans une parcelle boisée, le repérage est difficile car on n'a pas de vision d'ensemble et il n'y a pas toujours de marques laissées par le ruissellement (Cependant très souvent, il n'y a pas d'enjeu d'urbanisation sur une parcelle boisée).

***NB :** il est possible de réduire l'incertitude du report sur le plan, en utilisant un outil GPS suffisamment précis.*

De plus, il existe aussi une **incertitude sur la localisation de la limite de l'emprise à risque**.

Dans les secteurs à enjeux, il est proposé, par exemple, de cartographier **le contour** des zones à risque d'inondation déterminé sur la base de levés topographiques et de calculs hydrauliques précis.

Dans les secteurs sans enjeu, où la localisation et l'emprise de la zone d'aléa inondation ne sont pas confirmées ni par levé topographique, ni par calcul hydraulique, il est proposé de ne pas faire figurer de contour à l'aplatissement graphique : cette absence graphique de contour sous-entend le caractère non certain de la localisation de la limite de la zone (voir exemple de légende page 57).

Selon l'évolution des connaissances suite à des études hydrauliques ultérieures concernant le fonctionnement hydraulique sur le territoire de la commune (création d'un réseau pluvial, résultats d'une modélisation hydraulique du bassin versant...), la carte pourra être précisée et actualisée.

En milieu urbanisé, après le travail de synthèse effectué à partir des listes de sinistrés, les propriétés ayant déjà été inondées, car situées en zone topographique à risque naturel d'inondation, doivent chacune être cartographiées et incluses dans les zones à risque d'inondation.

Concernant les voiries ou tronçons de voiries soumis à risque d'inondation, ils seront également cartographiés.

De même, tous les « éléments du paysage » ayant un rôle hydraulique, recensés lors des observations de terrain (mares, talus plantés...) seront également reportés sur la carte du « Diagnostic Inondation », ou sur une seconde carte selon la quantité d'informations, afin de présenter celle-ci à enquête publique.

En travaillant sur Système d'Information Géographique, l'ensemble des couches d'informations saisies décrivant les secteurs d'expansion des ruissellements, les zones à risque de débordement de rivière, etc...devrait être fourni sur fichiers numériques compatibles avec AutoCAD ®. Ces fichiers seront ainsi directement exploités et appliqués au plan de zonage par le chargé d'études du PLU, pour y éviter tout oubli ou erreur de report.

Vous trouverez en page suivante un exemple de légende pour la carte du fonctionnement hydrologique. Cette légende permet de lire tous les extraits de cartes illustrant ce document.

II. Rédaction d'un rapport de synthèse du « Diagnostic Inondation »

Un rapport doit impérativement accompagner la carte de synthèse du « Diagnostic Inondation ». Il doit comprendre une **note** qui expose la (ou les) **méthode(s) d'analyse et d'interprétation** des zones à risques d'inondation identifiées sur le territoire. Il explique également les **limites du travail effectué** (observations de terrain, levés topographiques ponctuels ou non, « valeur » des limites des zones à risque cartographiées...).

Le fonctionnement hydrologique sur le territoire de la commune peut être décrit sous bassin versant par sous bassin versant. Les zones à risque d'inondation identifiées y sont justifiées. Les propriétés et voiries inondées y sont énumérées (références cadastrales indispensables) ainsi que les éléments du paysage à conserver pour leur rôle hydraulique notamment. Une synthèse par bassin versant peut rappeler la vulnérabilité de certains secteurs, afin que celle-ci soit directement prise en compte dans la réflexion pour le développement de l'urbanisation.

Les copies des documents, en particulier des photographies, qui ont servi à élaborer la carte peuvent être placées en annexe, en rappelant les sources. Les listes des propriétés sinistrées consultées en mairie ainsi que la synthèse élaborée à partir de ces listes y sont notamment reportées. Les éventuelles cartes d'inondation par crue de rivière ou élaborées dans le cadre d'un SAGE ou d'une étude hydraulique de bassin versant peuvent également y être incluses.

Intégration des éléments figurant sur la carte du fonctionnement hydrologique dans le document d'urbanisme

Zones naturelles d'inondation par débordement de rivière.
A reporter sur le zonage du document d'urbanisme
en vue d'y réglementer l'urbanisation future.

Secteurs naturels d'inondation par ruissellements concentrés.
A reporter sur le zonage du document d'urbanisme
en vue d'y réglementer l'urbanisation future.

**Éléments du paysage à conserver en particulier pour le rôle
hydraulique.**
A reporter sur une carte des éléments du paysage
à classer avec enquête publique.

Propriétés inondées par ruissellements naturels concentrés.
A réglementer vis-à-vis du risque d'inondation.

Carte du fonctionnement hydrologique

	Limite de bassin versant
	Rivière
	Zone d'épandage de crue de rivière (source : PPRI rivière XXX - DDE -XX année XXX)
	Talweg
	Secteur d'expansion des ruissellements (donné à titre indicatif)
	Ravine
	Point d'engouffrement (localisation indicative)
	Discontinuité hydraulique
	Mare à conserver et entretenir
	Fossé à conserver et à entretenir
	Talus à conserver
	Talus planté à conserver
	Haie à conserver
	Cunette
	Avaloir
	Buse
	Canalisation (tracé indicatif)
	Route inondable
	Maison inondée par ruissellements naturels (source : témoignages des élus de la commune de XXX)
	Sous-sol inondé (source : témoignages des élus de la commune de XXX)
	Terrain urbanisé inondé (source : témoignages des élus de la commune de XXX)

Figure 40 : Exemple de légende pour la carte du fonctionnement hydrologique

PARTIE 3 : INTEGRATION DU « DIAGNOSTIC INONDATION » DANS UN DOCUMENT D'URBANISME

Cette partie 3 décrit les possibilités d'intégrer, dans les documents d'urbanisme, l'ensemble des informations contenues dans un « Diagnostic Inondation ». En effet, leur prise en compte dans le document d'urbanisme permet de réglementer et rendre opposables les décisions.

Cette partie 3 est composée de 2 chapitres :

- Le chapitre 1 illustre la prise en compte des secteurs à risque d'inondation dans le zonage des documents d'urbanisme, dans le but d'y éviter l'implantation de futures constructions ;
- Le chapitre 2 énumère les autres opportunités liées à l'élaboration de documents d'urbanisme, en vue de la réduction des inondations au sens large : conservation des éléments du paysage, création d'emplacements réservés pour la réalisation d'ouvrages de laminage de crues, etc...

I. Prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme

- 1) *Dans une carte communale*
- 2) *Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)*

II. Autres opportunités dans les documents d'urbanisme pour l'intégration des conclusions d'un « Diagnostic Inondation »

- 1) *Dans une carte communale*
- 2) *Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)*

I. Prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme

1) Dans une carte communale

Le plan de zonage d'une carte communale comporte deux types de secteurs : les secteurs urbanisables (souvent notés SU) et les secteurs naturels (souvent notés SN). En tenant compte des indications du « Diagnostic Inondation » (exemple Figure n° 41), tous les secteurs à risque naturel d'inondation doivent idéalement être exclus des zones urbanisables (exemple Figure n° 42).

La carte communale n'a pas de règlement, mais le rapport de présentation peut indiquer des recommandations quant à la gestion des eaux pluviales des futurs projets d'urbanisation.

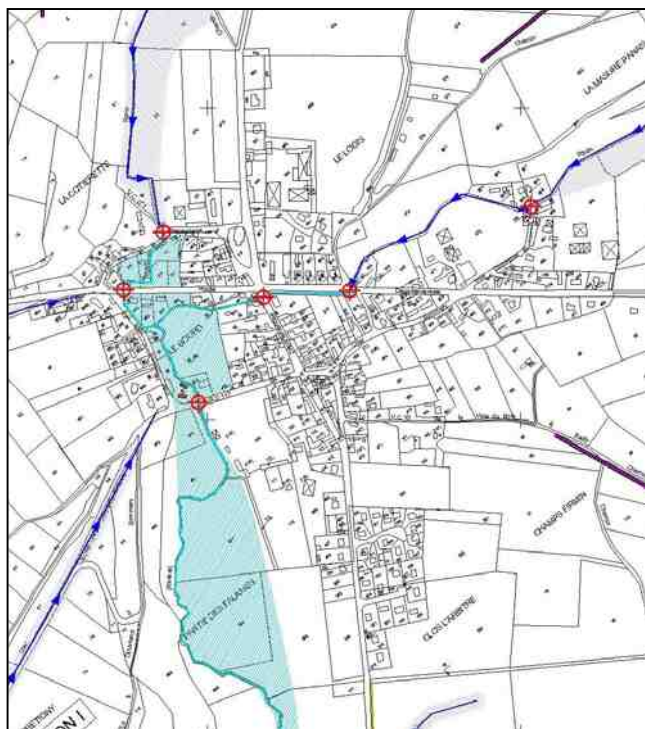


Figure 41 : Extrait d'un « Diagnostic Inondation »



Figure 42 : Prise en compte du risque d'inondation sur le plan de zonage de la carte communale : tous les secteurs à risque naturel d'inondation sont exclus des secteurs urbanisables

2) Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)

La carte du « Diagnostic Inondation » est annexée au rapport de présentation du PLU (exemple : Figure n° 43). **Tous les secteurs à risque d'inondation sont reportés et indicés « i » sur le plan de zonage du PLU** (exemple Figure n° 44).

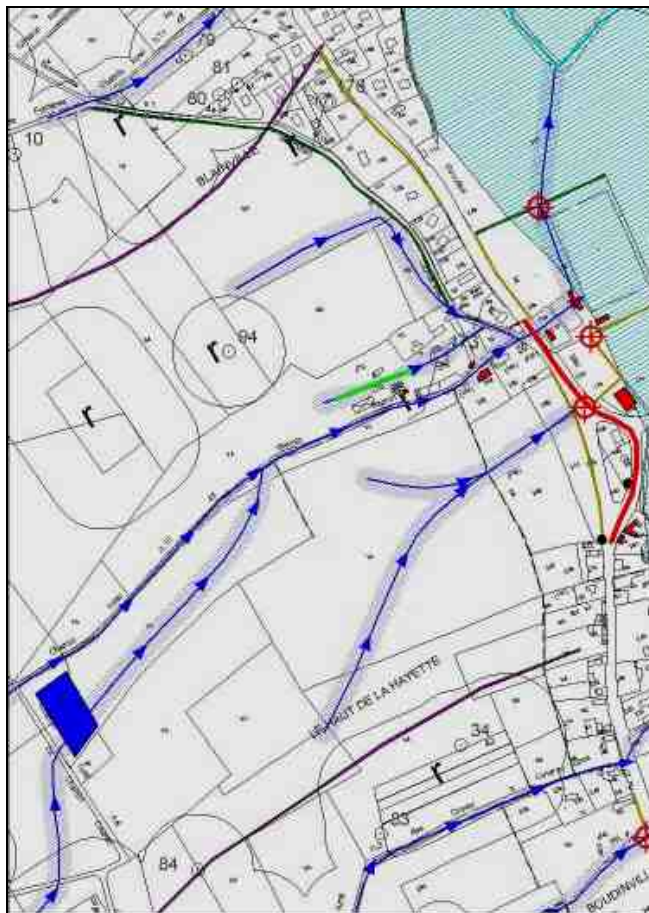


Figure 43 : Extrait n° 2 d'un « Diagnostic Inondation »

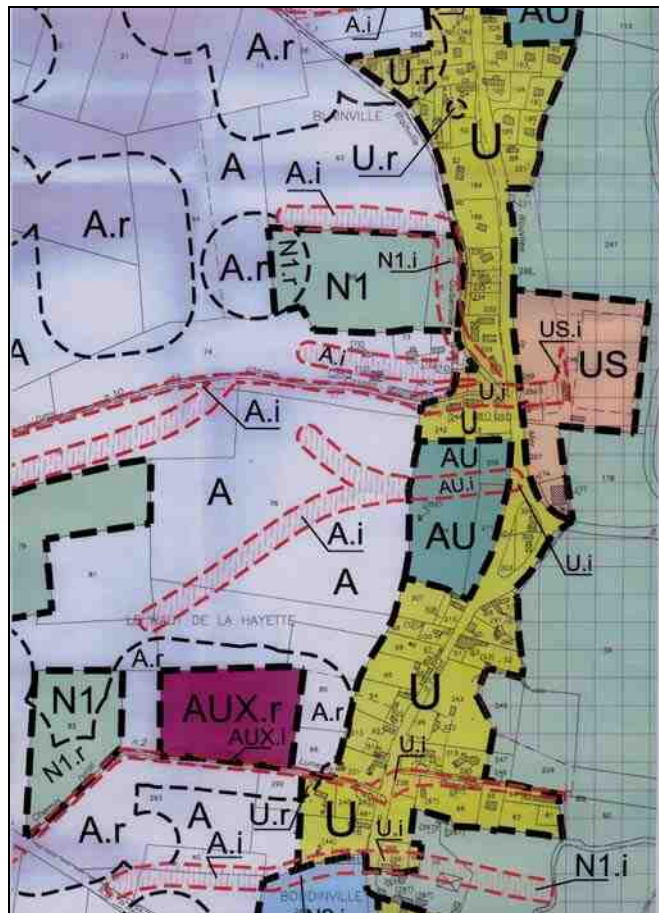


Figure 44 : Extrait du plan de zonage du PLU où les secteurs d'inondation sont reportés et indicés i

Plusieurs articles du règlement d'un PLU peuvent être utiles pour la prévention contre les risques d'inondation. Voici quelques propositions :

- **L'article 1** peut interdire les nouvelles constructions en zone à risque indiquée « i ».
- **L'article 2** peut autoriser une extension mesurée des habitations existantes situées en zone inondable. (Il peut aussi autoriser les affouillements ou exhaussements de sol lorsqu'ils sont nécessaires à la réalisation d'ouvrages de lutte contre les inondations).
- Par ailleurs, le développement de l'urbanisation de la commune ne doit pas constituer une aggravation des risques d'inondation existants, sur la commune et en aval. L'imperméabilisation des terrains doit être accompagnée de mesures, afin de compenser cette quantité accrue de ruissellement. Des solutions de rétention/infiltration des eaux pluviales existent pour chaque type de projet. **L'article 4** permet de réglementer la gestion des eaux pluviales des futures zones urbaines au cas par cas. Si une étude hydraulique a été menée à l'échelle de la commune, ses

conclusions doivent être intégrées dans le règlement du PLU. Les principes développés sont les suivants :

- Gérer les eaux pluviales in situ,
- Limiter les rejets pluviaux vers l'aval (réseau ou milieu naturel) à une valeur fixée,
- Adapter le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales selon la taille du projet et la vulnérabilité en aval,
- Dans le cas d'un projet d'urbanisation d'ensemble (type de zone AU) : le règlement du PLU peut préciser : « un schéma d'aménagement d'ensemble de la zone est à réaliser et à défaut d'étude particulière, l'ensemble des eaux pluviales doit être collecté pour faire face à toute pluie de fréquence X » et que « le débit de fuite des ouvrages de régulation ne devra pas excéder Y litres /seconde / hectare ».

- **L'article 13** concerne les espaces libres. La création d'un rideau d'arbres au contact entre des zones à urbaniser ou urbanisées et des zones agricoles ou naturelles peut ainsi être souhaitée (ce rideau d'arbres contribuera à limiter les ruissellements des zones agricoles ou naturelles vers les zones bâties en plus de son caractère paysager).

II. Autres opportunités dans les documents d'urbanisme pour l'intégration des conclusions d'un « Diagnostic Inondation »

1) Dans une carte communale

Il est possible de **recenser et classer des éléments du paysage**, et donc notamment ceux qui présentent un rôle hydraulique. Cela concerne souvent les haies et les talus cauchois, pour éviter leur arasement, et les mares, pour éviter leur comblement et autoriser leur aménagement. Pour cela, les éléments du paysage sont identifiés dans un rapport (photos, caractéristiques...) et une carte qui les localise est dressée et soumise à enquête publique. L'enquête publique liée au classement des éléments du paysage peut être réalisée de manière conjointe avec l'enquête publique pour l'approbation de la carte communale.

2) Dans un Plan Local d'Urbanisme (PLU)

- Dans les zones AU : les **orientations d'aménagement du PADD** (Plan d'Aménagement et de Développement Durable) peuvent indiquer des principes généraux à respecter pour l'urbanisation des zones AU au titre de la **mise en valeur des paysages** (voir Figure n° 45).

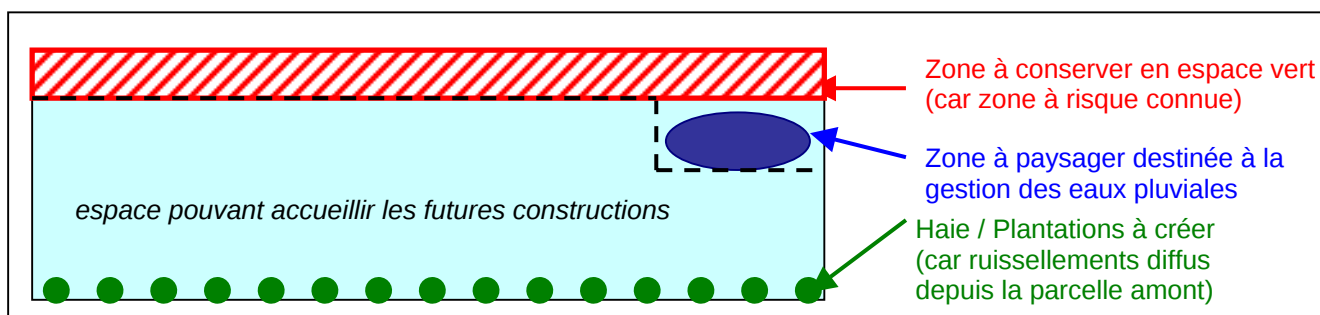


Figure 45 : Exemple d'orientations d'aménagement d'une zone AU, prenant en compte le risque d'inondation

- La réalisation d'un PLU peut aussi être l'occasion de **recenser les éléments du paysage** ayant un rôle hydraulique en vue de leur conservation.

Pour cela, 4 possibilités existent :

- Classement des alignements d'arbres (Art. L130.1 du code de l'urbanisme) reportés sur le zonage.
 - Localisation des mares et/ou haies à conserver sur un plan et rédaction d'une note qui décrit leurs caractéristiques (intégrée dans le rapport de présentation).
 - Possibilité de classer certaines mares en emplacement réservé.
 - Dans l'article 1 du règlement, possibilité d'interdire le comblement des mares.
-
- Une autre opportunité consiste à **réserver des emplacements** pour réaliser des ouvrages hydrauliques. Le principe consiste à identifier sur le zonage du PLU l'emprise nécessaire pour la réalisation de l'ouvrage et à identifier le maître d'ouvrage du projet. Ainsi en cas de vente, la collectivité identifiée est prioritaire pour acquérir le terrain. L'utilisation de l'emplacement réservé a cependant des inconvénients :
 - Cela nécessite de connaître l'emplacement et l'emprise exacts du projet.
 - Un droit de délaissement existe : le maître d'ouvrage peut être mis en demeure d'acheter toute la parcelle dans un délai donné. S'il refuse, le droit est définitivement perdu.
-
- Une commune peut prendre une délibération pour instaurer la « **participation pour le financement des voies nouvelles et de leurs réseaux** » sur tout ou partie de son territoire. Dès lors, à chaque création ou aménagement d'un segment de voie nouvelle, la commune peut reporter le coût de cet aménagement à la charge de tous les propriétaires des terrains que cette voie rendra constructible. Notamment, le coût du dispositif d'écoulement des eaux pluviales peut donner lieu à une participation (voir articles L332 et suivants du code de l'urbanisme).

Conclusion

Ce document présente des éléments de méthodes pour mener à bien un « Diagnostic Inondation » à l'échelle communale. Ces éléments sont issus de l'expérience acquise par l'AREAS à travers les 150 bilans hydrologiques communaux réalisés lors de l'élaboration, ou de la révision de documents d'urbanisme seino-marins (et deux dans l'Eure).

Ce dossier s'inscrit dans la volonté de contribuer à limiter la vulnérabilité des biens actuels et futurs vis-à-vis des coulées de boues et des inondations. Chacun sait combien la région Haute-Normandie est sensible à ces troubles, puisque ses deux départements figurent parmi les tous premiers en nombre de CatNat. Il y a urgence à anticiper et les documents d'orientation d'urbanisme représentent une opportunité quasiment unique de le faire.

Pour aider à définir le « comment faire ? », il est paru utile de partager le fruit de nos 6 années d'expérience de terrain, qui a porté sur l'un des volets du « porter à connaissance » en matière de risque de ruissellement et d'inondation.

Bien sûr, ce document n'est ni exhaustif, ni LA méthode unique, mais il peut apporter des informations utiles qui feront gagner du temps et de la précision aux bureaux d'études et aux maîtres d'ouvrages. C'est sa seule ambition.

Pour la réalisation de nouveaux « Diagnostics Inondation » ou de Schémas de Gestion des Eaux Pluviales, chaque prestataire devra utiliser sa propre méthodologie qui intègre les besoins de la commune, tout en reprenant des éléments présentés dans ce document. En effet, les seuls éléments de méthodes qui y sont décrits ne sauraient apporter toutes les réponses aux questions qui se posent lors de la réalisation des études.

En complément, vous pouvez aussi consulter le « Guide d'élaboration d'un Schéma de Gestion des Eaux Pluviales » élaboré en mai 2006 par le Département de Seine-Maritime et l'AREAS, disponible auprès de leurs services ou sur www.areas.asso.fr.

Glossaire élémentaire

Crue : « augmentation rapide et temporaire du débit d'un cours d'eau au-delà d'un certain seuil auquel toute analyse doit faire référence. Elle est décrite à partir de 3 paramètres : le débit, la hauteur et la vitesse du courant (...) ».

(source : *plan de prévention des risques d'inondation – guide méthodologique*, édition La Documentation Française, MATE, 1999)

Inondation : « recouvrement d'eau qui déborde du lit mineur ou qui afflue dans les talwegs et les dépressions. Cette définition plus large que celle retenue habituellement par les hydrologues, permet d'ajouter aux phénomènes classiques que sont les débordements d'un cours d'eau, directs ou indirects (contournement d'un ouvrage, fonctionnement d'un déversoir...), d'autres manifestations comme les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages sur des petits bassins versants (mise en charge des talwegs en milieu urbain), les inondations par ruptures d'ouvrages de protection (brèche dans les digues) ; ou encore les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves... »

(source : *plan de prévention des risques d'inondation – guide méthodologique*, édition La Documentation Française, MATE, 1999)

Talweg : étymologiquement de l'allemand *Weg*, chemin et *Tal*, val. Ligne où se concentrent les écoulements superficiels aux points les plus bas d'un val, parcours du fil d'eau

Bibliographie réduite

Cemagref, septembre 1997, Rapport d'expertise hydraulique et hydrologique - Crue du 16 juin 1997 à St Martin de Boscherville et Villers Ecalles, 60 p +annexes.

CETE Méditerranée, juin 2002, Contribution technique à une évolution de la doctrine d'élaboration des PPR, à partir d'études de cas en région Languedoc-Roussillon. (participation colloque SHF).

GUITON Martine, 1998, Ruissellement et risque majeur, phénomènes, exemples et gestion spatiale des crues, LCPC.

HAUCHARD Emmanuel, juillet 2002, Plan de Prévention des Risques d'inondation par débordement et ruissellement : Méthodologie pour la définition de l'aléa ruissellement, approche hydrogéomorphologique - Application au bassin versant de l'Austreberthe (Pays de Caux, Seine-Maritime), DDE 76 / CNRS Laboratoire MTG Université de Rouen, 105 p.

HELLOCO François, AREAS, mars 2003, Système d'anticipation des épisodes pluvieux hivernaux générateurs de désordres hydrologiques – étude de faisabilité, 100 p + annexes.

MATE, 1999, Guide méthodologique Plans de Prévention des Risques naturels, Risque Inondation, édition La Documentation Française, 84 p. + annexes.

MATE, décembre 2001, Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement - Inondations et coulées boueuses en Seine-Maritime - Propositions pour un plan d'actions, 67 p + annexes.

MEDD, 2003, Guide méthodologique PPR inondation, note complémentaire ruissellement péri-urbain, 38 p. + annexes.

Annexes

Annexe 1 : Profils topographiques réalisés sur le BV de St Martin de Boscherville suite à l'orage du 16 juin 1997

N° profil	Localisation du profil	Ordre du talweg	Longueur max écoulements (m)	Hauteur max écoulements (m)	Pente moyenne talweg (%)	Section mouillée (m2)	Occupation des sols	Pédologie/ Géologie
29	La butte aux chiens	1	14,80	0,43	7,3	4,680	bois	craie
30	La butte aux chiens	1	16,20	0,54	7,3	5,83	bois	
8	Le Vaumain	1	39,80	0,68	9,0	16,400	ray gras	LP/craie
9	Le Vaumain	1	28,95	0,23	2,9	3,21	maïs	
23	Hameau du Hamel	2	36,70	0,10	3,7	0,910	prairie	LP/craie
24	Hameau du Hamel	2	24,60	0,08	3,7	0,92	prairie	
25	Hameau du Hamel	2	23,80	0,11	4,3	0,83	prairie	
10	Carrefour de l'Orme	2	33,90	0,55	4,5	12,570	prairie	LP / Rs
11	Carrefour de l'Orme	2	35,60	0,48	4,5	9,75	prairie	
12	Carrefour de l'Orme	2	38,20	0,67	1,4	16,5	prairie	
31	Bas de l'Ouraille	2	13,80	0,88	2,9	7,680	prairie	craie
32	Bas de l'Ouraille	2	12,50	0,98	2,9	6,7	prairie	
33	Bas de l'Ouraille	2	11,40	1,09	2,9	5,59	prairie	
26	Chemin vers route Val des Leux	2	2,40	0,08	8,1	0,080	chemin enherbé	craie
27	Chemin vers route Val des Leux	2	1,70	0,18	8,4	0,07	chemin enherbé	
28	Chemin vers route Val des Leux	2	1,71	0,17	7,7	0,11	chemin enherbé	
5	Val St Léonard	2	2,33	0,16	6,8	0,14	bois	craie
6	Val St Léonard	2	2,20	0,33	10,7	0,35	bois	
7	Val St Léonard	2	2,00	0,33	10,7	0,37	bois	
3	Route des Bas de l'Ouraille	3	27,50	1,72	3,4	22,300	bois	craie
4	Route des Bas de l'Ouraille	3	26,20	1,41	3,4	16,01	bois	
1	Carrefour du fond du piège	3	56,68	1,07	2,1	34,360	bois	LV
16	Ferme, champs de maïs	3	33,20	0,73	2,1	16,280	maïs couché	LV
17	Ferme, champs de maïs	3	34,50	0,76	2,1	18,03	maïs	
18	Ferme, champs de maïs	3	36,40	0,88	1,0	22,79	maïs	
19	avant la ferme	3	45,00	1,01	0,3	31,160	prairie	LV
20	Ferme	3	44,20	0,68	4,5	19,390	prairie	LV
21	Ferme	3	43,00	0,61	4,5	17,75	prairie	
22	Ferme	3	54,80	0,87	1,8	31,39	prairie	

Annexe 2 : Profils topographiques réalisés sur le BV de la ferme de Villers Ecalles suite à l'orage du 16 juin 1997

N° profil AREAS	Localisation du profil	Ordre du talweg	Longueur max écoulements (m)	Hauteur max écoulements (m)	Pente moyenne talweg (%)	Section mouillée (m2)	Occupation des sols	Pédologie géologie
29	buse A15	3	7,00	0,97	8,00	2,750		Rs
30	buse A15	3	8,70	0,79	8,00	3,87		
38	près de la buse	3	15,70	0,59	1,11	4,040	blé couché	Rs
36	près de la buse	3	30,10	0,55	1,00	10,620	Prairie	
21	chemin Mont Roty	3	12,05	0,92	2,84	6,550		Rs
22	chemin Mont Roty	3	17,70	0,90	2,84	6,23		
33	Fond du Mont Roty	3	34,30	0,69	0,74	13,58		Rs
34	Fond du Mont Roty	3	32,00	0,85	0,74	18,9		
9	Ferme du Mont Roty	2	15,20	0,31	3,68	1,310	TL	LP
10	Ferme du Mont Roty	2	16,40	0,16	3,68	1,3	TL	
11	Ferme du Mont Roty	2	4,50	0,62	5,41	1,78	(TL)	
12	Cavée du Mont Roty	2	4,60	0,80	4,26	2,62	(Bois)	
13	Mont Roty	2	6,50	0,80	2,70	3,98	(Bois)	
15	Sortie cavée du Mont Roty	3	31,70	0,68	2,05	14,02	Prairie	Rs
16	Sortie cavée du Mont Roty	3	30,60	0,49	2,05	11,47	Prairie	
17	Sortie cavée du Mont Roty	3	32,50	0,57	2,85	4,42	Prairie	
18		3	14,40	0,71	1,15	3,720	Prairie	Rs
19		3	17,80	0,77	1,15	6,34	Prairie	
20		3	17,15	0,65	1,41	6,57	Prairie	
27	Côte Candos	2	14,80	0,20	5,00	2,040	Prairie	LP
28	Côte Candos	2	14,20	0,24	5,00	2,540	Prairie	
41	prairie avant cavée	4	43,60	0,84	1,55	25,120	Prairie	LV
43		4	40,75	1,76	1,55	24,44	Prairie	
1	chemin en cavée	4	8,70	2,36	2,14	12,470		LV
2		4	7,60	2,35	2,14	10,93		
3		4	8,55	1,78	1,62	8,94		
4	cavée	4	39,20	2,76	1,04	33,320		
5		4	52,95	2,71	1,04	37,52		
6		4	58,70	2,87	0,32	45,83		

Remarques : les pentes longitudinales sont très locales et ne sont pas à comparer avec la topographie moyenne présentée sur les cartes IGN. Les BV mesurés ont tous deux pour exutoire des vallées bien encaissées, les pentes sont relativement élevées par rapport à la hiérarchie des talwegs (ici l'ordre 2 se situe sur des tronçons de pente élevée sur versants, et pas en zone de plateau par exemple).

Annexe 3 : Synthèse par l'AREAS de certains résultats issus du rapport de SAFEGE « modélisation des écoulements dans certains talwegs à enjeux dans le cadre du PPRI Austreberthe et Saffimbec » de Février 2005

N° site	N° BV	N° profils	Ordre du talweg	S (km ²)	Pente (m/m)	Q100 (m3/s)	largeur mini (m)	largeur maxi (m)	aléa max	Remarques
15		1 à 3	1	1,2	0,01	2,88	45	50	faible	
32			1	0,44	,0,01	1		25	faible	
37			1	0,78	0,01	1,8		50	faible	
43			1	0,1	0,03	0,1		40	faible	
47		1	1	0,25	0,03	0,5		40	faible	
50		A1 à A3	1	0,15	0,03	0,3	10	30	faible	voirie canalise en partie les écoulements
57			1	0,23	0,01	0,5		40	faible	
59			1	0,32	0,01	0,5		35	faible	
60			1	0,43	0,03	1,1	25	70	faible	
67		1	1	0,19	0,02	0,3		30	faible	
69		1	1	0,97	0,02	2,1		75	faible	
69		2	1	0,97	0,02	2,1		30	moyen	
71			1	0,25	0,02	0,6		80	faible	
73	2	b	1	0,4	0,02	0,3		25	faible	
75			1	0,17	0,03	0,7		20	moyen	
67		2	1	0,19	0,02	0,5		20	faible	valeur extreme de la base de données
							MIN = (ordre 1)	25		valeur minimale de la base de données ordre 1 et pente < 0,03 (sauf extrême)
64	b	b	1 "torrentiel"	0,21	0,11	0,4		10	moyen	
2		1 à 10	1 "torrentiel"	1,45	0,05	4,7	30	30	fort	(130 mètres de large à l'exutoire)
3		1 à 3	1 "torrentiel"	1,7	0,06	5,9		20	fort	
44		1	1 "torrentiel"	2,59	0,08	4,41	10		moyen	
13		sauf 9-10	1 "torrentiel"	1,3	0,05	3,2	15	40	fort	
1	1	1 à 5	2	1,53	0,02	0,29	60	80	moyen	troncon où aléa fort sur 75 m de large
5		1 à 4	2	2,06	0,02	4	40	50	faible	
6		1 à 5	2	1,2	0,01	2,2	20	60	faible	
7	1	1 à 5	2	0,7	0,01	1,3	30	50	faible	
7	2	6 à 12	2	2,2	0,02	4,2	10	60	faible	10 m entre 2 propriétés
27		1	2	0,56	0,02	1,2		30	faible	valeur extreme de la base de données
							MIN = (ordre 2)	50		valeur minimale de la base de données ordre 2 et pente < 0,03 (sauf extrême)
28		1	2	0,6	0,03	1,1		15	moyen	
28		2	2	0,6	0,05	1,1		35	moyen	
73	1	a1 à a3	3	3,75	0,01	6,7	40	60	faible	
4		1 à 3	3	3,6	0,01	6,5	50	70	moyen	
21	1	1	4	2,01	0,03	5,3		60	moyen	
19		1 à 4	aval grand BV	14	0,02	21,8	30+20	110	fort	
62		1 à 5	aval grand BV	46,5	0,01	60	65	150	fort	