

**NOTICE MÉTHODOLOGIQUE D'ÉLABORATION DES
CARTOGRAPHIES DES ZONES SOUMISES À L'ALÉA
D'INONDATION ET DES RISQUES DE DOMMAGES DUS AUX
INONDATIONS**

Abréviations

CdE	Code de l'Eau, Livre II du Code de l'Environnement wallon
CoDT.....	Code du développement territorial
DCENN.....	Direction des Cours d'Eau non navigables
DI	Directive européenne 2007/60/CE, dite Directive Inondation
GISER.....	Gestion Intégrée Sol - Erosion - Ruissellement
GTI	Groupe Transversal Inondations
GW	Gouvernement wallon
IDF.....	Relation Intensité-Durée-Fréquence de la pluie
IGN.....	Institut Géographique National
MNT	Modèle numérique de terrain
PASH.....	Plan d'Assainissement par Sous-bassin Hydrographique
PGRI	Plan de Gestion des Risques d'Inondation
Plan « PLUIES »	Plan de Prévention et de LUTte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés
RI	Risques d'inondation
RW.....	Région wallonne
UE.....	Union européenne
ZI	Zones Inondables

Table des matières

1.	INTRODUCTION.....	7
1.1.	Contexte	8
1.2.	Objectif	9
2.	LES DONNÉES DE BASE	11
2.1.	Carte de l'aléa d'inondation et cartes des zones inondables.....	12
2.1.1.	Débordement de cours d'eau.....	12
2.1.2.	Ruissellement	15
2.2.1.	Emprise des cartes des zones inondables	16
2.2.2.	Récepteurs de risque.....	16
3.	LES DIFFÉRENTS PRODUITS CARTOGRAPHIQUES.....	19
3.1.	Caractéristiques communes à toutes les cartes.....	20
3.1.1.	Echelle	20
3.1.2.	Types d'inondations pris en compte	20
3.1.3.	Objectivité des cartes	20
3.1.4.	Fond de plan	21
3.2.	Cartes des zones inondables	22
3.2.1.	Débordement de cours d'eau.....	22
3.2.2.	Ruissellement	25
3.2.3.	Coexistence Débordement-Ruissellement	26
3.3.	Carte de l'aléa d'inondation	27
3.3.1.	Débordement de cours d'eau.....	27
3.3.2.	Ruissellement	31
3.3.3.	Coexistence Débordement-Ruissellement.....	32
3.4.	Cartes des risques d'inondation	33
4.	ENQUÊTE PUBLIQUE, MISE À JOUR ET RÉEXAMEN	35
4.1.	Mises à jour et réexamens	36
4.1.1.	Versions antérieures.....	36
4.1.2.	Versions ultérieures.....	36

4.2.	Prise en compte du changement climatique.....	36
4.2.1.	Principe général.....	36
4.2.2.	Cas particuliers	36
4.3.	Conditions d'intégration de nouvelles données.....	37
4.4.	Validation	37
4.5.	Enquête publique	37
5.	RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	39
6.	LEXIQUE	43

1. INTRODUCTION



1.1. Contexte

En 2003, faisant suite aux inondations à répétition, le Gouvernement wallon (GW) a adopté le plan PLUIES, plan de Prévention et de LUTte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés. Ce plan comportait 5 objectifs et 30 actions. L'élaboration de la première carte de l'aléa d'inondation est une des actions répondant à l'objectif 4 de ce plan, à savoir de diminuer la vulnérabilité dans les zones inondables. Cette première carte de l'aléa d'inondation a été adoptée par sous-bassin hydrographique durant les années 2006 et 2007.

En 2007, la Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite Directive Inondation (DI), impose aux Etats membres une série de dispositions à prendre en matière de gestion des inondations. Elle privilégie l'approche par le **cycle de gestion du risque d'inondation** comprenant les étapes suivantes :

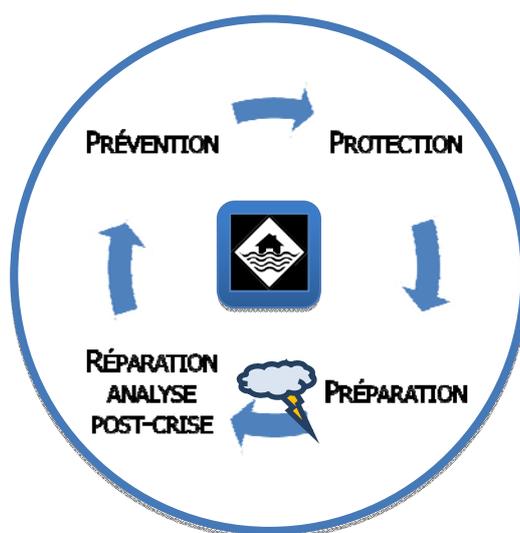


Figure 1 : Cycle de gestion des inondations

La Directive Inondation impose aux Etats membres 3 étapes : l'évaluation préliminaire du risque d'inondation, suivie de la cartographie des zones inondables et du risque d'inondation, pour terminer par l'élaboration de plans de gestion des risques d'inondation.

La Directive Inondation a été transposée dans le Code de l'Eau (CdE) par le Décret du 4 février 2010 [MB du 4 mars 2010]. Dans le Code de l'Eau (chapitre V), les articles D53.1 à D53.11 fixent dorénavant les dispositions relatives à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Ces dispositions prévoient la mise à jour des 3 étapes sur un cycle de 6 ans. Les échéances pour la mise à jour des 3 étapes de la DI sont les suivantes :

- Evaluation préliminaire du risque d'inondation 22 décembre 2018
- Cartographie des zones inondables et des risques d'inondation 22 décembre 2019
- Plan de gestion des risques d'inondation 22 décembre 2021

L'étape d'évaluation préliminaire s'est basée sur le relevé de tous les événements significatifs d'inondation à l'échelle de la Région wallonne. Elle a permis de conclure que l'entièreté du territoire est à risque d'inondation. Les deux étapes suivantes ont donc été réalisées sur l'ensemble du territoire wallon.

L'étape de cartographie fait l'objet de la présente notice méthodologique. Pour rappel, la première carte de l'aléa d'inondation a été élaborée dans le cadre du plan PLUIES en 2006-2007. Elle a ensuite été mise à jour en 2013 aux regards de la Directive Inondation. C'est également dans ce contexte que furent élaborées les premières cartes des zones inondables et des risques d'inondation en décembre 2013.

Soumises à enquête publique avec le Plan de Gestion des Risques d'Inondation en 2015, les cartographies ont été modifiées pour intégrer les remarques pertinentes et être diffusées sous la version officielle de 2016 qui fait l'objet de la présente actualisation.

1.2. Objectif

L'objectif des cartographies est de délimiter les périmètres à caractère inondable et d'identifier la vulnérabilité de la Wallonie face aux inondations. Seules les inondations trouvant leur origine dans le débordement d'un cours d'eau ou dans la concentration de ruissellement naturel des eaux pluviales sont prises en compte dans la présente méthodologie.

L'article D53.2 du Code de l'Eau prévoit deux cartographies :

- 1) La cartographie des zones soumises à l'aléa d'inondation qui comprend :
 - Les cartes des zones inondables relatives à 4 scénarios de probabilité (UE) **2** ;
 - La carte de l'aléa d'inondation (RW) **1**.
- 2) La cartographie du risque de dommages dus aux inondations comprend les cartes des risques d'inondation relatifs à 4 scénarios de probabilité (UE) **3**. Cette carte correspond également à la carte du risque de dommages dressé pour la Région wallonne.

L'articulation entre ces deux cartographies et les cartes (numérotées en **gris**) qui en sont issues est schématisée à la figure 2. La présente notice méthodologique concerne ces différentes cartographies.

Les cartes des zones inondables **2** sont élaborées pour 4 scénarios de probabilité hydrologique (25ans, 50ans, 100ans et extrême). Une carte est établie pour chacun d'entre eux afin de respecter le prescrit européen prévoyant un minimum de 3 scénarios (probabilité faible, moyenne et élevée).

La carte de l'aléa d'inondation **1** se veut une synthèse des cartes des zones inondables pour les 4 scénarios. Elle possède une correspondance complète vis-à-vis de celles-ci dans le sens où les données de base sont les mêmes et où les règles d'intégration sont similaires.

La carte de l'aléa d'inondation est un des outils permettant aux autorités compétentes de prendre en compte les risques d'inondation notamment sur base des articles du CoDT (l'Article R.IV.35-1 et l'Article D.IV.57) lors de la **remise d'avis ou de la délivrance de permis** en matière d'aménagement du territoire ou d'urbanisme. Les zones d'aléa d'inondation élevé correspondent aux zones à risque au sens de la loi du 25 juin 1992 sur le contrat d'assurance terrestre et ses modifications ultérieures. Ces zones peuvent faire l'objet d'un refus de couverture d'assurance. Dans le cadre de la délimitation des zones à risque, l'Arrêté royal du 12 octobre 2005, prévoit comme critère de récurrence, une période de retour de l'inondation inférieure ou égale à 25 ans ; et comme critère de submersion, une hauteur d'eau d'au moins 30 cm. La combinaison de ces critères correspond à la valeur élevée de l'aléa.

La carte de l'aléa d'inondation est également utilisée par le Code wallon du Tourisme pour l'aménagement des terrains de camping touristique.

Les cartes des risques d'inondation **3** sont obtenues, pour chacun des scénarios retenus, en superposant aux cartes des zones inondables un ensemble de données géographiques appelées récepteurs de risque ou enjeux. Elles montrent les conséquences négatives potentielles associées aux inondations et exprimées au moyen de différents paramètres : le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés, les types d'activités économiques potentiellement touchées dans la zone, les installations susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, ...

Ce schéma (figure 2) identifie les 5 types de données de base (4 propres au débordement, 1 propre au ruissellement), ainsi que les outils utilisés (règles d'intégration et grille de détermination) pour créer les différents types de cartes évoquées ci-dessus : les cartes des zones inondables, la carte de l'aléa d'inondation et les cartes des risques d'inondation.

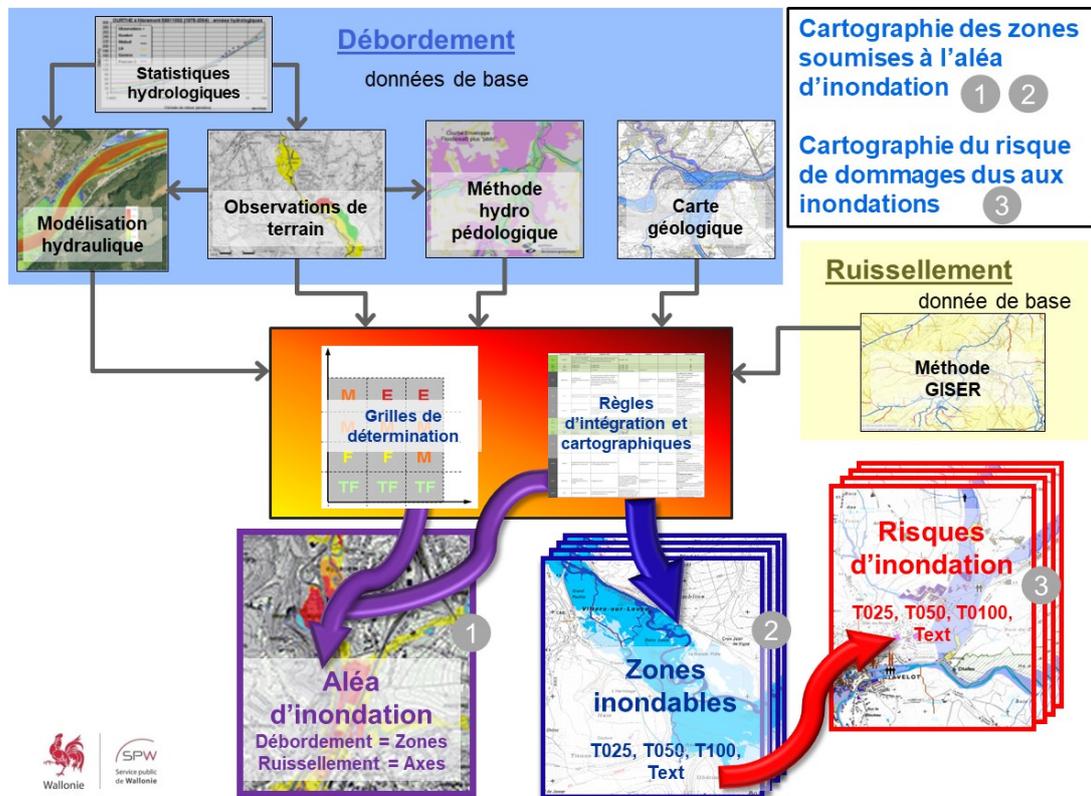
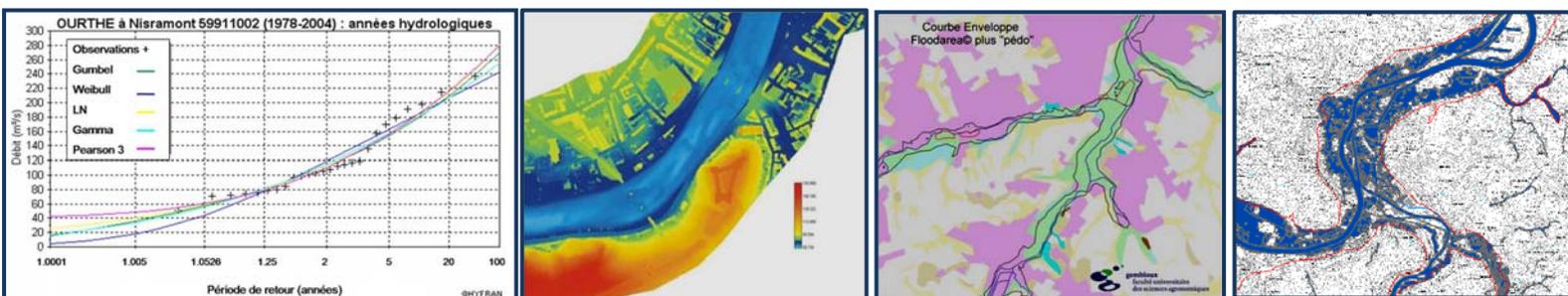


Figure 2 : Schéma d'articulation des 2 cartographies et des cartes qui en sont issues.

L'objectif de cette note méthodologique est de présenter les différentes sources de données requises pour l'élaboration des cartographies d'une part et d'autre part d'expliquer la méthodologie de construction de ces cartes.

2. LES DONNÉES DE BASE



Les données de base utilisées pour l'élaboration de la carte d'aléa d'inondation et des cartes des zones inondables ainsi que celles utilisées pour les cartes des risques d'inondation sont les meilleures données disponibles et exploitables au 31 décembre 2019.

2.1. Carte de l'aléa d'inondation et cartes des zones inondables

Les données de base utilisées pour élaborer ces deux types de cartes sont identiques et sont reprises ci-dessous pour les thématiques « Débordement de cours d'eau » et « Ruissellement ».

2.1.1. Débordement de cours d'eau

• *Statistiques hydrologiques*

STATS

La création ou l'évaluation des données décrites ci-dessous (MOD, E+ et E-) nécessitent des débits de crue fiables pour des périodes de retour de 25, 50 et 100 ans. Le scénario extrême est assimilé au débit dont la période de retour est 100 ans augmenté de 30% (estimation découlant du projet INTERREG IV B - AMICE).

Pour estimer ces débits, il est recommandé de disposer de séries continues d'observations, idéalement sur plus de 20 ans. Dans le cas de stations installées plus récemment, les débits de crue peuvent être estimés par simulation hydrologique.

Les calculs des débits sont effectués par ajustement d'une loi statistique (loi de Gumbel, Lognormale, Weibull, Gamma, ...) aux séries de débits maxima annuels ou de débits supérieurs à un seuil dans le cas de séries courtes (méthode Peak Over Threshold). L'année hydrologique est prise en compte pour déterminer les maxima annuels, c'est-à-dire la période s'étalant du 1^{er} octobre au 30 septembre de l'année suivante.

Les données de base sont des débits moyens horaires calculés à partir des hauteurs d'eau mesurées par les réseaux limnimétriques du SPW Mobilité et Infrastructures et du SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, et sur base d'une relation univoque entre la hauteur et le débit (courbe de tarage).

• *Modélisation hydraulique 1D et 2D*

MOD

Qu'il s'agisse de modélisation 1D ou 2D, le travail consiste tout d'abord en l'élaboration d'un modèle numérique de terrain (MNT) pour le lit mineur et pour le lit majeur des tronçons de cours d'eau modélisés. Des données d'entrées pour cette modélisation sont nécessaires : un modèle numérique de terrain avec des mailles de 1m de côté (issu d'un vol LIDAR aéroporté datant de 2002, 2013, 2014 et 2018 selon les cours d'eau étudiés) pour le lit majeur ; de relevés topographiques du lit mineur et des ouvrages d'art ; de données statistiques hydrologiques (voir ci-dessus).

Ce MNT est ensuite utilisé pour réaliser un modèle hydraulique qui sera calibré et validé en simulant une crue historique documentée grâce à toute mesure de hauteur d'eau, à tout relevé de laisses de crue, à toute photographie aérienne ou toute autre information de terrain disponible.

Enfin, le modèle hydraulique validé est utilisé pour simuler les débits dont les périodes de retour sont 25, 50 et 100 ans ainsi que le débit extrême (débit dont la période de retour est 100 ans, augmenté de 30%).

Les résultats bruts d'une modélisation 2D, obtenus sur des mailles carrées d'une surface comprise entre 1 et 25 m², sont une hauteur d'eau ou profondeur de submersion et une vitesse d'écoulement pour

chaque scénario de réurrence. Un post-traitement des résultats bruts des modélisations 1D permet de définir une hauteur de submersion avec une densité similaire.

• *Elément d'observations de terrain AVEC preuve à l'appui*

E+

Les éléments d'observations de terrain E+ sont caractérisés par une localisation précise dans le temps et dans l'espace ainsi que par une preuve visuelle (photos, levés topographiques).

Il s'agit par exemple des survols en hélicoptère de zones inondées, des zones connues par les gestionnaires de cours d'eau pour avoir déjà été inondées à une ou plusieurs reprises, des levés topographiques des laisses de crues, d'études complémentaires réalisées par la Commission wallonne d'Etude et de Protection des Sites souterrains (CWEPSS), des observations relevées par les administrations communales en période de crue, ...

La récolte de cette donnée commence avec l'analyse des données historiques (repères de crues, photos, ...) et court jusqu'aux dernières inondations pour lesquelles des informations ont pu être récoltées et transmises à la Direction des Cours d'Eau Non Navigables (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement).

Pour ces données, la valeur de submersion (hauteur d'eau) n'est pas connue ; elle est donc par défaut considérée comme moyenne dans la grille de détermination de l'aléa et renseignée comme "indéterminée" sur les cartes des zones inondables.

Pour les éléments d'observations E+, la valeur de réurrence est généralement fixée par la période de retour de l'inondation lorsque les données statistiques sont disponibles ou bien, à défaut, par son occurrence.

Dans le cas particulier des zones karstiques, il est apparu que sur le substratum calcaire, le karst pouvait à certains endroits avoir une incidence sur les écoulements des eaux et par conséquent avoir un impact sur les inondations.

La Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains, la CWEPSS, a investigué les points de perte (chantoirs actifs ou non actifs) en zone d'aléa d'inondation. C'est à partir de ces points que les eaux de surface pénètrent dans le sous-sol, pouvant avoir un impact en termes d'inondations :

- Un risque d'inondation vers l'aval avec reprise par les eaux du vallon sec si un chanoir « sature » ;
- Une capacité d'absorption insuffisante pouvant provoquer une montée des eaux avec une inondation vers l'amont si un chanoir fait « barrage ».

Ainsi, les données figurant dans l'Atlas du karst wallon, l'étude de la topographie, les données historiques, les observations de terrain ainsi que les éléments d'observations recueillis auprès des riverains avec preuves à l'appui ont permis d'affiner les zones d'aléa d'inondation.

• *Élément d'observations de terrain SANS preuve à l'appui*

E-

Les éléments d'observations E- rassemblent toutes les données, témoignages, et informations (en ce compris celles récoltées auprès de riverains) pour lesquels aucune photo (ou preuve matérielle) n'est disponible. Il s'agit donc d'information mettant en évidence des crues historiques pour lesquelles aucune preuve (photos ou levés topo) n'a pu être fournie.

Pour ces données, la valeur de submersion (hauteur d'eau) n'est pas connue ; elle est donc par défaut considérée comme moyenne dans la grille de détermination de l'aléa et renseignée comme "indéterminée" dans les cartes des zones inondables.

La valeur de réurrence peut être déterminée par :

- La période de retour de l'inondation, calculée sur base de statistiques hydrologiques ;
- L'occurrence de l'inondation, déterminée sur base de la mémoire des personnes sondées.

Pour les éléments d'observations E-, la valeur de réurrence est le plus souvent fixée par l'occurrence de l'inondation.

• *Méthode hydro pédologique et compléments*

PEDO

La méthode hydro pédologique se base sur la Carte des Sols de la Belgique 1/20.000^{ème} (IRSIA), sur les informations topographiques de la carte IGN et sur les points de classement des cours d'eau issus de l'Atlas des cours d'eau non navigables, afin de sélectionner les sols alluviaux de fonds de vallées parcourus par un cours d'eau (hors vallons secs).

Cette donnée a été complétée par des procédés de modélisation simplifiée (DELUGE et FLOODAREA), notamment là où s'observait une interruption de la donnée due à la caractérisation des sols dans la carte pédologique comme "sol remanié".

La méthode hydro pédologique couvre toute la Wallonie et tous les cours d'eau.

Pour cette donnée, la valeur de submersion (hauteur d'eau) n'est pas connue ; elle est donc par défaut considérée comme moyenne dans la grille de détermination de l'aléa (voir ci-dessous) et renseignée comme "indéterminée" dans les cartes des zones inondables.

La valeur de réurrence est par défaut "faible".

• *Couche géologique*

HOL

Cette couche renseigne des sols alluvionnaires formés durant la période géologique de l'Holocène. Les zones renseignées comme telles sont des zones formées à l'échelle temporelle géologique par l'ensemble des dépôts intervenus lorsque ces sols étaient sous eau.

La couche géologique utilisée dans la présente méthodologie est donc constituée des sols alluvionnaires renseignés dans la carte géologique au 1/25.000^{ème} lorsqu'elle est disponible, ou à défaut dans la carte géologique¹ au 1/40.000^{ème}, dressée entre 1890 et 1919 sur toute la Belgique.

Cette fusion des deux couches cartographiques existantes limite la couche résultante à l'échelle la plus critique, à savoir le 1/40.000^{ème}, qui est donc **la précision de l'aléa très faible et du scénario extrême..**

¹ http://geologie.wallonie.be/site/geoprod/geologie/geol_carte/geol_historique

Pour cette donnée, la valeur de submersion (hauteur d'eau) n'est pas connue ; elle est donc par défaut considérée comme moyenne dans la grille de détermination de l'aléa et renseignée comme "indéterminée" dans les cartes des zones inondables.

La valeur de réurrence est par défaut "très faible".

• *Couche « bassin d'orage – zones d'immersion temporaire »*

BO

Les données reprises pour cette thématique sont tous les bassins d'orage qui ont une capacité de stockage supérieure ou égale à 10 000 m³. Ils sont identifiés par un polygone hachuré rouge qui représente la superficie du bassin d'orage ou de la zone d'immersion temporaire.

2.1.2. Ruissellement

Les données de base et outil disponibles pour la thématique du ruissellement sont :

- Des relations IDF (Intensité – Durée – Fréquence) qui permettent de générer différents scénarios de pluie commune par commune (source IRM, 2016) ;
- Le MNT LIDAXE2 de résolution 2 m au sol ;
- Une cartographie des groupes hydrologiques de sol ;
- La cartographie de l'occupation du sol du SPW (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) ;
- Une cartographie des bassins versants secs dont les exutoires sont les points d'entrée dans le cours d'eau du réseau hydrographique du SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (254 329 exutoires en Wallonie) ;
- Un outil de calcul basé sur la méthode SCS (Soil Conservation Services) permettant de modéliser la relation pluie-débit des petits bassins versants secs ; outil construit pour des couches cartographiques de résolution de 2m au sol.

Les axes de concentration de ruissellement sont connectés au réseau hydrographique wallon, cartographié par le SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement. Le fond de plan IGN représente quant à lui les cours d'eau recensés par l'IGN lors de ses campagnes de relevés. Des différences peuvent exister entre ces deux couches représentant le réseau hydrographique ; cela explique pourquoi certains axes d'inondation par ruissellement peuvent paraître déconnectés du réseau hydrographique décrit par le fond de plan.

Le résultat de la phase de calculs hydrologiques fournit pour chaque maille des axes de concentration de ruissellement, une valeur de débit de pointe. On dispose donc d'une série d'axes d'inondation par ruissellement dont les mailles sont réparties en 3 classes de débit de pointe (faible, moyen ou élevé).

2.2. Cartes des risques d'inondation

Quatre cartes des risques d'inondation sont générées. Elles correspondent chacune à un scénario d'inondation identique à ceux utilisés pour les cartes des zones inondables (voir 2.1 ci-dessus) :

- **T025** : Période de retour de 25 ans ;
- **T050** : Période de retour de 50 ans ;
- **T100** : Période de retour de 100 ans ;
- **Text** : Période de retour extrême.

Les cartes des risques d'inondation sont composées de deux types de données de base :

- Les emprises des cartes des zones inondables par scénario, présentées précédemment ;
- Les récepteurs de risques ou enjeux qui sont, par définition, toutes personnes, objets, domaines et activités qui pourraient subir un préjudice ou des dommages dans le cas d'une inondation.

2.2.1. Emprise des cartes des zones inondables

Sur chacune de ces quatre cartes est représentée l'emprise des zones inondables correspondant au même scénario. En plus de cette information relative au débordement de cours d'eau, les axes d'inondation par ruissellement identifiés pour chaque scénario sont également représentés sur les cartes.

Les informations relatives à la hauteur d'eau dans le cas du débordement ainsi que celles relatives aux classes de débit dans le cas du ruissellement ne sont pas représentées sur les cartes des risques d'inondation.

2.2.2. Récepteurs de risque

Les récepteurs de risques présentés sur ces cartes sont classés selon les recommandations du document « FDRDG10-6-GIS guidance-FHRM-ver 5.1 » relatif à la « Guidance on reporting of spatial data for the Floods Directive (partII) ». Ce document propose de répartir les récepteurs de risques en 6 classes : population, activités économiques, installations, sources de pollution, autres éléments vulnérables et environnement. Pour chacune de ces 6 classes, les récepteurs de risques identifiés pour la Wallonie sont listés ci-dessous :

- Source de données relatives à la population :
 - Nombre d'habitants potentiellement touchés par secteur de cours d'eau ;
 - Habitations et bâtiments potentiellement touchés.
- Source de données relatives aux activités économiques :
 - Activités économiques de services
 - Les services administratifs ;
 - Les équipements scolaires ;
 - Les services sociaux et de santé ;
 - Les postes de police, de pompier et de la protection civile.
 - Activités économiques marchandes
 - Les terrains occupés par des commerces, bureaux et services ;
 - Les terrains à usage industriel et artisanat ;
 - Les zones portuaires ;
 - Les aéroports et les aérodromes.
 - Activités récréatives
 - Les campings, parcs résidentiels et villages de vacances.
 - Activités agricoles
 - Les bâtiments agricoles ;

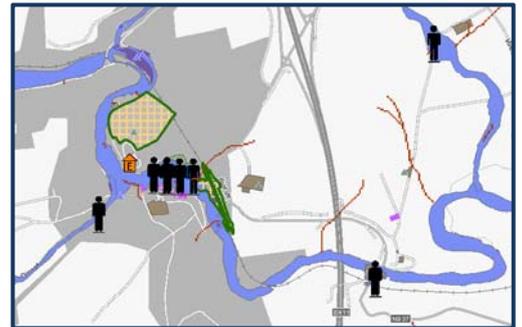
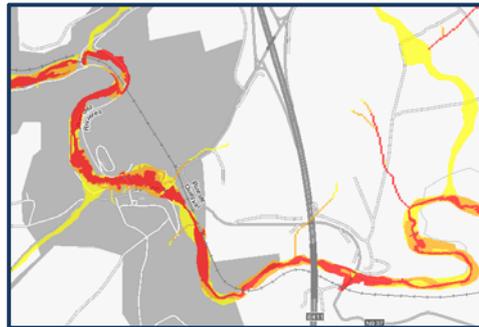
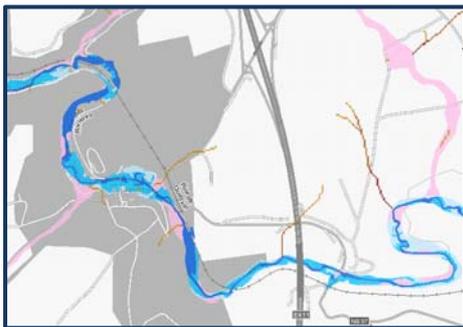
- Les serres.
- Source de données relatives aux installations :
 - Equipements de télécommunication ;
 - Production d'eau potable ;
 - Production et distribution d'électricité ;
 - Production et distribution de gaz ;
 - Stations d'épuration.
- Source de données relatives aux sources de pollution :
 - Décharges ;
 - Seveso et IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*);
 - EPRT (registre européen des rejets et des transferts de polluants).
- Source de données relatives aux autres éléments vulnérables :
 - Patrimoine architectural correspondant aux zones de protection des biens classés du SPW Territoire, Logement, Patrimoine, Energie ;
 - Patrimoine culturel (archive de l'état, musée et bibliothèque) ;
 - Réseau de transport correspondant aux réseaux routier et ferroviaire.
- Source de données relatives à l'environnement :
 - Réseau Hydrographique Wallon ;
 - PASH - assainissement des eaux résiduaires (non affiché sur la carte) ;
 - Nitrate (non affiché sur la carte car trop vaste au niveau de la Wallonie) ;
 - Zones de baignade ;
 - Secteurs PARIS ;
 - Zones de captages et zones de protection de ces captages ;
 - Sites de conservation de la nature (sites naturels avec statut de protection) : il s'agit des zones protégées, des sites Ramsar², des réserves naturelles domaniales, des réserves naturelles agréées, des réserves forestières, des zones humides d'intérêt biologique et des zones NATURA2000.

L'origine de ces données est variée mais elles sont le plus souvent issues de différents services du Service Public de Wallonie.

L'information du nombre d'habitants par secteur a été générée sur base d'informations transmises par Statbel, l'Office belge de statistique.

² Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, aussi couramment appelée convention sur les zones humides

3. LES DIFFÉRENTS PRODUITS CARTOGRAPHIQUES



Pour rappel, les différents produits cartographiques sont :

- Les 4 cartes des zones inondables (soit une carte par scénario) en réponse à la Directive Inondation, transposée dans le Code de l'Eau ;
- La carte de l'aléa d'inondation : carte unique et synthétisant les 4 scénarios des cartes des zones inondables. Le Code de l'Eau (chapitre V) y fait référence aux articles D53.1 à D53.11. Cette carte constitue l'outil de remise d'avis dans le cadre des demandes de permis pour la Région wallonne ;
- Les 4 cartes des risques d'inondation (soit une carte par scénario) en réponse à la Directive Inondation, transposée dans le Code de l'Eau.

3.1. Caractéristiques communes à toutes les cartes

3.1.1. Echelle

Toutes les cartes ont été élaborées à une échelle de référence du 1/10.000^{ème} ; un zoom au 1/5.000^{ème} est possible dans les logiciels et sur le géoportail pour améliorer le confort visuel de l'utilisateur.

Une exception est faite pour les données relatives au scénario extrême et pour la couche de l'aléa de valeur « très faible » où l'échelle de référence est le 1/40.000^{ème}. Le zoom de confort est fixé au 1/25.000^{ème}.

3.1.2. Types d'inondations pris en compte

Seules les inondations trouvant leur origine dans le **débordement** d'un cours d'eau ou dans la concentration de **ruissellement** naturel des eaux pluviales sont prises en compte dans la présente méthodologie. Les inondations dues au refoulement d'égouts sont exclues en vertu de l'Art. D.2, 54° du Code de l'Eau car il est impossible de les décrire aux échelles de référence précitées.

Les inondations par remontée de nappe phréatique en Wallonie se limitent aux nappes alluviales et correspondent généralement à des territoires inondés par débordement de cours d'eau.

Quant aux inondations dues aux torrents de montagne, ou aux eaux côtières, elles ne sont pas prises en compte dans l'élaboration de ces cartes parce qu'elles n'ont pas lieu en Wallonie.

Toute hypothèse d'inondation liée à un événement accidentel (rupture de barrage/digue, panne de système de pompage, embâcle, ou tout autre incident similaire) est écartée parce qu'il s'agit d'un événement non prévisible ou parce qu'il est impossible d'en estimer préalablement les conséquences précises, voire parce que sa probabilité est inférieure aux probabilités utilisées dans les scénarios étudiés.

3.1.3. Objectivité des cartes

La cartographie des zones soumises à l'aléa d'inondation est établie sur base du fonctionnement naturel du bassin versant considéré et des cours d'eau qui le composent ; le résultat cartographique est indépendant des éléments d'occupation du sol.

Les zones soumises à l'aléa d'inondation (figurant tant sur les cartes des zones inondables que sur la carte de l'aléa d'inondation) ne représentent pas forcément des zones qui ont déjà été inondées, mais bien qui sont susceptibles de l'être au regard des scénarios retenus (25 ans, 50 ans, 100 ans et extrême). Donc, ce n'est pas parce que, de mémoire d'homme, un terrain n'a jamais été **inondé** qu'il ne peut pas être renseigné comme **inondable**.

De même un terrain non soumis à l'aléa d'inondation pourrait très bien être inondé à un moment donné si les conditions climatiques sont plus sévères que le scénario extrême retenu.

3.1.4. Fond de plan

Le fond de plan (IGN) a été choisi comme support pour la visualisation des éléments déterminés (aléa d'inondation, zones inondables et risques d'inondation).

L'information donnée par les cartes des zones inondables et de l'aléa d'inondation est valable au niveau du sol. Sous l'emprise des bâtiments, l'information est interpolée. Sous des éléments structurels suspendus (tels que des viaducs ou des ponts), l'information fournie reste valable au niveau du sol et donc a priori sous ces éléments structurels. La submersion de l'élément structurel est envisagée au cas par cas.

3.2. Cartes des zones inondables

Les scénarios imposés par le Code de l'Eau prévoient de prendre en considération au minimum un scénario de faible probabilité (scénario d'évènements extrêmes), un scénario de probabilité moyenne et le cas échéant un scénario de forte probabilité.

Historiquement, la détermination de l'aléa inondation utilise des valeurs seuils de récurrence de 25, 50 et 100 ans. En vue d'utiliser au mieux les informations déjà disponibles et d'assurer une concordance entre les scénarios des cartes des zones inondables et de la carte de l'aléa d'inondation, il a été décidé de sélectionner les quatre scénarios suivants :

- **Scénario T025** de période de retour de 25 ans correspondant à une crue de forte probabilité ;
- **Scénario T050** de période de retour de 50 ans, ce scénario n'est pas requis par le Code de l'Eau mais est nécessaire pour assurer une concordance maximale entre les scénarii des cartes des zones inondables et de la carte d'aléa d'inondation ;
- **Scénario T100** de période de retour de 100 ans correspondant à une crue de probabilité moyenne ;
- **Scénario Text** de période de retour extrême correspondant à une crue de faible probabilité.

3.2.1. Débordement de cours d'eau

Pour chaque scénario, les zones inondables par débordement de cours d'eau sont représentées en 3 classes de hauteur d'eau ou de profondeur de submersion : moins de 30 cm, de 30 à 129 cm, et 130 cm et plus. Une 4^{ème} classe (« hauteur d'eau indéterminée ») représente les zones inondables pour lesquelles l'information de hauteur d'eau n'est pas connue.

La valeur de 30 cm est inspirée des deux marches situées à l'entrée d'un grand nombre de maisons leur permettant de garder leur niveau fonctionnel au sec en cas d'inondation avec une faible hauteur d'eau. La valeur de 130 cm est une hauteur d'eau dans laquelle il devient difficile pour un adulte de se déplacer sans devoir nager.

Le seuil de vitesse de 1 m/s exprime une dangerosité supérieure de l'écoulement empêchant un adulte de se déplacer sans devoir nager même si la hauteur d'eau est inférieure à 130 cm. En surimpression, les zones où la vitesse d'écoulement est supérieure à 1 m/s sont représentées.

3.2.1.1. Règles d'intégration

Ces règles indiquent comment les différentes sources de données de base s'intègrent lorsque celles-ci se superposent à certains endroits. Par exemple, certains tronçons de cours d'eau disposent de résultats de modélisation (MOD), d'une emprise résultant de photographies prises au cours d'un vol en hélicoptère réalisé lors d'un évènement d'inondation (E+), des éléments d'observations sporadiques rapportés par une administration communale, sans preuve à l'appui, ou des riverains (E-), d'une emprise issue de la méthode hydropédologique (PEDO), et enfin de l'emprise issue de la couche géologique (HOL).

Dans ce cas, il doit être tenu compte d'un ordre de prévalence des données de base et de règles d'intégration homogènes sur l'ensemble du territoire wallon.

D'une manière générale, l'**ordre de prévalence** des données de base est le suivant :

MOD > E+ > E- > PEDO > HOL

Ensuite, les **règles d'intégration** des données de base se résument comme suit :

1. Les données intégrées sont celles qui correspondent à la récurrence envisagée par le scénario.
2. La couche géologique (HOL) n'intervient que dans le scénario extrême (Text). La hauteur d'eau pour cette source de données est « indéterminée ». Cette donnée de base n'interfère pas avec les autres données et vient en arrière-plan. Elle est supprimée si des résultats de la modélisation extrême (MOD) existent pour le même tronçon de cours d'eau de 1^{ère} catégorie, par contre elle est maintenue dans le cas de modélisation extrême sur les tronçons de cours d'eau non navigables de 2^{ème} et 3^{ème} catégorie (partie amont du bassin).
3. La méthode hydro pédologique (PEDO) n'intervient que dans les scénarios T100 et Text. La hauteur d'eau pour cette source de données est « indéterminée ».
4. Les éléments d'observation de terrain avec preuve à l'appui (E+), la méthode hydro pédologique (PEDO) et la couche géologique (HOL- Cours d'eau non navigables de 2^{ème} et 3^{ème} catégorie) sont conservés au-delà de la modélisation hydraulique (MOD) avec la valeur de hauteur d'eau « indéterminée ». Les éléments d'observation de terrain sans preuve à l'appui (E-) ne sont, quant à eux, pas conservés en présence de modélisation hydraulique.

La couche 'Bassins d'orage – zone d'immersion temporaire' (BO) vient en surimposition des autres données de base.

L'ensemble des cas de figure possibles est listé (HOL et BO n'y figurent pas puisque ces données sont placées en arrière-plan et n'interfèrent pas avec les autres données) ci-dessous avec les règles d'intégration y associées (Tableau 1).

Tableau 1 : Règles d'intégration des différentes données de base pour les cartes des zones inondables

		Type de données				Règles d'intégration pour les cartes des <u>zones inondables</u>
		Modélisation hydraulique (MOD)	Méthode hydro pédologique (PEDO)	Elément d'observation SANS preuve à l'appui (E-)	Elément d'observation AVEC preuve à l'appui (E+)	
Cas 1	MOD/PEDO	V	V			La PEDO est conservée au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ».
Cas 2	PEDO		V			La PEDO est conservée.
Cas 3	MOD	V				La MOD est conservée.
Cas 4	NoData					Aucune donnée.
Cas 5	MOD/PEDO/E+	V	V		V	E+ et PEDO sont conservés au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ».
Cas 6	PEDO/E+		V		V	E+ et PEDO sont conservés avec la valeur « indéterminée ».
Cas 7	MOD/E+	V			V	L'étendue de E+ est conservée au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ».
Cas 8	E+				V	E+ est conservé.
Cas 9	MOD/PEDO/E-	V	V	V		L'étendue de la PEDO est conservée au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ». E- n'est pas prise en compte.
Cas 10	PEDO/E-		V	V		L'étendue de la PEDO est conservée avec la valeur « indéterminée ». E- n'est pas pris en compte.
Cas 11	MOD/E-	V		V		E- n'est pas pris en compte.
Cas 12	E-			V		E- est conservé.
Cas 13	MOD/PEDO/E+/E-	V	V	V	V	E+ et PEDO sont conservés au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ». E- n'est pas pris en compte.
Cas 14	PEDO/E+/E-		V	V	V	E+ et PEDO sont conservés avec la valeur « indéterminée ». E- n'est pas pris en compte.
Cas 15	MOD/E+/E-	V		V	V	E+ est conservé au-delà de la MOD avec la valeur « indéterminée ». E- n'est pas pris en compte.
Cas 16	E+/E-			V	V	E+ et E- sont conservés avec la valeur « indéterminée ».

3.2.1.2. Filtration

L'échelle de référence de la cartographie est le 1/10.000^{ème}. A cette échelle, il est difficile de distinguer des zones plus petites que 300 m². Ces zones dont la superficie est inférieure à 300 m² sont englobées par la ou les zones voisines. De même, les zones inférieures à 1000 m² complètement encerclées par une seule autre zone inondable, sont confondues avec cette dernière.

3.2.2. Ruissellement

Les axes d'inondation par ruissellement sont représentés par une succession de mailles carrées de 2 m de côté (caractéristique découlant du modèle numérique de terrain utilisé – LIDAXES³). Le tracé de ces axes correspond au chemin préférentiel de l'écoulement naturel des eaux en fonction de la topographie du terrain et ce pour un certain débit de pointe. Il ne représente pas la largeur ou la profondeur que peut avoir cet écoulement.

Les axes d'inondation par ruissellement aboutissent à l'aval dans le réseau hydrographique. En aval de cet exutoire, si inondation il y a, il s'agit d'une inondation par débordement de cours d'eau.

Pour chaque scénario, les axes d'inondation par ruissellement, sont représentés en 3 classes de débit de pointe (faible, moyen et élevé) sur base de 3 valeurs-seuils déterminées par les percentiles 99.730, 99.849 et 99.974 de la distribution des débits de pointe du scénario T100 sur l'ensemble du territoire wallon.

3.2.2.1. Calcul des débits de pointe

Grâce à l'outil de modélisation, le débit de pointe en chaque point d'entrée dans le réseau hydrographique wallon est calculé pour 3 pluies de projet (pluies d'une durée égale au temps de concentration du bassin versant et de périodes de retour de 25 ans, 50 ans, et 100 ans). Les débits de pointe du scénario extrême sont ceux de la pluie de projet 100 ans augmentés de 30%.

L'occupation du sol est prise en compte pour le calcul des débits de pointe de ruissellement. Afin d'envisager le cas le plus critique, le couvert végétal des terres arables (ce qui exclut les prairies permanentes), est considéré comme nul.

Un taux d'humidité initial moyen est également pris en compte. Les conditions antérieures d'humidité correspondent à l'état d'humidité du sol au début des précipitations. Elles sont qualifiées de moyennes lorsque le sol est à un état intermédiaire entre la capacité au champ et le point de flétrissement. La capacité au champ est l'état d'humidité d'un sol ayant été saturé puis ressuyé pendant 1 à 2 jours. Le point de flétrissement est l'état d'humidité du sol à partir duquel les plantes ne sont plus en mesure de prélever de l'eau.

3.2.2.2. Interpolation

Les débits de pointe obtenus pour chaque scénario et en chaque point d'entrée dans le réseau hydrographique sont ensuite redistribués en chaque maille de leur bassin respectif au prorata de la surface drainée du bassin versant amont.

Les axes d'inondation par ruissellement ressortent de cette manipulation mais seules les mailles les plus critiques (à savoir celles le plus en aval) sont conservées via la classification ci-dessous.

³ <http://geoapps.wallonie.be/Cigale/Public/#CTX=LIDAXES>

3.2.2.3. Classification

Les valeurs de débit de pointe sont réparties en 3 classes (élevé, moyen et faible) pour chacun des 4 scénarios (T025, T050, T100 et Text).

Ces 3 classes de débits de pointe sont limitées par les valeurs de percentiles 99.730, 99.849 et 99.974, et calculées sur la distribution des débits de pointe du scénario T100.

Ces 3 classes sont :

- **Faible** : les valeurs de débit de pointe du scénario considéré sont comprises entre les valeurs des percentiles 99.730 et 99.849 de la distribution des débits de pointe du scénario T100 ;
- **Moyen** : les valeurs de débit de pointe du scénario considéré sont comprises entre les valeurs des percentiles 99.849 et 99.974 de la distribution des débits de pointe du scénario T100 ;
- **Élevé** : les valeurs de débit de pointe du scénario considéré sont supérieures à la valeur du percentile 99.974 de la distribution des débits de pointe du scénario T100.

Les valeurs de débit de pointe du scénario considéré inférieures à la valeur du percentile 99.730 de la distribution des débits de pointe du scénario T100 ne sont pas classées et n'apparaissent pas sur la carte.

3.2.2.4. Masque

Les axes d'inondation par ruissellement sont masqués là où la probabilité qu'ils soient captés ou déviés de leur trajectoire est trop importante ; c'est-à-dire en zone trop densément urbanisée et au niveau des plans d'eau.

L'analyse des zones trop densément urbanisées est faite sur l'ensemble du territoire, sur des mailles de 2 m de côté, suivant la procédure ci-dessous :

- Chaque maille se voit attribuer une valeur 1 ou 0 (« urbanisée » ou « non urbanisée ») en se basant sur l'existence, en cette maille de plus de 50 % de surface bâtie (bâtiments et routes) ;
- La valeur moyenne est calculée pour chaque maille en analysant un ensemble de 225 mailles (15x15) centré sur la maille considérée ; le résultat est compris entre 0 et 1 ;
- Les mailles dont la valeur moyenne ainsi obtenue est supérieure à 0.35 sont considérées comme trop densément urbanisées ; dans ce cas le ruissellement est lié aux questions d'égouttage ce qui n'entre pas dans le cadre de cette méthodologie.

A ces ensembles de mailles trop densément urbanisées sont ajoutés les plans d'eau wallons (en ce compris les cours d'eau suffisamment larges) pour obtenir le masque appliqué aux axes d'inondation par ruissellement sur l'entièreté de la Région wallonne.

3.2.3. Coexistence Débordement-Ruissellement

A l'approche des cours d'eau, les axes d'inondation par ruissellement peuvent chevaucher les zones inondables par débordement de cours d'eau. Dans ce cas, et pour les cartes des zones inondables seulement, les mailles des axes d'inondation par ruissellement sont simplement superposées aux zones inondables par débordement.

3.3. Carte de l'aléa d'inondation

Pour rappel, la carte de l'aléa d'inondation est un des outils permettant aux autorités compétentes de prendre en compte les risques d'inondation (débordement de cours d'eau et ruissellement) notamment sur base des articles du CoDT (l'Article R.IV.35-1 et l'Article D.IV.57) lors de la **remise d'avis ou de la délivrance de permis** en matière d'aménagement du territoire ou d'urbanisme.

3.3.1. Débordement de cours d'eau

La valeur de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau résulte d'un croisement entre la récurrence de l'inondation (période de retour de débit ou occurrence) et sa profondeur de submersion (hauteur d'eau). Cette valeur n'est pas influencée par l'affectation ou l'occupation du sol.

3.3.1.1. Grille de détermination de l'aléa par débordement de cours d'eau

La grille de détermination suivante est appliquée à chaque donnée de base pour déterminer la valeur résultante de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau.

La valeur de l'aléa d'inondation résulte de la combinaison de la récurrence de l'inondation et de sa valeur de submersion. Les 4 valeurs possibles de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau sont : très faible, faible, moyen et élevé.

Les zones d'aléa dont la valeur est très faible ne sont pas représentées dans la version officielle PDF de la carte de l'aléa d'inondation (1/10.000^{ème}) en raison de l'échelle cartographique de production de la donnée de base (1/40.000^{ème}).

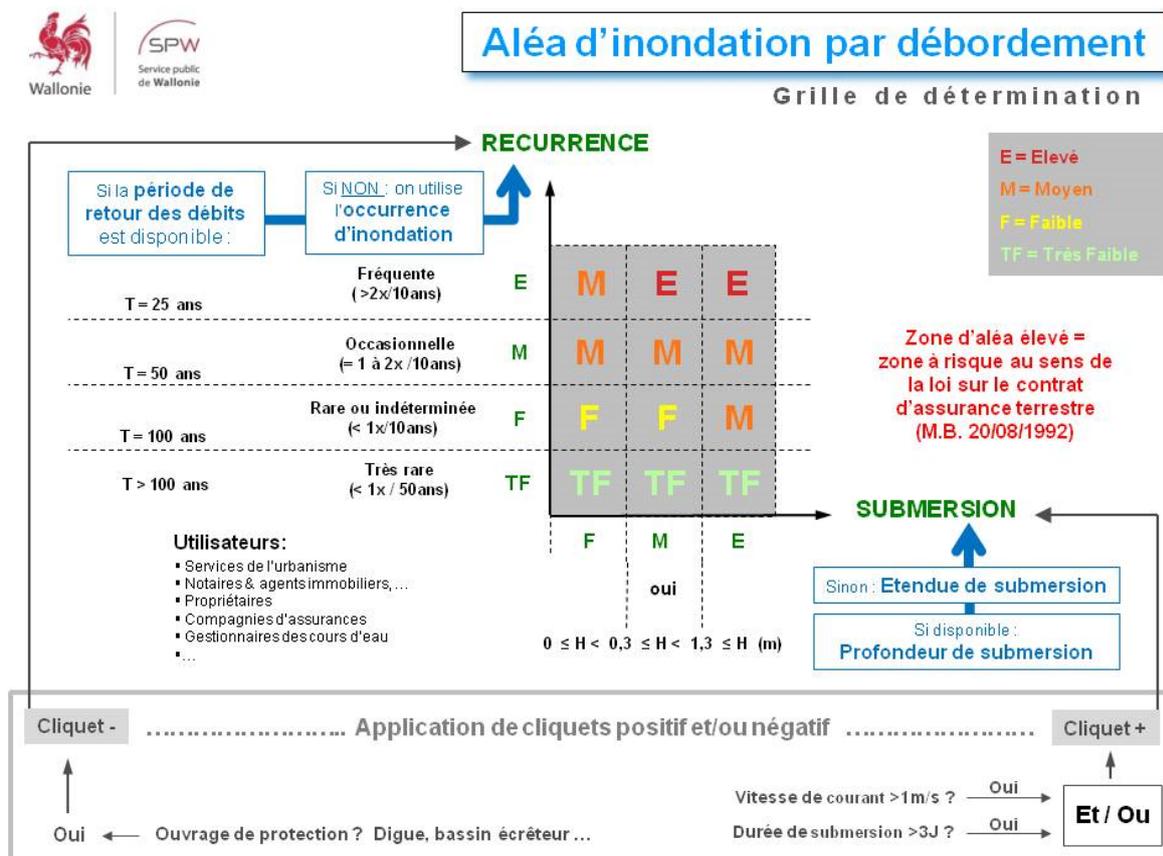


Figure 3 : Grille de détermination de l'aléa d'inondation par débordement.

• *En abscisse, la submersion*

La submersion d'une inondation par débordement de cours d'eau se caractérise par une hauteur d'eau ou une profondeur de submersion.

Selon les données utilisées, la valeur de la hauteur d'eau peut être connue sous forme réelle (nombre de 0 à l'infini avec d'éventuelles décimales) ou bien sous forme binaire (oui ou non – submergé ou non – « il y a de l'eau ou il n'y en a pas »).

Par exemple, lors d'un vol en hélicoptère, il est possible de voir si une zone est inondée mais pas de connaître la hauteur d'eau ; dans ce cas la submersion est caractérisée par une valeur binaire renseignant uniquement la présence ou l'absence d'eau. En revanche, la modélisation hydraulique permet d'obtenir une hauteur d'eau en tout lieu du tronçon modélisé.

Comme expliqué dans le schéma ci-dessus (figure 3), la submersion est entrée en abscisse pour la détermination de la valeur d'aléa. Il existe 3 classes de submersion :

- Faible si la hauteur d'eau est strictement inférieure à 30 cm ;
- Moyenne si la hauteur d'eau est comprise entre 30 cm et 129 cm OU si la valeur binaire vaut 1 ;
- Élevée si la hauteur d'eau est égale ou supérieure à 130 cm.

Sous certaines conditions, un cliquet positif (+) peut être activé et appliqué sur la submersion :

- Si la vitesse de courant est supérieure à 1 m/s,
- Si la durée de submersion est supérieure à 3 jours.

Ces cliquets positifs (+) agissent sur la submersion et donc indirectement sur la valeur de l'aléa en application de la grille de détermination ci-dessus (figure 3).

• *En ordonnée, la récurrence*

La récurrence d'une inondation par débordement de cours d'eau est caractérisée soit :

- **Par une période de retour de débits de crue**, cela implique des calculs statistiques sur une série historique de débits ou sur une série synthétique reconstituée à partir de séries d'observations de précipitations via un modèle hydrologique intégré ;
- **Par l'occurrence de l'inondation**, déterminée sur base d'observations de terrain lorsque les données nécessaires aux calculs statistiques sont indisponibles ou incomplètes.

Dans la grille de détermination ci-dessus (figure 3), la récurrence de l'inondation est utilisée en ordonnée pour déterminer la valeur de l'aléa d'inondation. Il existe 4 classes de récurrence :

- Très faible pour une période de retour de débit supérieure à 100 ans
OU
pour une occurrence très rare (moins d'une fois en 50 ans) ;
- Faible pour une période de retour de débit entre 51 et 100 ans en prenant la période de retour de débit 100 ans comme référence de calcul
OU
pour une occurrence rare ou indéterminée (moins d'une fois en 10 ans) ;
- Moyenne pour une période de retour de débit entre 26 et 50 ans en prenant la période de retour de débit 50 ans comme référence de calcul
OU
pour une occurrence occasionnelle (1 à 2 fois en 10 ans) ;

- Elevée pour une période de retour de débit inférieure ou égale à 25 ans
OU
pour une occurrence fréquente (plus de 2 fois en 10 ans).

Si un ouvrage de protection existe et a une influence sur les débits, un cliquet négatif (-) peut être activé et appliqué sur la récurrence.

Ce cliquet négatif agit sur la récurrence de débit et donc indirectement sur la valeur de l'aléa en application de la grille de détermination ci-dessus (figure 3).

3.3.1.2. Règles d'intégration

Pour rappel, d'une manière générale, l'ordre de prévalence des données de base est le suivant :

MOD > E+ > E- > PEDO > HOL

Ensuite, les règles d'intégration des données de base se résument comme suit :

1. La couche géologique (HOL) est toujours placée en arrière-plan, de par sa récurrence très faible et son étendue toujours plus large. Elle n'interfère pas avec les autres données. Les résultats de la modélisation pour le scénario extrême se substituent à la couche géologique lorsqu'ils existent. Elle est donc supprimée si des résultats de la modélisation extrême (MOD) existent pour le même tronçon de cours d'eau de 1^{ère} catégorie, par contre elle est maintenue dans le cas de modélisation extrême sur les tronçons de cours d'eau non navigables de 2^{ème} et 3^{ème} catégorie (partie amont du bassin).
2. Lorsque la modélisation (MOD) est présente sur le tronçon de cours d'eau considéré : Les éléments d'observations de terrain avec preuves à l'appui (E+) et la méthode hydro-pédologique (PEDO) qui dépassent l'étendue de la modélisation (MOD) sont limités à la valeur faible d'aléa d'inondation.
3. Lorsque la modélisation hydraulique (MOD) est absente :
 - Si la méthode hydro-pédologique (PEDO) existe sur le tronçon de cours d'eau considéré :
 - Dans l'emprise de la méthode hydro-pédologique (PEDO) : la valeur des éléments d'observations avec preuves à l'appui (E+) et des éléments d'observations sans preuve à l'appui (E-) est conservée ; si les deux types (E+ et E-) coexistent : la valeur la plus élevée est conservée.
 - Au-delà de l'emprise de la méthode hydro-pédologique (PEDO) : l'étendue et la valeur des éléments d'observations avec preuves à l'appui (E+) sont conservés mais l'étendue des éléments d'observations sans preuve (E-) est supprimée au-delà du premier type d'éléments d'observation (E+) ; si les deux types (E+ et E-) coexistent : la valeur la plus élevée est conservée
 - Si la méthode hydro-pédologique (PEDO) n'existe pas sur le tronçon de cours d'eau considéré : l'étendue et la valeur des éléments d'observations avec preuves à l'appui (E+) sont conservés ; si les deux types (E+ et E-) coexistent : la valeur la plus élevée est conservée ; si l'élément d'observation sans preuve (E-) dépasse celui avec preuve (E+), son étendue est conservée mais limitée à la valeur faible.

La couche 'Bassins d'orage – zone d'immersion temporaire' (BO) vient en surimposition des autres données de base.

L'ensemble des cas de figure possibles est listé (HOL et BO n'y figurent pas puisque ces données sont placées en arrière-plan et n'interfèrent pas avec les autres données) ci-dessous avec les règles d'intégration y associées (Tableau 2).

Tableau 2 : Règles d'intégration des données de base pour la carte de l'aléa d'inondation

		Type de données				Règles d'intégration pour la carte de <u>l'aléa d'inondation</u>
		Modélisation hydraulique (MOD)	Méthode hydro pédologique (PEDO)	Elément d'observation SANS preuve à l'appui (E-)	Elément d'observation AVEC preuve à l'appui (E+)	
Cas 1	MOD/PEDO	V	V			La PEDO est en arrière-plan, la MOD en avant plan. Si la modélisation dépasse la PEDO, ou si la PEDO dépasse la MOD, tout est conservé (valeur limitée à faible).
Cas 2	PEDO		V			La PEDO est conservée.
Cas 3	MOD	V				La MOD est conservée.
Cas 4	NoData					Aucune donnée.
Cas 5	MOD/PEDO/E+	V	V		V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la PEDO et/ou la MOD. Au-delà de la MOD et donc a fortiori de la PEDO, la valeur est limitée à de l'aléa faible.
Cas 6	PEDO/E+		V		V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la PEDO ; la valeur la plus élevée des 2 est conservée
Cas 7	MOD/E+	V			V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la MOD. Au-delà de la MOD, la valeur est limitée à de l'aléa faible.
Cas 8	E+				V	E+ est conservé.
Cas 9	MOD/PEDO/E-	V	V	V		La PEDO est en arrière-plan, la MOD en avant plan. Si la MOD dépasse la PEDO, ou si la PEDO dépasse la MOD, tout est conservé (valeur limitée à faible). E- n'est pas pris en compte.
Cas 10	PEDO/E-		V	V		L'étendue de la PEDO et la valeur de E- au sein de la PEDO sont conservées. Au-delà de la PEDO, E- est supprimé.
Cas 11	MOD/E-	V		V		E- n'est pas pris en compte.
Cas 12	E-			V		E- est conservé.
Cas 13	MOD/PEDO/E+/E-	V	V	V	V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la PEDO et/ou la MOD. Au-delà de la MOD et donc a fortiori de la PEDO, la valeur est limitée à de l'aléa faible. E- est oublié puisqu'il y a MOD.
Cas 14	PEDO/E+/E-		V	V	V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la PEDO. La valeur la plus élevée des 2 est conservée. E- n'est conservé que dans l'étendue de PEDO et/ou de E+. L'aléa prend alors la valeur la plus élevée entre PEDO, E+ et E-.
Cas 15	MOD/E+/E-	V		V	V	L'étendue de E+ est conservée même si elle dépasse la MOD. Au-delà de la MOD, la valeur est limitée à de l'aléa faible. E- n'est pas pris en compte.
Cas 16	E+/E-			V	V	E+ et E- sont conservés. L'étendue de E- dépassant E+ est conservée avec une valeur limitée à de l'aléa faible.

3.3.1.3. Filtration

L'échelle de référence de la carte de l'aléa d'inondation est le 1/10.000^{ème}. A cette échelle, les zones plus petites que 300 m² sont difficiles à distinguer. Elles sont dès lors englobées par la ou les zones voisines. Les zones dont la superficie est inférieure à 1000 m² et qui sont complètement encerclées par une et une seule autre zone d'aléa, se confondent avec celle-ci et en prennent la valeur d'aléa d'inondation.

3.3.2. Ruissellement

La valeur de l'axe d'aléa d'inondation par ruissellement résulte d'un croisement entre la récurrence de la pluie (période de retour) et le débit de pointe généré par la pluie en question. Il est calculé en tout point des axes de concentration de ruissellement.

3.3.2.1. Grille de détermination

La grille de détermination suivante (figure 4) est appliquée à chaque donnée de base pour déterminer la valeur résultante de l'aléa d'inondation par ruissellement. Les 4 valeurs d'aléa attribuées pour les différentes combinaisons de valeurs de récurrence et de débit de pointe sont : **très faible, faible, moyen et élevé**.

Les axes d'aléa d'inondation par ruissellement très faible ne sont pas représentés dans la version officielle PDF (1/10.000^{ème}) de la carte de l'aléa d'inondation pour une raison de cohérence par rapport à l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau.

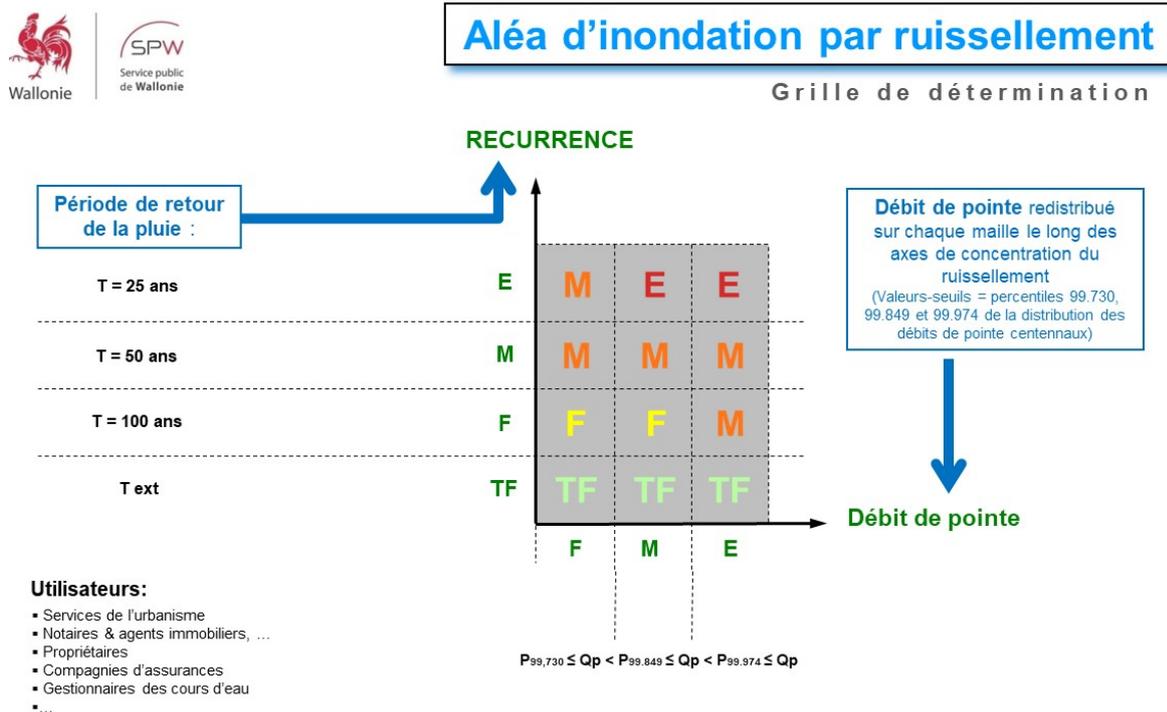


Figure 4 : Grille de détermination de l'aléa d'inondation par ruissellement

- **En abscisse, le débit de pointe**

Le débit de pointe caractérise l'inondation par ruissellement. Cette valeur est introduite en abscisse dans le schéma ci-dessus pour déterminer la valeur d'aléa par ruissellement (figure 4).

Trois classes de débits de pointe (faible, moyen, élevé) sont définies respectivement sur base de 3 valeurs-seuils déterminées par les percentiles 99.730, 99.849 et 99.974 de la distribution des débits de pointe du scénario T100 sur l'ensemble du territoire wallon.

• *En ordonnée, la récurrence*

La récurrence d'une inondation par ruissellement est caractérisée par une période de retour de la pluie qui cause l'inondation. Dans le schéma ci-dessus (figure 4), la récurrence est utilisée en ordonnée pour la détermination de la valeur de l'aléa. Il existe 4 classes de récurrence :

- Très faible pour une période de retour de la pluie extrême, c'est-à-dire une pluie dont le débit résultant est le débit centennal augmenté de 30% (Q100+30%)
- Faible pour une période de retour de la pluie de 100 ans
- Moyenne pour une période de retour de la pluie de 50 ans
- Elevée pour une période de retour de la pluie de 25 ans

La durée de la pluie a été considérée égale à celle du temps de concentration du bassin versant.

3.3.3. Coexistence Débordement-Ruissellement

A l'approche des cours d'eau, les axes d'aléa d'inondation par ruissellement peuvent chevaucher les zones d'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau. Dans ce cas, les valeurs de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau et par ruissellement sont fusionnées. Cette fusion est réalisée en prenant, là où les deux types d'aléa coexistent, la valeur de l'aléa d'inondation la plus élevée.

3.4. Cartes des risques d'inondation

Les **cartes des risques d'inondation** se composent des emprises des zones inondables relatives à chacun des scénarios et des **récepteurs de risque (enjeux)** identifiés dans ces emprises. Elles présentent les dommages potentiels associés aux différents scénarios d'inondation sur les récepteurs de risques ou enjeux d'ordre humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux :

- **La population** potentiellement touchée : la donnée du nombre d'habitants est présentée à l'échelle du secteur de cours d'eau. C'est-à-dire que la donnée correspond à la somme des habitants référencés par Statbel (Office belge de statistique) au sein de ce secteur de cours d'eau ;
- **Les activités économiques** potentiellement touchées ;
- **Les installations susceptibles de provoquer une pollution accidentelle** en cas d'inondation : il s'agit des installations visées par l'annexe I de la Directive 96/61/CE, soit les installations IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) ;
- **Les zones protégées** potentiellement touchées (Annexe IV, point 1 i), iii) et v) de la directive 2000/60/CE) ;
- Les autres installations et éléments vulnérables tels que le patrimoine architectural, les **services de secours**, les **hôpitaux**, ... potentiellement touchés.

Ces récepteurs de risques sont cartographiés pour les quatre scénarios de risques d'inondation suivants, identiques aux scénarios repris pour les cartes des zones inondables :

- **Scénario T025** de période de retour de 25 ans ;
- **Scénario T050** de période de retour de 50 ans ;
- **Scénario T100** de période de retour de 100 ans ;
- **Scénario Text** de période de retour extrême.

Pour chaque scénario, l'emprise globale des zones inondables est représentée ainsi que les récepteurs de risque potentiellement touchés par les inondations, qu'elles soient dues au débordement de cours d'eau ou à du ruissellement.

Les récepteurs de risques sont représentés pour l'entièreté du territoire de la Wallonie sur les cartes des risques d'inondation. En effet, un récepteur de risque situé hors zone inondable par débordement de cours d'eau peut se localiser sur ou à proximité d'un axe de ruissellement, d'où l'intérêt de sa représentation cartographique sur l'entièreté du territoire.

4. ENQUÊTE PUBLIQUE, MISE À JOUR ET RÉEXAMEN



4.1. Mises à jour et réexamens

4.1.1. Versions antérieures

La présente notice établit la méthodologie utilisée pour la réalisation des cartes dans leur version « 2020 », représentant elles-mêmes une mise à jour des cartes des zones inondables et des risques d'inondation pour le 2^{ème} cycle de la mise en œuvre de la Directive Inondation.

Cette mise à jour implique l'apparition de petites modifications sur l'ensemble du territoire et des modifications plus importantes et plus localisées suite à l'acquisition de nouvelles données : topographiques, statistiques hydrologiques, inondations récentes, modélisations hydrauliques, ...

4.1.2. Versions ultérieures

Le cycle de mises à jour, à savoir tous les 6 ans, est imposé par le Code de l'Eau. La prochaine échéance est donc fixée au 22 décembre 2025.

Tous compléments, recadrages et modifications seront pris en compte lors de mises à jour ultérieures, le cas échéant. Il peut s'agir par exemple de :

- L'acquisition de séries hydrologiques de plus en plus complètes et/ou le changement climatique auquel nous sommes confrontés actuellement qui justifient un recadrage régulier des débits et pluies associées aux périodes de retour des différents scénarios considérés.
- Une modification locale et autorisée de la topographie pouvant entraîner une modification de son caractère inondable.
- L'acquisition de nouvelles données issues de la modélisation hydraulique ou d'observations de terrain.
- L'acquisition de nouvelles données altimétriques plus précises ayant un impact sur le MNT et sur la localisation des axes de ruissellement.
- L'acquisition de nouveaux levés topographiques des lits mineurs des cours d'eau.

4.2. Prise en compte du changement climatique

4.2.1. Principe général

Le Code de l'Eau impose (Art. 53-2 §8) que l'incidence probable des changements climatiques sur la survenance des inondations soit prise en compte lors des réexamens des 3 phases de mise en œuvre de la Directive Inondation (évaluation préliminaire, cartographie et plans de gestion).

Les versions ultérieures de la cartographie tiendront compte de toutes les nouvelles données climatiques disponibles au moment de leur édition : séries statistiques plus longues, recensement des épisodes d'inondation, modélisation hydraulique du scénario extrême, ... Dans cette optique, toute information valorisable et valablement transmise sera intégrée.

4.2.2. Cas particuliers

4.2.2.1. Modélisation (MOD)

Lors de chaque réédition des cartes, les données statistiques de chaque station d'observation hydrologique utilisée pour la détermination des débits (Q025, Q050, Q100) sont analysées. Lorsqu'une modification de ces débits dépasse 15% du débit initialement utilisé, le modèle est ajusté et relancé pour obtenir de nouveaux résultats de base qui sont alors intégrés lors de la prochaine mise à jour de la carte.

4.2.2.2. *Éléments d'observation de terrain (E+ et E-)*

Lorsque la récurrence de l'inondation constatée est déterminée sur base des données statistiques d'une station d'observation hydrologique, et lorsque la ré-analyse mentionnée ci-dessus le justifie, la donnée d'élément d'observation de terrain verra sa période de retour modifiée pour tenir compte de la période de retour calculée sur base des meilleures données hydrologiques disponibles.

4.3. Conditions d'intégration de nouvelles données

La **première condition** à l'intégration de nouvelles données est la transmission de ces données au service en charge de la cartographie via l'adresse générique suivante : gтинondations@spw.wallonie.be.

La **deuxième condition** est que la validité puisse être vérifiée, soit par l'apport d'une preuve visuelle, soit par la concordance de plusieurs témoignages précis.

La **troisième condition** est que la forme et le contenu de l'information fournie permettent son intégration dans les données de base.

Seules les données reçues en temps utile pour l'intégration dans les données de base avant le lancement de la procédure de mise à jour pourront être intégrées. Une échéance raisonnable est le 1^{er} décembre de l'année précédant l'approbation de la nouvelle cartographie par le Gouvernement wallon.

Une fois intégrée dans les données de base, les nouvelles informations subiront les processus de validation en vue de l'édition d'une nouvelle version des cartes.

4.4. Validation

La validation des cartes des zones inondables est indirectement effectuée par la validation des données de base d'une part et d'autre part par la validation de la carte de l'aléa d'inondation réalisée par les gestionnaires de cours d'eau non navigables de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie et par les gestionnaires des voies navigables.

4.5. Enquête publique

Du 1^{er} septembre 2020 au 15 octobre 2020, le projet de carte de l'aléa d'inondation sera soumis à une enquête publique. Les citoyens et les autorités seront invités, s'ils le souhaitent, à réagir sur cette cartographie. Les remarques reçues seront traitées et analysées.

Toute remarque faite lors de cette enquête publique fera l'objet d'une analyse et, le cas échéant, d'une correction des données de base.

Lorsqu'une remarque ne révèle pas d'erreur, une justification d'ordre méthodologique sera apportée au cas par cas.

5. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Vu la répétition des inondations depuis les années 1990 et l'importance des dommages qu'elles produisent, le Gouvernement wallon a décidé le 9 janvier 2003 de mettre en œuvre un plan global de Prévention et de LUTte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés appelé « **Plan PLUIES** ». Une des actions du plan PLUIES consistait déjà à **cartographier les zones d'inondation** ; la première version de la **carte de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau** fut publiée par sous-bassin hydrographique durant les années 2006 et 2007.

En 2007, la Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation fut votée, imposant aux Etats membres une série de dispositions à prendre en matière de gestion des inondations (Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation, **cartes des Zones Inondables et des Risques d'Inondation** et Plans de Gestion des Risques d'Inondation).

Afin d'une part de conserver les acquis de la carte de l'aléa d'inondation du plan « PLUIES » qui est une référence en Wallonie, et d'autre part, de répondre aux exigences européennes, le Code de l'Eau prévoit deux cartographies :

1. **La cartographie des zones soumises à l'aléa d'inondation** qui comprend :
 - Les cartes des zones inondables relatives aux 4 scénarios de probabilité (UE);
 - La carte de l'aléa d'inondation (RW).
2. **La cartographie du risque de dommages dus aux inondations** qui comprend :
 - Les cartes des risques d'inondation relatifs aux 4 scénarios de probabilité (UE) ;

La présente notice porte sur la **méthodologie** utilisée pour représenter les inondations par débordement de cours d'eau et par ruissellement sur les 3 types de cartes.

Pour le volet **inondation par débordement de cours d'eau** de ces cartes, différentes **sources de données** ont été utilisées pour en délimiter les emprises :

- Des statistiques hydrologiques ;
- Des résultats de modélisations hydrauliques ;
- Des observations de terrain ;
- Des résultats de la méthode hydropédologique ;
- La couche géologique de l'holocène.

Pour le volet **inondation par ruissellement** de ces cartes, les **sources de données** utilisées et introduites dans un modèle hydrologique sont :

- Un modèle numérique de terrain ;
- Les types de sol et occupation du sol ;
- Les statistiques pluviométriques locales.

Des axes de ruissellement ont ainsi pu être générés et des débits de pointe calculés.

Les **cartes de zones inondables** présentent des **scénarios** de périodes de retour différentes : 25 ans, 50 ans, 100 ans et extrême avec les classes de hauteur d'eau (débordement) et les classes de débits de pointe (ruissellement) y afférant.

La **carte d'aléa d'inondation** synthétise les 4 scénarios précédents sous la forme de **valeurs d'aléa d'inondation**. Celles-ci sont déterminées par la combinaison de deux facteurs : la *réurrence* (période de retour ou occurrence) d'une inondation ou d'une pluie à l'origine du ruissellement et son *importance* (profondeur de submersion ou débit de pointe). Ces valeurs peuvent être très faible, faible, moyenne ou élevée. Les zones ayant une valeur d'aléa d'inondation **élevée** correspondent rigoureusement aux « zones à risque » telles que prévues par la loi du 25 juin 1992 sur le contrat d'assurance terrestre (MB 20/08/1992) et ses modifications ultérieures, en conformité avec les critères imposés par l'Arrêté royal du 12 octobre 2005 (MB 21/11/2005).

Vu les différentes sources de données disponibles, il s'est avéré nécessaire de définir des règles d'intégration afin d'établir des cartes cohérentes et **reproductibles**. A cette fin, des **procédures automatisées** ont été développées.

Quant aux cartes **des risques d'inondation**, elles se composent des emprises des zones inondables relatives à chacun des scénarios et des **récepteurs de risques (enjeux)** identifiés dans ces emprises. Les récepteurs de risques ou enjeux sont humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux.

Toutes ces cartes sont **mises à la disposition du public** sur le Géoportail de la Wallonie : <http://geoportail.wallonie.be>.

Un réexamen de ces cartes est prévu selon **un cycle de 6 ans**. La prochaine version devrait donc paraître en décembre 2025. Ces versions ultérieures pourront prendre en compte les changements climatiques, des mises à jour des statistiques de débits, des nouvelles modélisations hydrauliques, des modifications de la topographie, des nouvelles observations de terrain, ...

6. LEXIQUE



Aléa d'inondation

La valeur de l'aléa d'une zone d'inondation par débordement résulte d'un croisement entre la récurrence (période de retour ou occurrence) et la submersion (hauteur d'eau) d'une inondation.

La valeur d'aléa d'un axe d'inondation par ruissellement résulte d'un croisement entre récurrence (période de retour de la pluie) et débit de pointe généré par la pluie en question. Il est calculé en tout point des axes de concentrations de ruissellement.

Alluvions et colluvions

Les **alluvions** sont des matériaux transportés et déposés par un cours d'eau ; le transport pouvant s'être effectué sur des distances très importantes.

Les **colluvions** sont des matériaux généralement fins, transportés par ruissellement diffus et déposés en bas de versant ou dans un thalweg.

Cartographie

Dans le présent document, le terme « **cartographie** » correspondant aux deux groupes de cartes prévues par le Code de l'Eau (cartographie des zones soumises à l'aléa d'inondation et cartographie des dommages dus aux inondations). Les cartographies peuvent à l'heure actuelle être diffusées selon plusieurs formes :

- En format papier :
Son avantage est d'exister physiquement. Elle peut représenter une version officielle et indiscutable, une version de référence signée par qui de droit. Elle constitue la version officielle.
- En format numérique :
 - Fichiers PDF distribuables :
Son avantage est d'être diffusable facilement tout en gardant une part de son caractère officiel. Elle se présente de la même manière que dans sa version papier mais sous forme d'un fichier PDF (format universel). Sans être la version de référence, elle en est une copie parfaite.
 - Portail géomatique en ligne :
Son avantage est de diffuser la donnée indépendamment de son fond de plan, sans échelle fixée, sans le cartouche, avec possibilité de zoomer et de se déplacer en fonction de la zone d'intérêt. La diffusion se fait via une adresse URL (<http://geoportail.wallonie.be>) ou encore via des services de diffusion destinés aux professionnels (WMS, REST, ...). Il est donc possible d'associer la donnée avec toutes les autres thématiques disponibles (en respectant cependant les limites propres à sa méthodologie de création).

Cours d'eau

Ensemble des ruisseaux, rivières et fleuves qui font partie du réseau hydrographique wallon.

Débordement et crue

Le **débordement** d'un cours d'eau intervient lorsque son lit mineur ne suffit pas pour écouler le débit. Le niveau d'eau augmente de manière telle que l'emprise du cours d'eau s'élargit pour envahir le lit majeur. Le cours d'eau est alors en crue.

Éléments d'observations de terrain

Le terme « **Éléments d'observations de terrain** » correspond à la récolte d'information valorisable le plus large possible faisant intervenir la mémoire et/ou l'expérience d'une ou plusieurs personnes (riverain, autorité communale, gestionnaire de cours d'eau, services de secours ...). Ces dernières sont organisées autant que possible lorsque de l'information valorisable peut être attendue à la suite d'un événement hydrologique significatif. Cette donnée ne peut en aucun cas être considérée comme exhaustive. Ne pas avoir de données d'observations de terrain montrant qu'une zone a déjà été inondée ne veut pas dire qu'elle ne l'a jamais été et/ou qu'elle ne le sera jamais.

La récolte de cette donnée commence avec l'analyse des données historiques (repères de crues, photographies ...) et court jusqu'aux dernières inondations pour lesquelles des informations ont pu être récoltées (01/06/2018).

Exutoire

D'une manière générale, l'**exutoire** d'un bassin versant est le point de concentration et de passage obligé de l'eau qui s'écoule en surface. Les eaux infiltrées ou captées peuvent trouver un autre chemin.

L'exutoire d'un axe de concentration de ruissellement est le point d'entrée de cet axe dans le réseau hydrographique wallon.

En aval de cet exutoire, il ne s'agit plus de ruissellement concentré ; s'il y a inondation, il s'agit du débordement de cours d'eau.

Lorsqu'un axe de concentration de ruissellement se jette transversalement dans un cours d'eau, il se peut que les 2 phénomènes (débordement et ruissellement) interviennent (simultanément ou non) sur l'emprise du lit majeur du cours d'eau.

Période de retour

La **période de retour** d'un événement est l'inverse de sa probabilité d'occurrence.

Un événement ayant une période de retour de cent ans (crue centennale) a une chance sur cent de se produire ou d'être dépassé chaque année. Mais il peut aussi se répéter plusieurs fois sur une ou quelques années(s). La période de retour peut caractériser une pluie ou un débit.

Récepteur de risque (enjeux)

Un **récepteur de risque ou un enjeu** est une personne, un objet, un terrain ou une activité qui pourrait subir un préjudice ou des dommages dans le cas d'une inondation.

Risque d'inondation

Le risque d'inondation est le résultat de la superposition des récepteurs de risque sur l'emprise des zones inondables.

Ruissellement

Le **ruissellement** correspond à la fraction de la pluie qui s'écoule à la surface du sol sans s'infiltrer, jusqu'au cours d'eau ou jusqu'un ouvrage de collecte en lien avec le cours d'eau (avaloir). Un sol ruisselle plus ou moins selon son type (sable, limon, ...), son occupation (urbain/prairie/culture) et son

humidité initiale. Par exemple : un sol urbanisé est peu perméable par les matériaux utilisés (ex : une route bétonnée sans avaloirs ruisselle à 100%), un sol gelé ruisselle également à 100%, une prairie ruissellera généralement moins qu'une culture et un sol forestier ruissellera relativement peu.

Dans les petits bassins versants à relief peu prononcé le ruissellement est généralement diffus. Par contre, dans des bassins versants plus grands et/ou lorsque la topographie est plus marquée (avec présence de thalwegs ou petits vallons secs), le ruissellement peut se concentrer. Ces chemins préférentiels de concentration des eaux sont appelés **axes de concentration de ruissellement**.

Secteurs PARIS

Tronçons de cours d'eau homogènes d'un point de vue hydromorphologique. Ils sont au nombre de 6254 pour la Wallonie.

Zones inondables

Les zones inondables représentent des surfaces où des inondations peuvent avoir lieu.

Les axes d'inondation par ruissellement ne sont par définition pas inclus implicitement dans ces zones inondables. La valeur de l'axe d'inondation par ruissellement résulte d'un calcul hydrologique.