

T

H



Balises

É



M

A

Commissariat général au développement durable

Analyse multicritère des projets de prévention des inondations Annexes Techniques 2018

6 – Fiches indicateurs

Ces fiches présentent les indicateurs P1 à P11 en détaillant leur portée, leurs limites, le périmètre du calcul, les données nécessaires pour leur calcul. Enfin, elles donnent les méthodes de calcul et la représentation cartographique attendue.

40 – Les indicateurs de dommages : les fonctions de dommages

Présentation des courbes de dommages pour les indicateurs M1 à M5.

71 – Représentation cartographique des enjeux

Présentation de la sémiologie recommandée pour les indicateurs.

75 – Evaluation des dommages et des coûts en scénario de référence pour les projets de confortement d'ouvrage

L'évaluation socio-économique des mesures de sécurisation d'ouvrages nécessite de tenir compte des probabilités de rupture des ouvrages en situation de référence. Cette partie décrit les calculs spécifiques des coûts et des bénéfices relatifs à la situation de référence pour ce type de mesures.

79 – Méthodes de cartographies des aléas

La mise en œuvre de l'AMC repose sur la caractérisation fine des différents aléas. Cette partie propose un état de l'art des méthodes de cartographie des aléas adaptées à la mise en œuvre de l'AMC.

Document édité par :

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Remerciement : Pour les travaux relatifs à la construction des fonctions de dommages et aux réflexions sur l'évaluation économique des projets de prévention des inondations : Nicolas Bauduceau, Hélène Boisgontier (IRSTEA), Laetitia Bompérin (CEREMA), Pauline Bremond (IRSTEA), Katrin Erdlenbruch (IRSTEA), Cédric Gaillard (IRSTEA), Loetitia Gamard (IRSTEA), Florence Gontrand (IRSTEA), Frédéric Grelot (IRSTEA), Julien Jadot (CEPRI), Zéhir Kolli*(CEREMA), Amanda Macquart (IRSTEA), Véronique Mignon (CEPRI), Rodolphe Pannier (CEPRI), Anthony Payet (IRSTEA), Jean-Philippe Pène (DGPR), Claire Richert (IRSTEA), Reine Tarrit (CEREMA) Pour les travaux relatifs à l'adaptation de l'AMC au contexte littoral : Camille André (GIP Littoral Aquitain), Céline Perherin (CEREMA) et Frédéric Pons (CEREMA) pour leur contribution au cadrage des scénarios d'aléa nécessaires à l'analyse multicritères.

Pour les travaux relatifs à l'adaptation de la méthodologie au contexte torrentiel : Guillaume Piton et Jean-Marc Tacnet.

Pour les travaux relatifs au développement des indicateurs d'enjeux : Céline Magnier (CGDD), Mathieu Métral (DREAL Rhône-Alpes), Stéphane Jourdain (DREAL Rhône-Alpes), Christophe Moulin (CEREMA), Sylvain Charaud (CEREMA), Elsa Laganier (DREAL Centre), Pierre Philippe (EPTB Loire)

contributeurs

DR

Delphine Rouchon
Chargée de mission économie
des risques naturels

Delphine.rouchon@developpement-
durable.gouv.fr

NC

Natacha Christin*

Chargée de mission économie
des risques naturels

* En poste au CGDD au moment de la
rédaction du document

CP

Cédric Peinturier*

Chargé de mission économie
des risques naturels

* En poste au CGDD au moment de la
rédaction du document

DN

Doris Nicklaus

Chef du bureau de l'évaluation
économique des milieux, des
matières et des risques

Doris.nicklaus@developpement-
durable.gouv.fr

Ces annexes techniques accompagnent le guide méthodologique AMC 2018. Il s'agit d'une mise à jour des annexes techniques publiées en juillet 2014. Ce document a été produit dans le cadre du groupe de travail national AMC inondation piloté par le CGDD sous maîtrise d'ouvrage de la Direction générale de la prévention de risques (DGPR).

Relecteurs :

Reine **Tarrit** (CEREMA)

Frédéric **Pons** (CEREMA)

Camille **André** (GIP Littoral aquitain)

Guillaume **Piton** (IRSTEA)

Jean-Marc **Tacnet** (IRSTEA)

Stéphanie **Bidault** (CEPRI)

Frédéric **Grelot** (IRSTEA)

Pauline **Brémont** (IRSTEA)

Vous pourrez consulter sur les liens suivants :

Les annexes techniques : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/AMC%20-%20Guide%20m%C3%A9thodologique%20AMC%20-%20Annexes%20techniques.pdf>

Les tableurs des fonctions de dommages fluviales et submersions marines: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/evaluation-economique-des-projets-gestion-des-risques-naturels>

Le cahier des charges de la DGPR qui cadre l'utilisation du guide AMC pour l'évaluation des PAPI : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/AMC%20-%20Cahier%20des%20charges%20PAPI.pdf>

avant-propos



La directive inondation et la Stratégie nationale de gestion du risque inondation (SNGRI) ont fixé les principaux objectifs de la politique de gestion des inondations. Elles recommandent que les porteurs de projets de gestion des inondations effectuent une évaluation socio-économique de leur projet.

Ce guide propose des éléments de méthode pour cette évaluation. La méthode présentée permet de comparer les coûts et les bénéfices des projets, du point de vue de la mise en sécurité des personnes, de la réduction des dommages aux biens, de l'amélioration de la résilience et de la protection du patrimoine culturel et de l'environnement.

Laurence Monnoyer-Smith

COMMISSAIRE GENERALE AU DEVELOPPEMENT DURABLE

Préambule

Ce document constitue les annexes techniques du guide méthodologique de l'analyse multicritères des projets de prévention des inondations. Il apporte les outils méthodologiques nécessaires pour mener une analyse multicritères : fiches indicateurs, courbes de dommages et exemples de cartes des enjeux présents sur un territoire.

Une « fiche indicateur » est proposée pour chaque indicateur d'enjeux, qu'il soit considéré comme « principal » ou « secondaire » dans le guide. Chaque fiche présente la portée et les limites de l'indicateur étudié et détaille la méthode de calcul et la représentation cartographique.

Des courbes de dommages sont proposées pour les quatre catégories d'enjeux faisant *a minima* l'objet d'une évaluation monétaire des dommages potentiels : logements, activités agricoles, entreprises (activités autres qu'agricoles) et établissements publics. Ces courbes illustrent les fonctions de dommages qui sont par ailleurs présentées sous forme de tableaux dans un document téléchargeable séparément (fichier Excel). Une nouvelle fonction de dommage est proposée pour l'évaluation des dommages indirects aux réseaux routiers.

Les fonctions de dommages proposées dans ce guide, construites dans le cadre du développement de la méthode d'analyse multicritères, peuvent aussi être mobilisées pour l'élaboration d'analyses coûts-bénéfices.

Des exemples de cartes des enjeux de santé humaine, des enjeux économiques, environnementaux et patrimoniaux sont enfin fournis pour aider notamment au diagnostic de vulnérabilité du territoire.

Enfin, ces annexes techniques détaillent les adaptations de la méthodologie AMC pour l'évaluation des mesures de sécurisation d'ouvrages.

Table des matières

Préambule.....	1
A1 Fiches indicateurs	6
1.1 Indicateur P1 : Nombre de personnes habitant en zone inondable + part communale.....	7
1.1.1 Description.....	7
1.1.2 Portée.....	7
1.1.3 Limites.....	7
1.1.4 Périmètre de calcul	7
1.1.5 Cas Particulier.....	7
1.1.6 Données en entrée.....	7
1.1.7 Méthodes de calcul	8
1.1.8 Méthode 1 (BD Topo et carroyage Insee, méthode préconisée)	8
1.1.9 Méthode 2 (MAJIC)	8
1.1.10 Représentation cartographique	9
1.2 Indicateur P2 : Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied en zone inondable par commune	10
1.2.1 Description.....	10
1.2.2 Portée.....	10
1.2.3 Limites.....	10
1.2.4 Périmètre de calcul	10
1.2.5 Données en entrée.....	10
1.2.6 Méthode de calcul.....	10
1.2.7 Représentation cartographique	11
1.3 Indicateur P3 : Capacité d'accueil des établissements sensibles	12
1.3.1 Description.....	12
1.3.2 Portée.....	12
1.3.3 Limites.....	12
1.3.4 Périmètre de calcul	12
1.3.5 Données en entrée.....	12
1.3.6 Méthode de calcul.....	13
1.3.7 Représentation cartographique	13
1.4 Indicateur P4 : Part de bâtiments participant directement à la gestion de crise hors et en zone inondable.	14
1.4.1 Description.....	14
1.4.2 Portée.....	14
1.4.3 Limites.....	14
1.4.4 Périmètre de calcul	14
1.4.5 Données en entrée.....	14
1.4.6 Méthode de calcul.....	14
1.4.7 Représentation cartographique	15
1.5 Indicateur S1 : Alimentation en eau potable : nombre de personnes desservies par des captages situés en zone inondable	16
1.5.1 Description.....	16
1.5.2 Portée.....	16
1.5.3 Limites.....	16
1.5.4 Périmètre de calcul	16
1.5.5 Données en entrée.....	16
1.5.6 Méthode de calcul.....	17
1.5.7 Représentation cartographique	17

1.6	Indicateur S2 : Capacités d'hébergement communales hors ZI en cas de nécessité d'évacuation	18
1.6.1	Description.....	18
1.6.2	Portée.....	18
1.6.3	Limites.....	18
1.6.4	Périmètre de calcul.....	18
1.6.5	Données en entrée.....	18
1.6.6	Méthode de calcul.....	18
1.6.7	Représentation cartographique.....	19
1.7	Indicateur P5 : Trafic journalier des réseaux de transport en zone inondable.....	20
1.7.1	Description.....	20
1.7.2	Portée.....	20
1.7.3	Limites.....	20
1.7.4	Périmètre de calcul.....	20
1.7.5	Données en entrée.....	20
1.7.6	Méthode de calcul.....	21
1.7.7	Représentation cartographique.....	21
1.8	Indicateur P6 : Part d'entreprises aidant à la reconstruction après une inondation dans les communes exposées.....	22
1.8.1	Description.....	22
1.8.2	Portée.....	22
1.8.3	Limites.....	22
1.8.4	Périmètre de calcul.....	22
1.8.5	Données en entrée.....	22
1.8.6	Méthode de calcul.....	22
1.8.7	Représentation cartographique.....	23
1.9	Indicateur P7 : Nombre d'emplois en zone inondable.....	24
1.9.1	Description.....	24
1.9.2	Portée.....	24
1.9.3	Limites.....	24
1.9.4	Périmètre de calcul.....	24
1.9.5	Données en entrée.....	24
1.9.6	Méthode de calcul.....	24
1.9.7	Représentation cartographique.....	25
1.10	Indicateur S3 : Nombre de postes « énergie et télécommunication » en zone inondable.....	26
1.10.1	Description.....	26
1.10.2	Portée.....	26
1.10.3	Limites.....	26
1.10.4	Périmètre de calcul.....	26
1.10.5	Données en entrée.....	26
1.10.6	Méthode de calcul.....	27
1.10.7	Représentation cartographique.....	27
1.11	Indicateur P8 : Stations de traitement des eaux usées en zone inondable : charge journalière entrante en moyenne annuelle.....	28
1.11.1	Description.....	28
1.11.2	Portée.....	28
1.11.3	Limites.....	28
1.11.4	Périmètre de calcul.....	28
1.11.5	Données en entrée.....	28
1.11.6	Méthode de calcul.....	28
1.11.7	Représentation cartographique.....	29
1.12	Indicateur P9 : Déchets - Capacités de traitement et de stockage en zone inondable.....	30
1.12.1	Description.....	30

1.12.2	Portée.....	30
1.12.3	Limites.....	30
1.12.4	Périmètre de calcul.....	30
1.12.5	Données en entrée.....	30
1.12.6	Méthode de calcul.....	30
1.12.7	Représentation cartographique.....	31
1.13	Indicateur P10 : Nombre de sites dangereux en zone inondable.....	32
1.13.1	Description.....	32
1.13.2	Portée.....	32
1.13.3	Limites.....	32
1.13.4	Périmètre de calcul.....	32
1.13.5	Données en entrée.....	32
1.13.6	Méthode de calcul.....	33
1.13.7	Représentation cartographique.....	33
1.14	Indicateur S4 : Espaces naturels protégés : superficie d'espaces protégés en zone inondable.....	34
1.14.1	Description.....	34
1.14.2	Portée.....	34
1.14.3	Limites.....	34
1.14.4	Périmètre de calcul.....	34
1.14.5	Données en entrée.....	34
1.14.6	Méthode de calcul.....	34
1.14.7	Représentation cartographique.....	35
1.15	Indicateur P11 : Nombre de bâtiments patrimoniaux, et surface de sites remarquables en zone inondable.....	36
1.15.1	Description.....	36
1.15.2	Portée.....	36
1.15.3	Limites.....	36
1.15.4	Périmètre de calcul.....	36
1.15.5	Données en entrée.....	36
1.15.6	Méthode de calcul.....	36
1.15.7	Représentation cartographique.....	37
1.16	Indicateur S5 : Nombre annuel de visiteurs dans les musées situés en zone inondable.....	38
1.16.1	Description.....	38
1.16.2	Portée.....	38
1.16.3	Limites.....	38
1.16.4	Périmètre de calcul.....	38
1.16.5	Données en entrée.....	38
1.16.6	Méthode de calcul.....	38
1.16.7	Représentation cartographique.....	39

A2 Indicateurs de dommages : les fonctions de dommages.....40

2.1	Indicateur M1 : dommages aux logements.....	41
2.1.1	Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux logements ».....	41
2.1.2	Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines.....	41
2.1.3	Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines.....	46
2.2	Indicateur M2 : dommages aux entreprises.....	53
2.2.1	Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux entreprises ».....	53
2.2.2	Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines.....	53
2.2.3	Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines.....	55
2.3	Indicateur M3 : dommages aux activités agricoles.....	56
2.3.1	Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux cultures ».....	56
2.3.2	Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines.....	56

2.4	Indicateur M4 : dommages aux établissements publics	61
2.4.1	Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux établissements publics »	61
2.4.2	Fonctions de dommages moyennés aux établissements publics pour les inondations de plaines	61
2.4.3	Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines.....	64
2.5	Indicateur M5 : dommages indirects liés aux coupures des réseaux routiers.....	67
2.5.1	Description des fonctions de dommages pour les inondations de plaines et les submersions marines	67
2.5.2	Limites	67
2.5.3	Données en entrée.....	67
2.5.4	Fonctions de dommages en €2016.....	68
2.5.5	Méthode d'application de la fonction de dommage	68
A3	Représentation cartographique des enjeux.....	71
	Enjeux de santé humaine	Erreur ! Signet non défini.
A4	Evaluation des dommages et coûts en scénario de référence pour les projets de confortement d'ouvrage	75
4.1	Définition du scénario de référence.....	75
4.1.1	Définition des aléas à étudier et des probabilités de rupture	75
4.1.2	Probabilité de rupture moyenne annuelle de l'ouvrage en situation dégradée (So)	75
4.1.3	Schématisation du scénario de référence.....	76
4.2	Calcul des dommages du scénario de référence	76
4.2.1	Etape 1 : évaluation des dommages pour chaque évènement d'aléa étudié	76
4.2.2	Etape 2 : évaluation des dommages moyens annuels pour la situation dégradée (So) et la situation confortée (Sc).....	77
4.2.3	Etape 3 : évaluation des dommages moyens annuels du scénario de référence	77
4.3	Calcul des coûts du scénario de référence	78
4.3.1	Evaluation des coûts d'investissement dans le scénario de référence	78
4.3.2	Evaluation des coûts d'entretien dans le scénario de référence.....	78
A5	Méthodes de cartographies des aléas (hors phénomènes torrentiels).....	79
5.1	Les différentes méthodes de cartographie des aléas (hors phénomènes torrentiels)	79
5.2	Méthodes de cartographie de l'aléa inondation de plaine en fonction des paramètres à cartographier pour les indicateurs de dommages	80
5.3	Cartographie des aléas littoraux	80
5.3.1	L'analyse générale du fonctionnement du littoral	80
5.3.2	Cartographie du recul du trait de côte	81
5.3.3	Méthodes de cartographie de l'aléa submersion marine en fonction des paramètres à cartographier pour les indicateurs de dommages	82

A1 Fiches indicateurs



1.1 Indicateur P1 : Nombre de personnes habitant en zone inondable + part communale

1.1.1 Description

Le calcul dénombre les personnes habitant dans un bâtiment situé en zone inondable, en incluant également les habitants des appartements situés dans les étages. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets. Pour les mesures concernant de grands territoires, l'indicateur doit être calculé au niveau communal et départemental.

1.1.2 Portée

Cet indicateur donne une information sur la population pouvant être impactée à son domicile, en situation de nuit, puisque la population active n'est de manière générale pas présente à son domicile dans la journée. L'indicateur ne prend pas en compte la population saisonnière. Le contexte local peut cependant nécessiter la représentation de la population saisonnière, en plus de la population habitant à l'année dans les communes concernées. On précisera alors son nombre et sa part maximum. Cet indicateur est présenté sous forme de nombre absolu, et sous forme de pourcentage par rapport à la population totale habitant dans la zone d'étude.

1.1.3 Limites

- La limite principale de cet indicateur provient des bases de données utilisées. En cas d'utilisation de la base de données BD Topo seule, l'identification des logements (puis de la population) parmi les polygones du bâti indifférencié n'est pas certaine.
- Afin d'améliorer la précision des résultats, il est préférable, lorsque c'est possible, d'utiliser les données carroyées de population (Insee) associées à la BD Topo ou les fichiers fonciers (MAJIC).

1.1.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.1.5 Cas Particulier

Suivant le contexte local, décrit dans la partie « Éléments de contexte, diagnostic de territoire », il convient d'ajouter les informations suivantes : population maximale saisonnière par commune intégrant les capacités des communes en hébergement touristique/population recensée par l'Insee.

1.1.6 Données en entrée

- Nombre d'habitants sans double compte par carreau de 200x200 m¹ (source : Données Carroyées Insee) :
http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=0&ref_id=donnees-carroyees&page=donnees-detaillees/donnees-carroyees/donnees-carroyees-200m.htm
- Bâti de la BD Topo (classe BATI_INDIFERENCIE) (source : IGN)

1

- Zones d'activités de la BD Topo (classe SURFACE_ACTIVITE) (source : IGN)

OU

- Fichiers fonciers, à la parcelle (« MAJIC ») (source : DGFIP)
- Recensement de population à l'Iris (source : Insee) ou nombre d'habitants sans double compte par carreau de 200x200m.

1.1.7 Méthodes de calcul

1.1.8 Méthode 1 (BD Topo et carroyage Insee, méthode préconisée)

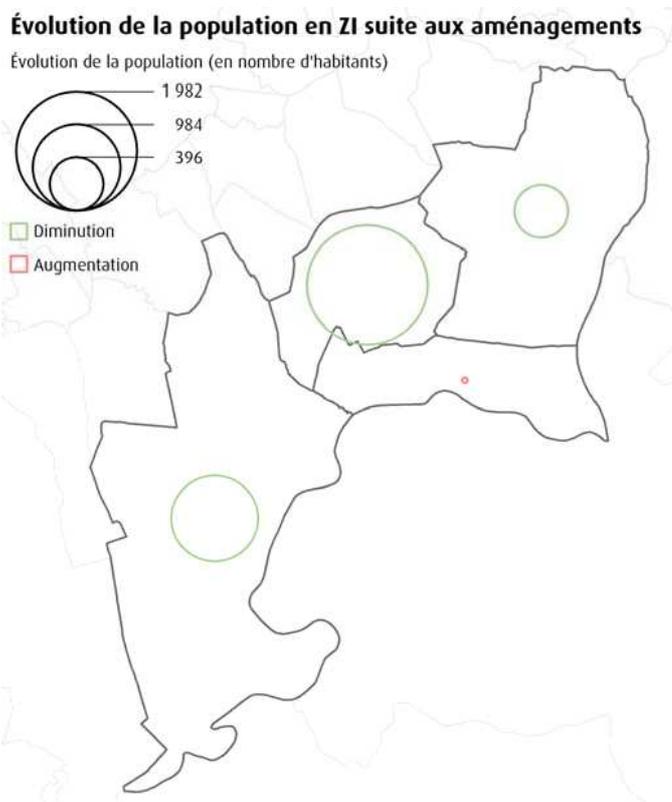
- Dans un premier temps – ouvrir la BD topo, puis :
- Supprimer les bâtiments dont la hauteur est supérieure à 100 mètres.
- Supprimer les bâtiments dont la surface est inférieure à 20 m².
- Supprimer les bâtiments ayant au moins une partie de leur surface présente dans la BDtopo classeSURFACE_ACTIVITE.
- Certains bâtiments de la BD topo ont une hauteur définie comme nulle, égale à 1 m, ou égale à 2 m : appliquer une hauteur égale à 3 m pour tous ces bâtiments.
- Ensuite – ouvrir les couches aléas, carroyage INSEE et communes, puis:
- Intersecter les entités du carroyage INSEE selon les contours communaux.
- Intersecter ces entités selon les contours des couches d'aléas.
- Intersecter ces entités selon les contours des hauteurs d'eau inférieure à 1 mètre et supérieure à 1 mètre des couches d'aléas.
- Calculer la population de chacun de ces carreaux ayant subi un découpage au prorata de leur surface (population du carreau initial * surface / surface initial du carreau).
- Intersecter les bâtiments de la BD Topo selon ces carreaux.
- Conserver uniquement les carreaux INSEE et les bâtiments de la BD topo présents en ZI.
- Calculer la surface développée de ces bâtiments (surface *hauteur/3).
- Attribuer une population à chaque bâtiment au prorata de leur surface développée: population du carreau*surface développée du bâtiment / surface développée totale présente sur le carreau.
- Sommer la population des bâtiments par commune.
- Calculer la part communale que cela représente en relevant les données de population par commune sur le site de l'INSEE :
<http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/france-departements.asp?annee=2010>

1.1.9 Méthode 2 (MAJIC)

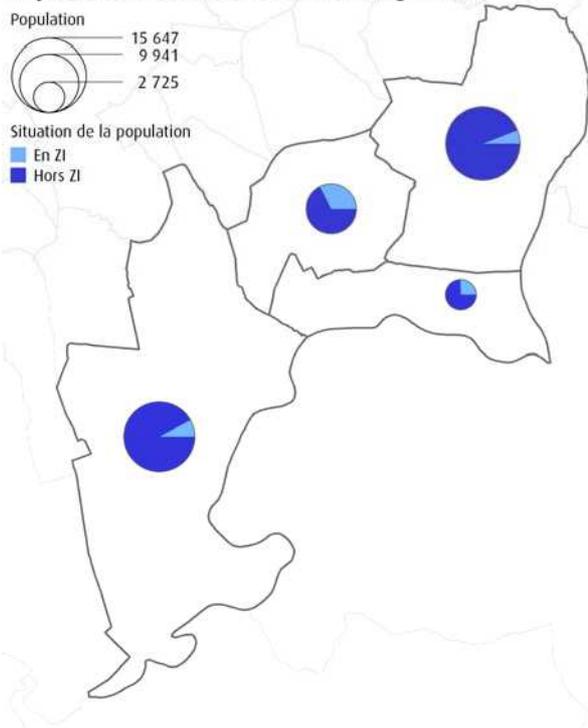
- Calculer le nombre de locaux de type habitation par parcelle
- Répartir la population carroyée sur toutes les parcelles dans chaque carreau, en fonction du nombre d'habitations (règle de 3)
- Calculer la population dans les parcelles en zone inondable
- Calculer le ratio entre la population estimée en zone inondable et la somme des populations des communes concernées. Pour les mesures concernant de grands territoires, même calcul sur les départements concernés.
- Appliquer la méthode avec et sans mesure, par commune, pour calculer une évolution.

1.1.10 Représentation cartographique

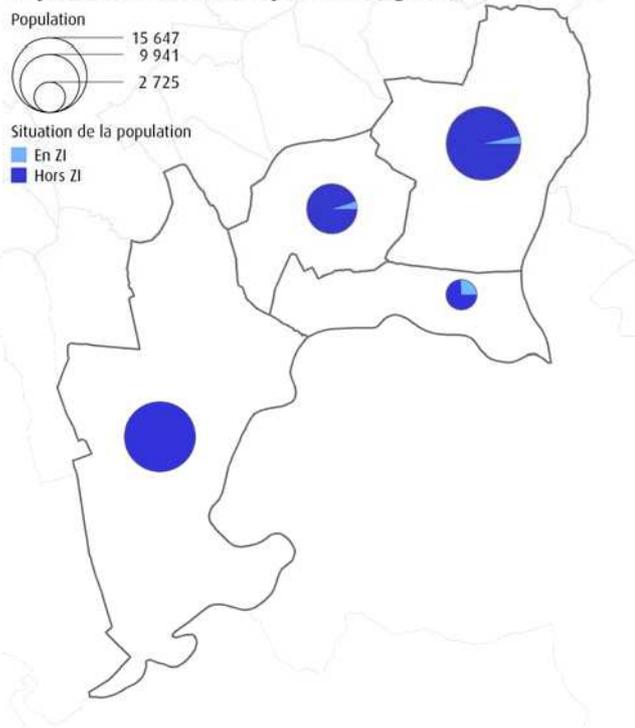
Evolution de la population en zone inondable sous forme de symbole proportionnel, par commune. Part communale sous forme de secteurs proportionnels (une carte avant mesures et une carte après mesures).



Population communale avant aménagements



Population communale après aménagements



1.2 Indicateur P2 : Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied en zone inondable par commune

1.2.1 Description

Le calcul dénombre les personnes habitant dans un bâtiment sans étage situé en zone inondable, sur le nombre total de personnes habitant en zone inondable. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.2.2 Portée

Les bâtiments en rez-de-chaussée sont les plus vulnérables au risque d'inondation : les personnes ne peuvent se réfugier dans un étage hors d'eau, ne peuvent réintégrer facilement leur logement une fois l'événement passé, et de nombreux biens y sont endommagés.

1.2.3 Limites

Ne sont pris en compte ici que les bâtiments de faible hauteur donc sans étage. Les appartements en rez-de-chaussée d'immeubles à un ou plusieurs étages ne sont pas pris en compte. L'identification des logements est l'une des incertitudes liée à cet indicateur.

1.2.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.2.5 Données en entrée

- Nombre d'habitants sans double compte par carreau de 200x200m² (source : Données Carroyées Insee)

Ou :

- Recensement de population à l'Iris (source : Insee) et contours Iris (source : IGN par exemple)

Et :

- Bâti de la BD Topo (classe BATI_INDIFFERENCIE) (source : IGN)
- Zones d'activités de la BD Topo (classe SURFACE_ACTIVITE) (source : IGN)

1.2.6 Méthode de calcul

- Ouvrir la couche BATI_INDIFFERENCIE.
- Supprimer les bâtiments dont la surface est inférieure à 20m².
- Supprimer les bâtiments dont la hauteur est supérieure à 100 mètres.
- Ouvrir la BD topo SURFACE_ACTIVITE.
- Supprimer les bâtiments de la BD topo SURFACE_ACTIVITE (Utiliser le croisement).
- Attribuer une hauteur égale à 3 mètres à chaque bâtiment ayant une hauteur définie comme nulle, égale à 1 ou 2 mètres grâce à l'éditeur.

Enregistrer cette couche sous "bâtiments".

- Ouvrir la couche « communes ».
- Intersecter les données des couches communes et bâtiments.

² Pour les départements d'Outre-mer, la donnée n'est parfois disponible que pour des carreaux de 1×1 km.
Analyse multicritère des projets de prévention des inondations : Annexes Techniques 2018

- Enregistrer sous "bati_communes".
- Ouvrir la couche de zone inondable (ZI).
- Intersecter les couches bati_communes et ZI.

Enregistrer sous "bat_pop_ZI"

- Calculer la surface développée de chaque bâtiment.

Enregistrer cette couche sous "bat_surf dev_ZI".

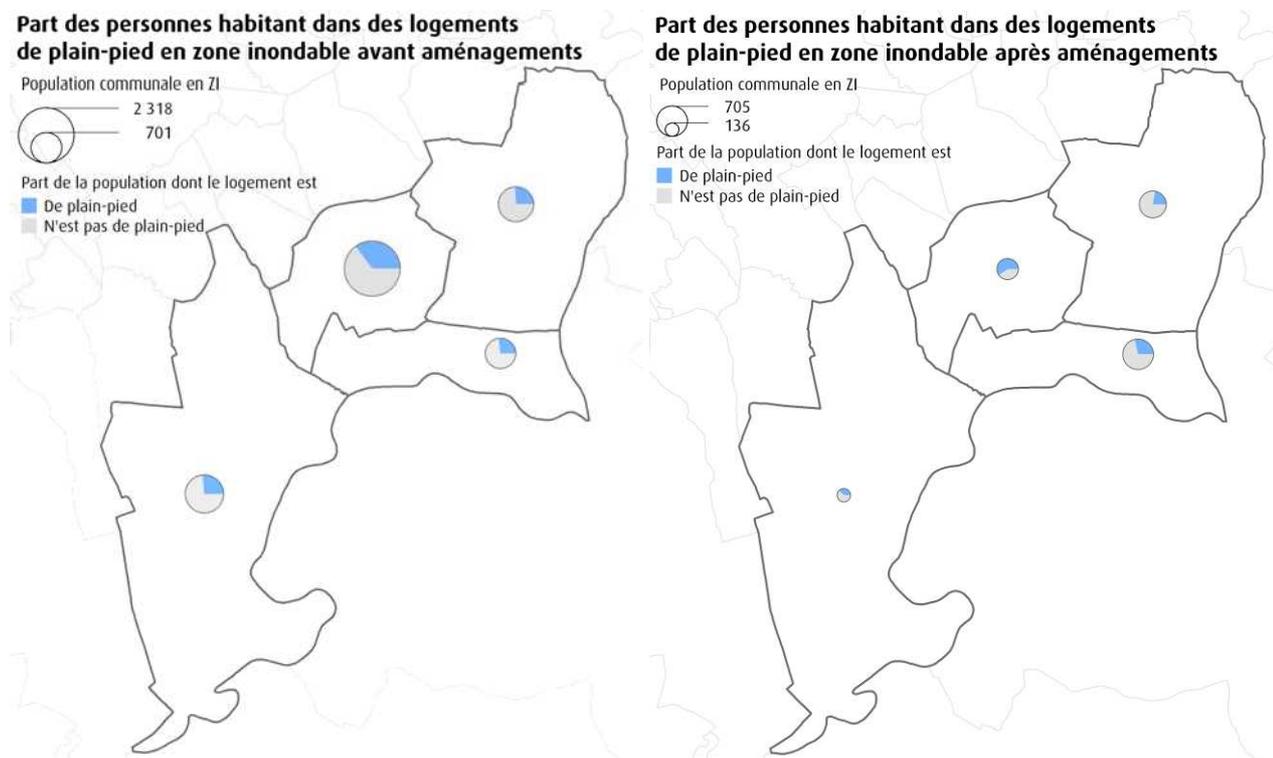
- Calculer la surface développée totale des bâtiments de la couche bat_surf dev par commune.
- Enregistrer sous "bat_pop_ZI_2".
- Reporter les données de la table attributaire bat_pop_ZI dans un tableau type Excel.

Il faut ensuite refaire les mêmes manipulations sur les bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 4 mètres.

- Sélectionner les bâtiments de plain pied à l'aide de la couche bat_surf_ZI.
- Calculer la surface développée totale des bâtiments de la couche bati_plainpied par commune.
- Enregistrer sous "bat_pop_plainpied_ZI".
- Reporter les données de la table attributaire bat_pop_plainpied_ZI dans un tableau type Excel.
- A partir de ces différentes données il est désormais possible de retrouver la population présente en zone inondable dans des bâtiments de plain pied grâce à la donnée qui avait été calculée pour l'indicateur 1 : la population en ZI.
- Population en ZI bâti plain pied, de la commune X = (Surface développée bâti plain pied de la commune X / Surface développée totale de la commune X) * Nombre d'habitants en ZI de la commune X.

1.2.7 Représentation cartographique

Part communale sous forme de secteurs proportionnels (une carte avant mesures et une carte après mesures).



1.3 Indicateur P3 : Capacité d'accueil des établissements sensibles

1.3.1 Description

Cet indicateur exprime en nombre de personnes, le cumul des capacités d'accueil des établissements sensibles du point de vue du risque inondation. Il s'agit :

- des campings,
- des établissements de santé,
- des structures d'accueil pour personnes âgées ou personnes handicapées,
- des établissements d'éveil, d'enseignement, de formation, centres de vacances, centres de loisirs sans hébergement,
- des établissements pénitentiaires.

Cela correspond également aux établissements recevant du public (ERP) de type J, R et U, complétés par les campings et établissements pénitentiaires.

1.3.2 Portée

L'indicateur complète l'indicateur 1 en fournissant un ordre de grandeur de la population pouvant être présente dans certains types d'établissements pouvant poser problème quant à l'évacuation en cas d'inondation, et compliquant donc la gestion de crise.

1.3.3 Limites

- L'indicateur porte sur des infrastructures variées, allant des campings aux hôpitaux.
- L'indicateur reflète des capacités de diverses structures, qui cumulées, peuvent être maximalistes.

1.3.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.3.5 Données en entrée

Selon l'étendue du territoire à couvrir, de la disponibilité et de la précision des données :

Toujours disponibles :

- BD Topo (toujours disponible) : classe PAI_CULTURE_LOISIRS dont le champ NATURE vaut « Campings », classe PAI_SCIENCE_ENSEIGNEMENT dont le champ NATURE vaut « Enseignement primaire », « Enseignement secondaire », classe PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE, dont le champ NATURE vaut « Établissement pénitentiaire », classe PAI_SANTE (tous les objets)
- SIRENE base de données de l'INSEE (non géolocalisée, établissements à l'adresse) : codes 2008 84 à 88 (une correspondance des codes APE avec les établissements de service public est donnée dans les tableurs excel)
- Base de données FINESS du ministère de la santé (non géolocalisée, établissements à l'adresse) : <http://finess.sante.gouv.fr/jsp/index.jsp>

Selon les départements :

- base de données du SDIS sur les ERP (sélectionner les types J, R et U),
- localisation des campings et renseignements sur leur capacité d'accueil. Sources : Préfectures, DDT(M), DIRECCTE (départements Économie de proximité), Offices du tourisme, communes, SDIS,
- pour les établissements de santé, se renseigner auprès de l'ARS (Agences régionales de santé) pour s'assurer de l'existence ou non d'une base de données géolocalisées,

En complément :

- Pages jaunes : il est possible de recenser campings, crèches, haltes-garderies, maisons de retraites non médicalisées ; il est possible d'appeler ces structures pour connaître leur capacité,
- Visites terrain.

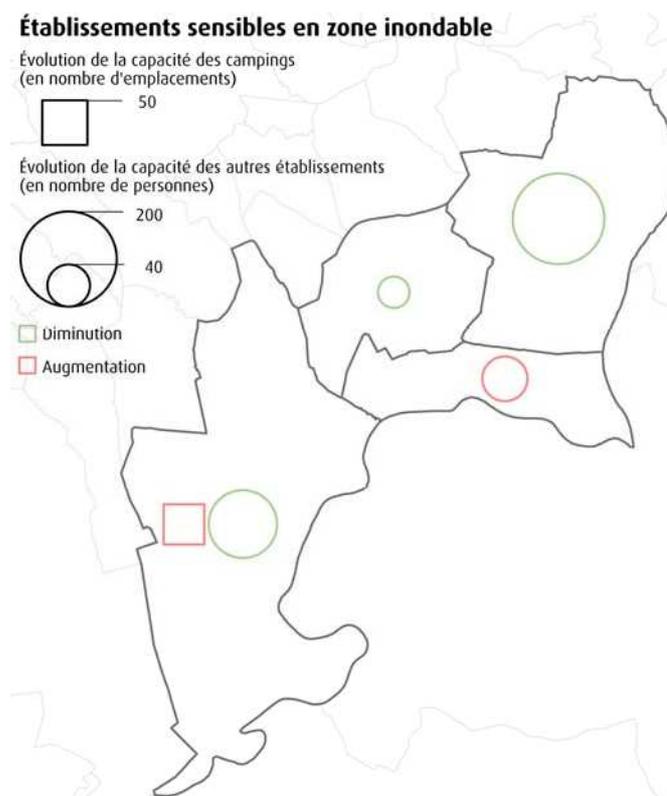
1.3.6 Méthode de calcul

- Identification des établissements en zone inondable : sélectionner les bâtiments et sites en les intersectant avec la zone inondable. Tous les bâtiments ayant une partie de leur surface en zone inondable doivent être sélectionnés,
- Calcul de la somme de leurs capacités d'accueil,
- Méthode à appliquer avec et sans mesure par commune pour calculer une évolution.

Un contrôle sur le terrain des bâtiments retenus est une bonne pratique.

1.3.7 Représentation cartographique

Évolution de la capacité d'accueil en zone inondable sous forme de symbole proportionnel par commune.



1.4 Indicateur P4 : Part de bâtiments participant directement à la gestion de crise hors et en zone inondable.

1.4.1 Description

Bâtiments participant à la gestion de crise situés en zone inondable :

Centres SDIS, gendarmeries, casernes militaires, préfectures (ou PC prévu au plan Orsec), mairies (ou PC prévu au PCS), services support des collectivités pour la gestion de crise, commissariats, polices municipales.

Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.4.2 Portée

Les structures recensées sont les services opérationnels de gestion de crise. L'accès du personnel d'astreinte à ces structures n'est pas pris en compte. La vulnérabilité de ces structures aux problèmes de télécommunication n'est pas appréhendée.

1.4.3 Limites

Certains établissements peuvent continuer à fonctionner, même en cas d'inondation, lorsque des mesures techniques et organisationnelles ont été mises en place.

Certaines communes ou préfectures peuvent avoir des locaux de repli en dehors de la zone inondable.

1.4.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.4.5 Données en entrée

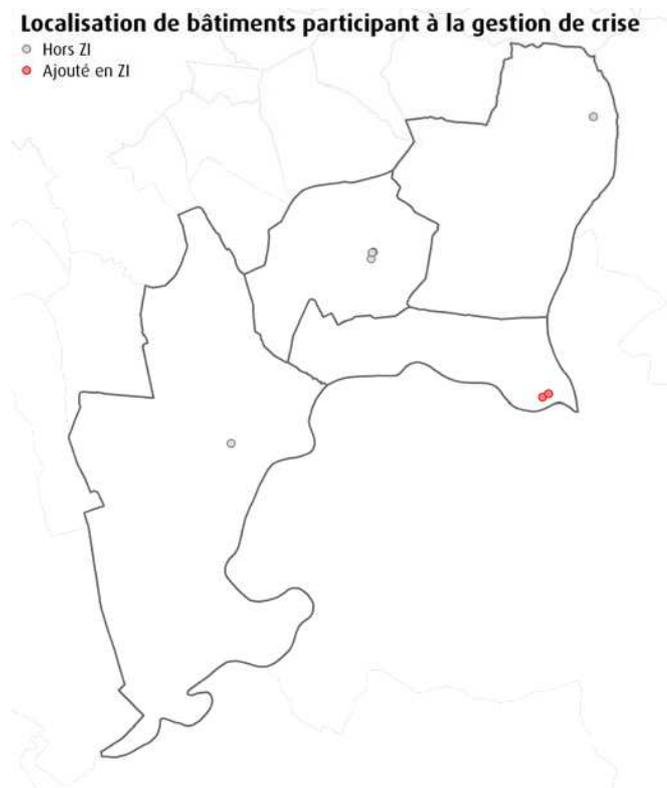
- Données issues des Plans communaux de sauvegarde (PCS) des mairies
- Données issues de la BD Topo:
 - o BD Topo classe BATI_REMARQUABLE (dont le champ NATURE vaut « Mairie », « Préfecture », « Sous-préfecture »)
 - o BD Topo, classe PAI_ADMINISTRATIF_MILITAIRE, dont le champ NATURE vaut « Caserne de pompiers », « Enceinte militaire » (vérifier si ces bâtiments sont toujours d'usage militaire) ou « Poste ou hôtel de police »
- Données issues des pages jaunes

1.4.6 Méthode de calcul

- o Identifier les bâtiments listés ci-dessous dans les zones inondables : sélectionner les bâtiments en les intersectant avec la zone inondable. Tous les bâtiments ayant une partie de leur surface en zone inondable doivent être sélectionnés.
- o Contrôle sur le terrain des bâtiments retenus.

1.4.7 Représentation cartographique

Symbole ponctuel et couleur indiquant suite aux mesures la situation des bâtiments participant directement à la gestion de crise par rapport à la zone inondable (maintenus, retirés, ajoutés ou hors zone inondable).



1.5 Indicateur S1 : Alimentation en eau potable : nombre de personnes desservies par des captages situés en zone inondable

1.5.1 Description

Nombre total de personnes desservies par des captages situés en zone inondable. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.5.2 Portée

Il s'agit de quantifier la population qui sera potentiellement privée d'eau potable, dans et hors de la zone inondable (vulnérabilité indirecte à l'inondation), et donc d'évaluer la vulnérabilité du territoire du point de vue des délais de retour à la normale.

1.5.3 Limites

- Les données disponibles ne permettent pas d'évaluer le seuil à partir duquel il y a interruption de la distribution ni le délai de remise en service, notamment car ceux-ci dépendent de la turbidité des eaux au niveau des captages, de la cote altimétrique des captages, ainsi que de la vulnérabilité à l'inondation des installations électriques dont dépendent les captages et leur station de traitement.
- L'indicateur n'intègre pas la dépendance des équipements d'AEP (dans ou hors de la zone inondable) au réseau électrique : ainsi des captages situés hors ZI pourraient être mis hors service par défaut d'alimentation en électricité.
- L'indicateur ne tient pas compte des dommages potentiels au réseau structurant (à titre d'exemple les canalisations en fonte grise, encore très répandues, supportent très mal la pression hydrostatique) qui pourraient engendrer une explosion des délais de retour à la normale pour une partie de la population desservie.
- L'indicateur ne prend pas en compte les interconnexions possibles avec d'autres captages non vulnérables à l'inondation.

1.5.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.5.5 Données en entrée

- Localisation des captages d'eau potable, et leur capacité de production ou le nombre de personnes desservies. **Producteur principal : ARS. Autres sources de données : agences de l'eau, communes, ou opérateurs de gestion d'eau potable)**
- Capacité de production des captages d'eau potable situés en zone inondable, exprimée en équivalents-habitants. Extrait de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique :

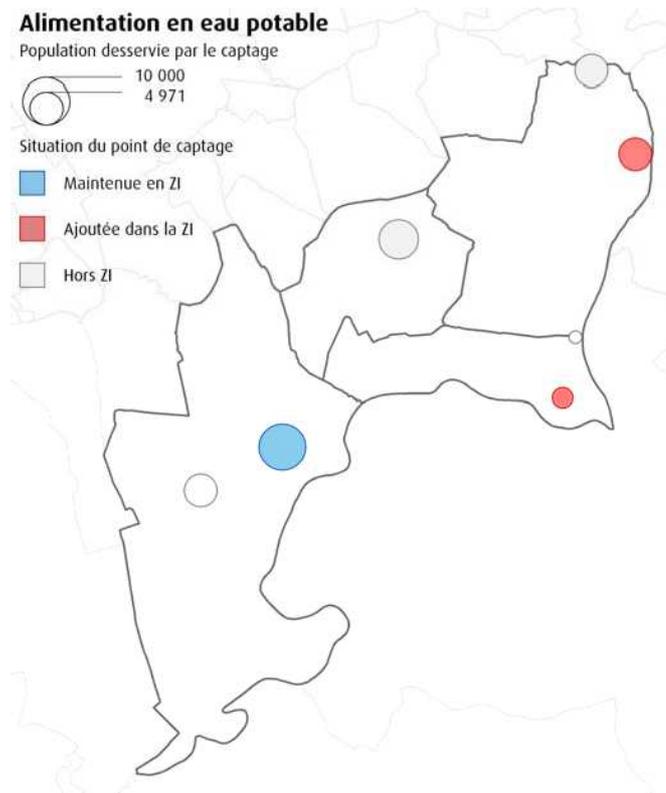
POPULATION DESSERVIE	DÉBIT (m3/j)	
De 0 à 49 habitants	De 0 à 9	De 30 000 à 99 999 habitants.....De 6 000 à 19 999
De 50 à 499 habitants.....	De 10 à 99	De 100 000 à 149 999 habitantsDe 20 000 à 29 999
De 500 à 1 999 habitants	De 100 à 399	De 150 000 à 199 999 habitantsDe 30 000 à 39 999
De 2 000 à 4 999 habitants	De 400 à 999	De 200 000 à 299 999 habitantsDe 40 000 à 59 999
De 5 000 à 14 999 habitants.....	De 1 000 à 2 999	De 300 000 à 499 999 habitantsDe 60 000 à 99 999
De 15 000 à 29 999 habitants.....	De 3 000 à 5 999	De 500 000 à 624 999 habitantsDe 100 000 à 124 999
		Supérieur ou égal à 625 000 habitants ...Supérieur ou égal à 125 000

1.5.6 Méthode de calcul

- Sélection des captages en zone inondable
- Pour chaque captage, à partir du débit en m³/jour, établir le nombre de personnes desservies sur la base de 0,2 m³ par personne et par jour.

1.5.7 Représentation cartographique

Représentation ponctuelle des captages, avec taille proportionnelle à la population desservie et couleur indiquant suite aux mesures la situation des captages par rapport à la zone inondable (maintenus, retirés, ajoutés ou hors zone inondable).



1.6 Indicateur S2 : Capacités d'hébergement communales hors ZI en cas de nécessité d'évacuation

1.6.1 Description

Capacité d'hébergement en cas d'évacuation de la population en zone inondable : salles des fêtes, gymnases, hôtels, établissements scolaires, et autres bâtiments communaux. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.6.2 Portée

Comparé au nombre de personnes à évacuer lors d'une inondation, cet indicateur permet d'évaluer la capacité du territoire à faire face à une crise majeure.

1.6.3 Limites

- Cet indicateur tient uniquement compte de l'hébergement d'urgence et ne permet pas d'évaluer la capacité de relogement pour les personnes directement impactées par l'inondation (indicateur 2) et dont le logement sera inhabitable pendant des durées plus ou moins longues ;
- De manière générale l'indicateur ne tient pas compte de l'accessibilité des hébergements au moment de l'évacuation (on retrouve souvent une problématique de coupure rive gauche-rive droite qui pose la question de la répartition des hébergements) ;
- Pour les bâtiments n'appartenant pas à la commune, la capacité d'accueil est difficilement évaluable : pour les hôtels elle est dépendante du taux de remplissage et d'une décision de réquisition, pour les établissements scolaires des Conseils généraux ou des Conseils régionaux, elle dépend d'un éventuel conventionnement ;
- Pour les communes n'ayant pas réalisé de plans communaux de sauvegarde (PCS), les capacités d'accueil seront hypothétiques dans la mesure où il n'y a aucune garantie que ces hébergements soient mobilisables.

1.6.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes du périmètre d'étude, dont au moins une partie du territoire est hors zone inondable.

1.6.5 Données en entrée

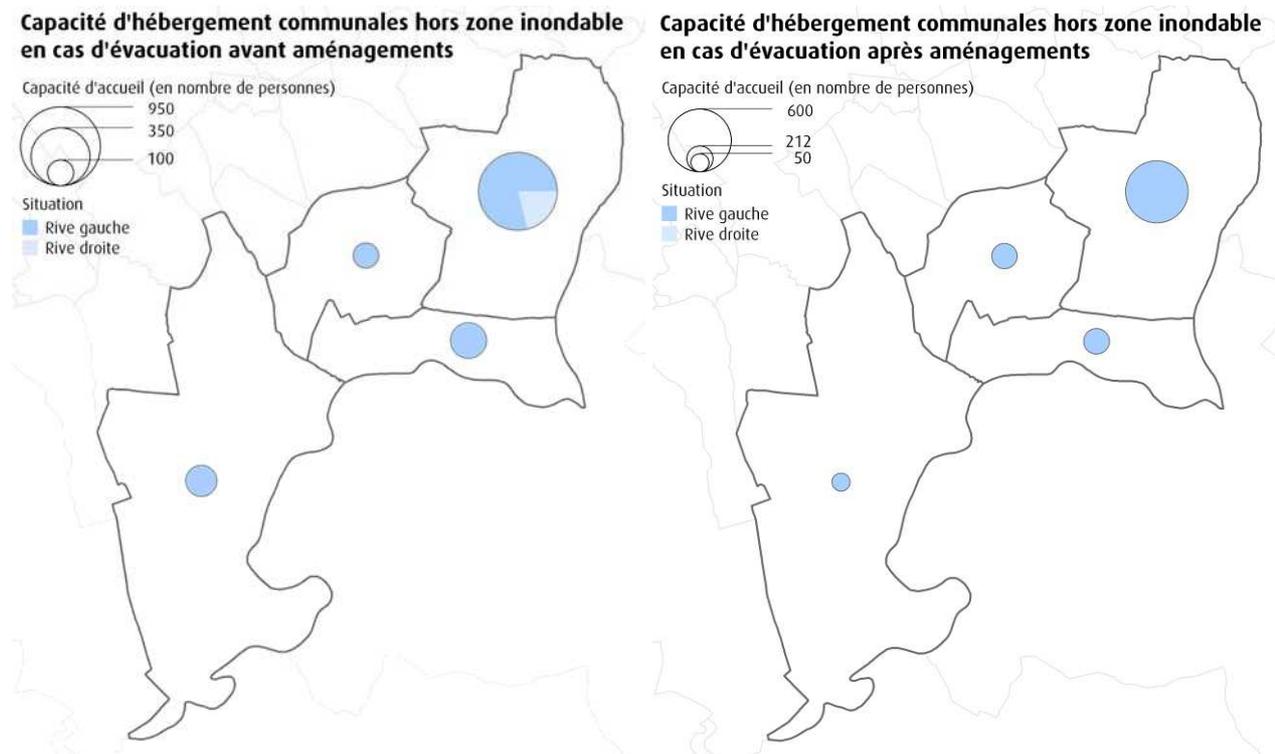
Utiliser les données des PCS pour les communes en disposant : se rapprocher des mairies pour celles ne disposant pas de PCS. Se rapprocher de la préfecture qui peut recenser les centres d'hébergement des communes du département, notamment dans le cadre de l'élaboration d'un plan d'évacuation.

1.6.6 Méthode de calcul

- Identifier les bâtiments listés ci-dessus hors zone inondable
- Résultat attendu : capacité par type d'hébergement - capacité totale

1.6.7 Représentation cartographique

Évolution de la capacité d'accueil hors zone inondable sous forme de secteur proportionnel, par commune : selon les cas (si cela est possible), distinguer rive gauche et rive droite, à mettre en regard avec le nombre de personnes à évacuer (indicateur 1). Deux représentations à réaliser : avec et sans mesures.



1.7 Indicateur P5 : Trafic journalier des réseaux de transport en zone inondable

1.7.1 Description

Cet indicateur exprime une valeur cumulée :

- des trafics moyens journaliers de véhicules enregistrés sur les infrastructures routières principales inondées (autoroutes, routes nationales, routes départementales, axes urbains, ... suivant l'échelle du territoire considéré) ;
- des trafics moyens journaliers de voyageurs empruntant les infrastructures ferroviaires inondées (trains, ou plus localement métro, tramway).

Dans le cas où ces données ne seraient pas disponibles, il peut être remplacé par le nombre d'axes routiers et ferroviaires situés en zone inondable.

Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.7.2 Portée

Cet indicateur fournit un ordre de grandeur de l'effet des mesures sur les flux routiers ou ferroviaires (transport de personne et/ou de marchandises) impactés par l'inondation.

1.7.3 Limites

- L'indicateur donne une valeur absolue qui ne permet pas de traduire directement le degré de perturbation des transports sur le secteur étudié ou plus largement à l'échelon supérieur (régional, national...) compte tenu de la nature des axes considérés, des trafics sur les axes non impactés et des possibilités éventuelles d'itinéraires de contournement ;
- L'indicateur ne prend pas en compte les perturbations pouvant provenir de l'inondation d'une gare ferroviaire ;
- L'indicateur ne prend pas en compte la vulnérabilité réelle des réseaux de transport.

1.7.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.7.5 Données en entrée

- BD Topo classe ROUTE, attribut CL_ADMIN valant « Autoroute », « Nationale », « Départementale » ou « Autre » ;
- BD Topo classe TRONCON_VOIE_FERREE, attributs NATURE valant « Principale » ou « Transport urbain ». Si possible ;
- Données de Trafic moyen journalier annuel (TMJA) tous véhicules confondus auprès des sociétés d'autoroutes, des Directions Interdépartementales des Routes (DIR), des conseils généraux ;
- Données de Trafic moyen journalier annuel en nombre de voyageurs auprès des gestionnaires des réseaux ferrés (SNCF, RFF, RATP, RER, etc.).

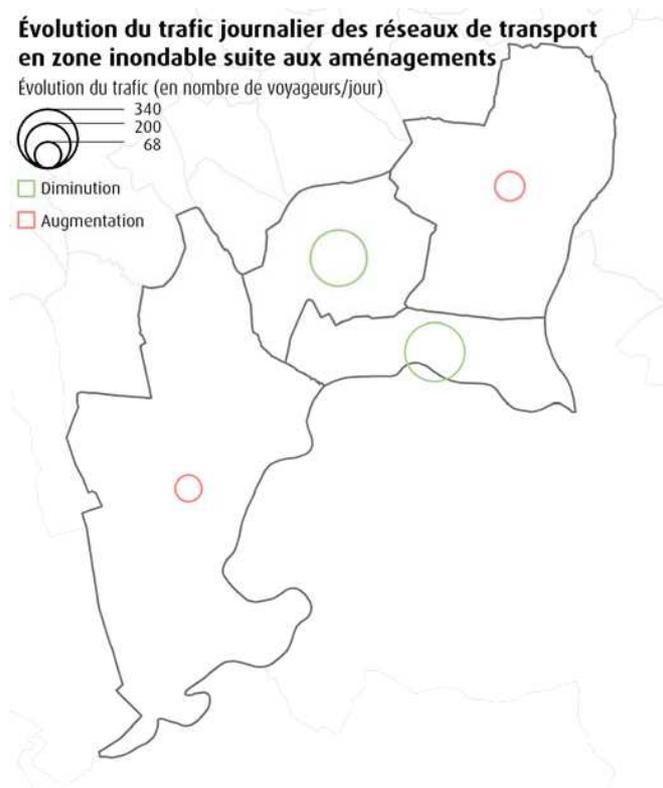
Contacts principaux pour ces données : Conseils généraux (routes départementales), DIR (routes nationales) et sociétés d'autoroutes (autoroutes), Réseau ferré de France (rail). Certaines DIR mettent en ligne sur leur site internet les données de trafic (voir les sites des DIR sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Présentation-des-services-routiers.html>), de même pour les conseils généraux.

1.7.6 Méthode de calcul

- identifier les portions de réseaux de transport situés en zone inondable. En fonction du niveau d'étude, une première approche peut consister à considérer les infrastructures interceptées par l'enveloppe inondation. En toute rigueur et pour une approche plus pertinente et rigoureuse, il sera nécessaire de comparer l'altitude des infrastructures en remblais par rapport au terrain naturel avec les niveaux d'inondation à leurs abords ;
- sommer les trafics des axes impactés par type de route (route nationale, route départementale, autoroute) au moins en un point (ou le nombre d'axes impactés) en ne comptabilisant qu'une fois un même axe inondé en plusieurs secteurs distincts, sauf si cela se justifie (points très éloignés, structuration du trafic, etc.) ;
- sommer les trafics de véhicules et de voyageurs en utilisant un coefficient de 1,4 voyageur par véhicule (données France métropolitaine, d'après une enquête ménages déplacements du CEREMA) ;
- méthode à appliquer avec et sans mesure par commune pour calculer une évolution.

1.7.7 Représentation cartographique

Évolution de trafic journalier en zone inondable, suite aux mesures, sous forme de symbole proportionnel, par commune.



1.8 Indicateur P6 : Part d'entreprises aidant à la reconstruction après une inondation dans les communes exposées

1.8.1 Description

Il s'agit de montrer l'importance de la part d'entreprises exposées du BTP possédant sur place des stocks de matériaux de construction et des engins de chantier, ne pouvant être ainsi sollicités pour la remise en état des constructions après une inondation. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.8.2 Portée

Cet indicateur sert à évaluer la résilience du territoire à l'inondation à travers sa capacité à répondre à des besoins massifs et ciblés en termes de rénovation ou de reconstruction. Toutes les entreprises du BTP sont essentielles pour la remise en état, cependant il a été considéré que la continuité d'accès à des stocks de matériaux et à des engins était un élément prépondérant de résilience du territoire. Un ratio élevé peut indiquer que le territoire est dépendant d'une aide extérieure et que les bénéfices économiques de la remise en état ne pourront que faiblement revenir aux entreprises du territoire majoritairement impactées.

1.8.3 Limites

Cet indicateur présente une difficulté de localisation précise des lieux de stockage de matériaux et/ou d'engins ; ceux-ci peuvent être différents de l'adresse du siège de l'entreprise.

1.8.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.8.5 Données en entrée

Adresse des entreprises stockant des matériaux de construction, engins de BTP, location de matériel pour le BTP sur lesPagesjaunes <http://www.pagesjaunes.fr>

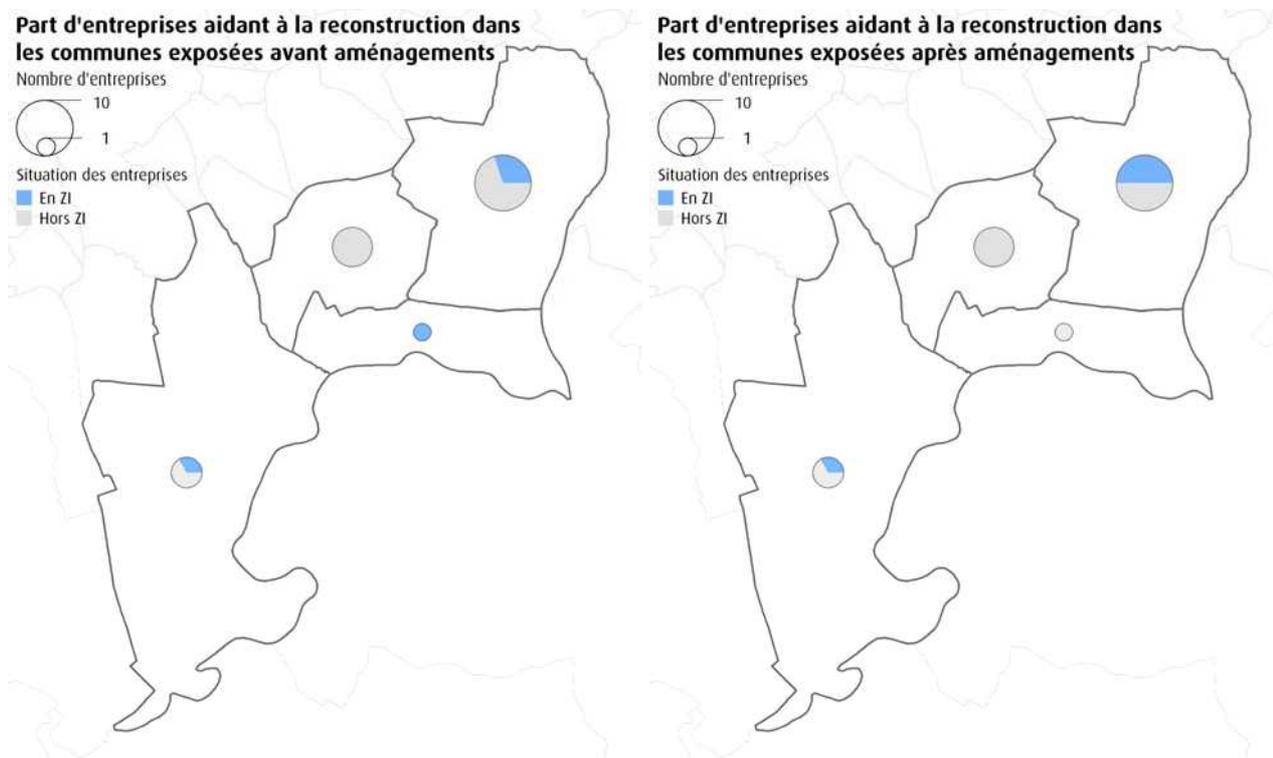
BD Sirene : codes NAF 43.11, 43.12, 43.99, 46.63Z, 49.41B, 49.41C, 77.12Z, 77.32Z.

1.8.6 Méthode de calcul

- Identifier, à partir de l'adresse des entreprises, celles situées en zone inondable et hors zone inondable dans le périmètre d'étude ;
- Réaliser le ratio entre le nombre d'entreprises en zone inondable et le nombre total d'entreprises du périmètre d'étude (résultat en %).

1.8.7 Représentation cartographique

Part communale sous forme de secteurs proportionnels (une carte avant mesures et une carte après mesures), avec part communale des entreprises en zone inondable.



1.9 Indicateur P7 : Nombre d'emplois en zone inondable

1.9.1 Description

Il s'agit d'identifier et de quantifier l'emploi en zone inondable qui sera impacté par les mesures, en raison de l'arrêt total ou partiel de l'activité de l'entreprise pour des raisons multiples telles que l'impossibilité d'approvisionnement en énergie, en stocks essentiels à la production, les difficultés d'accès à l'entreprise par les salariés, l'endommagement des outils de production, etc. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.9.2 Portée

Cet indicateur montrant l'emploi exposé fournit une évaluation de l'activité économique impactée.

Cet indicateur donne une information sur le nombre d'actifs travaillant en zone inondable en journée et pouvant être directement impactés dans leur activité professionnelle. Il peut être croisé avec l'indicateur P1 sur les populations résidentes afin de pouvoir apprécier au mieux l'importance des populations touchées.

1.9.3 Limites

- Cet indicateur n'étudie pas la vulnérabilité des salariés, ni celle des entreprises exposées à l'inondation. Il souligne seulement le nombre d'actifs exposés à l'inondation ;
- Les bases de données utilisées (notamment SIRENE) ont des limites : la répartition de l'emploi par classe n'est pas toujours correcte pour les entreprises ayant un siège social et un établissement à des adresses différentes. Cependant, l'utilisation de cette base de données permet d'évaluer les emplois du secteur public et privé, alors que la base de données MAJIC ne permet d'évaluer que les emplois du secteur privé.

1.9.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.9.5 Données en entrée

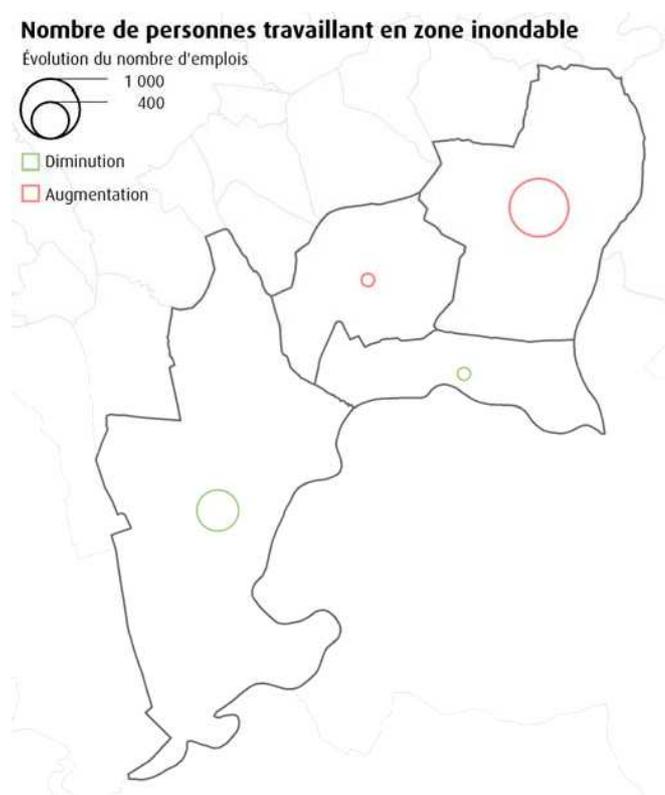
- Base de données SIRENE à l'adresse ou géolocalisées ;
- OU : Iris emploi Insee ;
- ET : Données des taxes foncières des entreprises (« MAJIC »).

1.9.6 Méthode de calcul

- Repérer, à partir du géocodage de la base SIRENE sur le périmètre de calcul, les entreprises et services publics présents dans les différents scénarii d'événements ;
 - Eliminer les établissements pour lesquels les effectifs sont manifestement erronés (certains sièges par exemple, où des milliers d'emplois sont affectés à un petit bâtiment) ;
 - Sommer les minima et maxima de la classe d'effectif de tous les établissements ;
 - Calculer, éventuellement, la moyenne;
- OU :
- Calculer le nombre de locaux à usage commercial par parcelle ;
 - Répartir le nombre d'emplois à l'Iris sur toutes les parcelles dans l'Iris, en fonction du nombre de locaux commerciaux (règle de 3) ;
 - Calculer le nombre d'emplois dans les parcelles en zone inondable;
 - Appliquer la méthode avec et sans mesure par commune pour calculer une évolution.

1.9.7 Représentation cartographique

Évolution du nombre d'emplois en zone inondable, suite aux mesures, sous forme de symbole proportionnel, par commune.



1.10 Indicateur S3 : Nombre de postes « énergie et télécommunication » en zone inondable

1.10.1 Description

L'indicateur regroupe :

- le nombre de postes de détente de gaz, de postes de transformation électrique (haute tension), de sous-station de réseaux de chaleur urbains et d'unités de production d'électricité en zone inondable, non pris en compte dans l'indicateur 12 ;
- le nombre de répartiteurs téléphoniques situés en zone inondable (si données disponibles).

Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.10.2 Portée

Une inondation provoque systématiquement des coupures sur les réseaux d'énergie et de télécommunication. Cette indisponibilité des réseaux a des conséquences directes et indirectes importantes sur le fonctionnement du territoire, pendant et après l'inondation et peut avoir des impacts sur la gestion de la crise. L'indicateur recense les points stratégiques de production et de transport d'énergie et les répartiteurs téléphoniques. Il met au même niveau les transformateurs et les centrales de production d'électricité, pour disposer d'une vision globale de ces installations.

1.10.3 Limites

- L'indicateur donne une valeur absolue qui ne permet pas de traduire directement le degré de perturbation du réseau électrique à l'échelon supérieur (régional, national...);
- Les transformateurs situés sur le réseau de distribution ne sont pas recensés, ce qui ne permet pas d'appréhender la vulnérabilité de ce dernier.

Certaines centrales de production d'électricité peuvent fonctionner en situation d'inondation.

1.10.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.10.5 Données en entrée

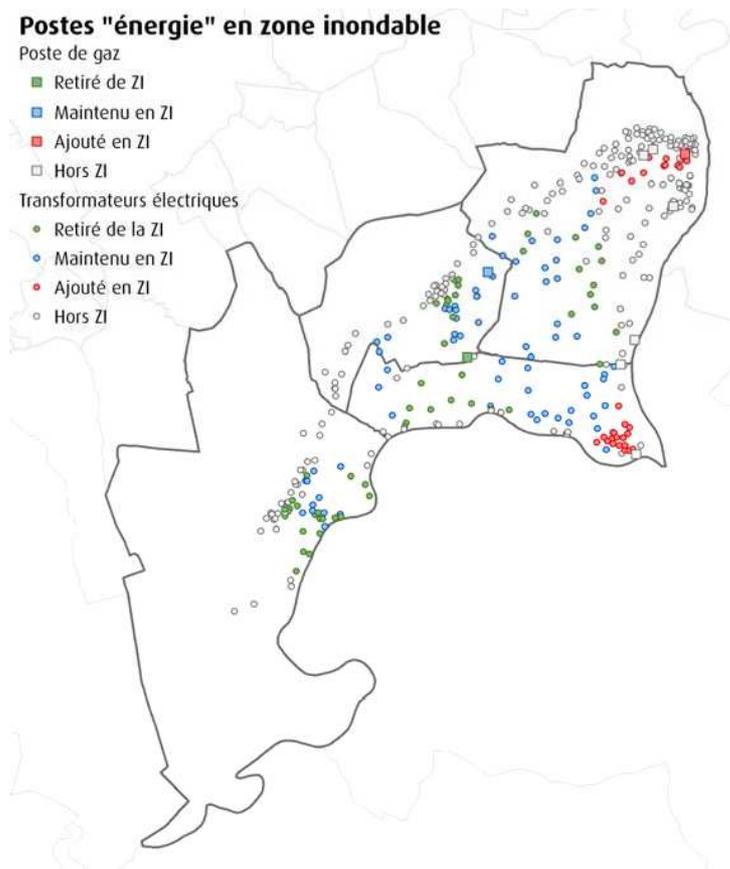
- Pour les transformateurs électriques : BD Topo Classe POSTE_TRANSFORMATION : tous les postes de transformation situés sur le réseau de lignes à haute tension (HTB) ;
- Pour les postes de détente de gaz et les installations d'énergie renouvelables (champs solaires, éoliennes), consulter les DREAL, services énergie climat air;
- Pour les sous-stations de réseaux de chaleur urbaine, consulter les opérateurs de réseau ;
- Pour les centrales électriques : BD Topo Classe PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL, dont le champ NATURE vaut « Centrale électrique » ;
- Usine où l'on produit de l'énergie électrique : centrale hydroélectrique, centrale thermique, centrale nucléaire ;
- Les centrales électriques souterraines sont exclues.
- Pour le nombre de répartiteurs téléphoniques en zone inondable, consulter les opérateurs téléphoniques.

1.10.6 Méthode de calcul

- Identifier les postes d'énergie listés ci-dessus dans les zones inondables ;
- Idem pour les répartiteurs.

1.10.7 Représentation cartographique

Ponctuelle en distinguant les grands types de postes avec couleur indiquant suite aux mesures leur situation par rapport à la zone inondable (maintenues, retirées, ajoutées ou hors zone inondable).



1.11 Indicateur P8 : Stations de traitement des eaux usées en zone inondable : charge journalière entrante en moyenne annuelle

1.11.1 Description

Charge organique journalière moyenne traitée par des stations de traitement des eaux usées (STEU) en zone inondable, exprimée soit en kg de DBO5/j, soit directement en EH = 60 g/j. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.11.2 Portée

Combiné avec les zonages environnementaux (cf. indicateur 11), cet indicateur renseigne sur le degré d'importance d'une pollution organique qui serait générée par le dysfonctionnement des installations de traitement des eaux usées domestiques situées en zone inondable.

Il permet également de s'interroger qualitativement sur les conséquences indirectes d'une perturbation étendue au réseau de collecte, avec des risques de propagation des dommages au-delà de la zone inondable (par refoulement) : par exemple, fermeture des établissements de santé ne pouvant plus rejeter leurs eaux usées.

1.11.3 Limites

- Cet indicateur ne permet pas d'appréhender la vulnérabilité réelle des équipements concernés qui peuvent être calés au-dessus de la cote de l'inondation considérée ou bien avoir intégré le risque d'inondation à leur mode de fonctionnement. Ainsi, certaines stations ont été aménagées pour pouvoir continuer à assurer un traitement satisfaisant en cas d'inondation (surélévation et ancrage de bassins, équipements électriques hors d'eau, etc.). Une des mesures évaluées peut justement être des travaux d'aménagement d'une station de traitement.
- Compte tenu du facteur de dilution important en période de crue, l'impact sur le milieu naturel du rejet de volumes d'eaux usées non traitées ou de boues d'épuration est difficile à évaluer. Le problème se situe davantage à la décrue car la remise en service des équipements n'est généralement pas immédiate. Ne représente qu'une partie des sources de pollution possibles en cas d'inondation.
- L'indicateur ne renseigne pas sur la vulnérabilité des stations de traitement aux coupures de réseaux électriques et les impossibilités d'accès du personnel d'astreinte à ces installations ne sont pas prises en compte.

1.11.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.11.5 Données en entrée

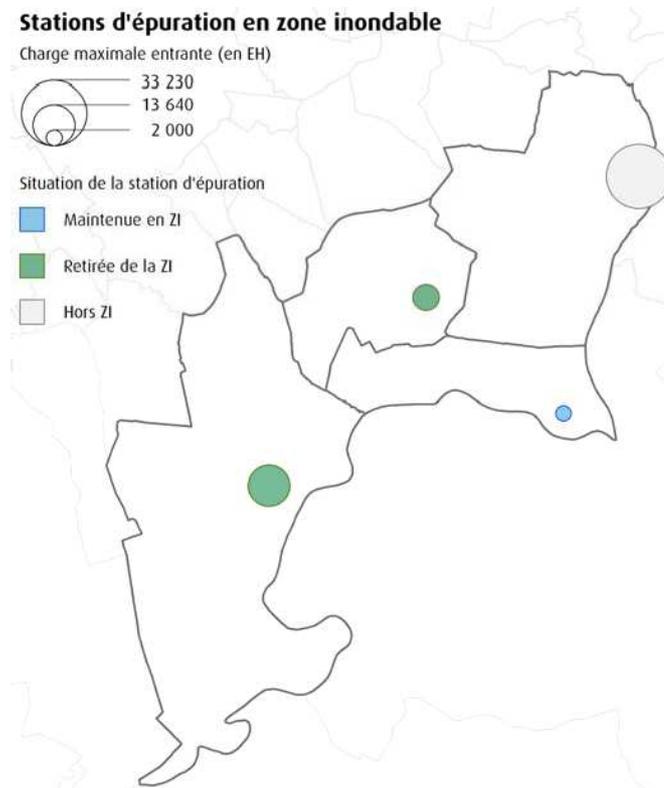
- Base de données « ERU » (Eaux résiduaires urbaines), disponible sur : <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/services.php>. Commune d'implantation, Coordonnées (X, Y), pollution entrante (Équivalent habitant EH), débit entrant (m³/jour).
- Vérifier la mise à jour de ces données auprès de la DDT(M) ou de l'Agence de l'Eau.

1.11.6 Méthode de calcul

- Sélection des stations de traitement des eaux usées en zone inondable
- Somme des pollutions entrantes (EH) par commune.

1.11.7 Représentation cartographique

Représentation ponctuelle avec symbole proportionnel en fonction de la charge entrante en équivalent habitant et couleur indiquant suite aux mesures la situation des stations d'épuration par rapport à la zone inondable (maintenues, retirées, ajoutées ou hors zone inondable).



1.12 Indicateur P9 : Déchets - Capacités de traitement et de stockage en zone inondable.

1.12.1 Description

Les installations prises en compte par l'indicateur sont les installations de traitement, stockage, transit et valorisation des déchets non dangereux. Les rubriques de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement sont les rubriques 2710, 2711, 2714, 2715, 2716, 2771, 2780, 2781, 2782, 2791. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.12.2 Portée

Cet indicateur permet de mesurer l'effet du projet sur les capacités de traitement et de stockage des déchets non dangereux. Lorsqu'une inondation survient, une quantité très importante de déchets est produite : débris, déchets verts, encombrants, matériaux de construction, etc. En cas d'atteinte d'un site de traitement ou de stockage de déchets, les déchets habituels de type ordures ménagères ainsi que tous les déchets supplémentaires provoqués par la crue, ne pourront pas être traités ou stockés. C'est pourquoi l'information sur les capacités de traitement et de stockage des déchets avant et après les mesures proposées est une information importante du point de vue environnemental et organisationnel. Les stations d'épuration industrielles (rubriques 2750 à 2752) sont traitées dans l'indicateur P9. Les installations de traitement ou de stockage de déchets dangereux doivent être prises en compte dans l'indicateur 12 qui traite des installations potentiellement polluantes pour l'environnement.

1.12.3 Limites

- L'indicateur ne donne pas les quantités de déchets potentiellement générées par l'inondation. Il donne seulement une indication sur la disponibilité des capacités de traitement et de stockage des différents types d'installations présentes dans la zone inondable.
- Les installations couvertes par la rubrique 2710 de la nomenclature des installations classées peuvent concerner des déchets non dangereux ou dangereux. Aussi, cet indicateur est lié et/ou complète l'indicateur 12.

1.12.4 Périmètre de calcul

Ensemble des communes ayant une partie de zone inondable sur leur territoire.

1.12.5 Données en entrée

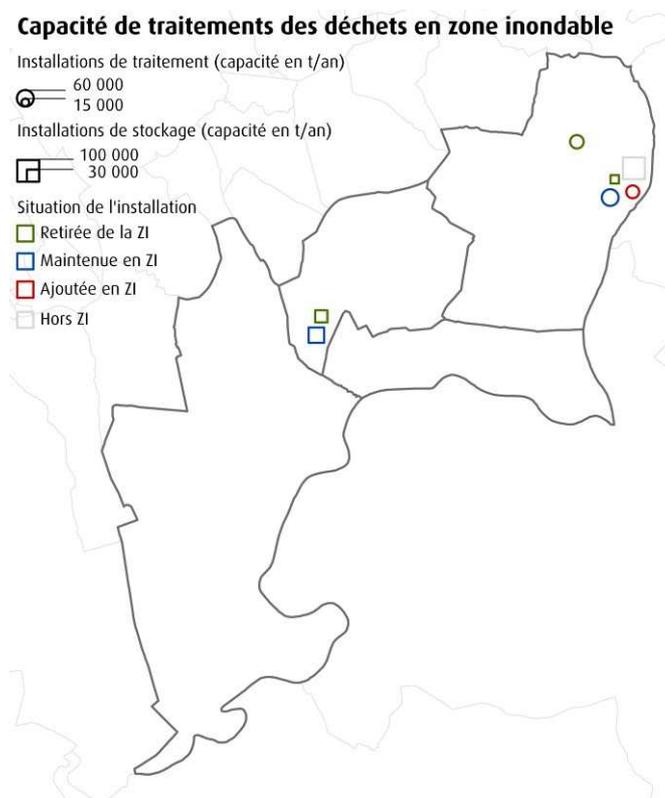
- Source principale: <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>.
- Pour les déchèteries, utiliser les pages jaunes ou la base de données SINOE : <http://www.sinoe.org/index.php> (encours de refonte)
- Contacts principaux pour les données : Conseils généraux et DREAL / Services prévention des risques.

1.12.6 Méthode de calcul

- Sur le site <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>, utiliser l'outil de recherche par établissement. Sélectionner la région, le département, la commune et le secteur d'activités « déchets et traitement ». Une liste d'établissements s'affiche. Chaque établissement correspond à une fiche descriptive qui comporte les coordonnées X, Y et parfois la quantité de déchets traités. Télécharger la base de données IREP complète (rubrique Téléchargements) si les fiches ne comportent pas de données sur les quantités de déchets traitées. Elle comporte plusieurs fichiers qui nécessitent un croisement : code commune, X, Y des établissements, identifiant d'établissements, quantités de déchets non dangereux traités.

1.12.7 Représentation cartographique

Représentation ponctuelle avec symbole proportionnel aux volumes traités et stockés, en distinguant les installations de traitement et les installations de stockage, et couleur indiquant suite aux mesures la situation des installations de traitement et de stockage des déchets par rapport à la zone inondable (maintenues, retirées, ajoutées ou hors zone inondable).



1.13 Indicateur P10 : Nombre de sites dangereux en zone inondable

1.13.1 Description

Cet indicateur recense les installations classées au titre du Code de l'environnement (Seveso, IPPC), les installations nucléaires de base (INB) et d'autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) au cas par cas, notamment les installations de traitement et de stockage de déchets dangereux. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

Pour mémoire, dans l'analyse qualitative, cet indicateur devra être mis en lien avec les données de santé humaine.

1.13.2 Portée

Une inondation peut provoquer par effet domino des accidents dans les établissements Seveso et dans les INB (explosion conduisant à des effets de surpression, des effets thermiques et/ou des projections, combustion conduisant à des effets thermiques, rejets de produits toxiques ou radioactifs). Au-delà de ces sites particulièrement dangereux (risque accidentel), certains sites peuvent détenir des produits polluants ou réactifs à l'eau ou des procédés pouvant générer des pollutions ou des accidents en cas de pertes d'utilités liés à l'inondation (perte électricité, gaz, alimentation en eau). Les établissements IPPC, par définition gros émetteurs, peuvent être sources de pollutions en situation dégradée due à l'inondation, en l'absence de traitement des rejets. D'autres ICPE, de par leurs activités et produits stockés (par exemple : déchets dangereux), peuvent également être sources de risque accidentel ou de polluants. Les installations de traitement et de stockage de déchets non dangereux ne sont pas à prendre en compte, puisqu'elles figurent dans l'indicateur 10.

1.13.3 Limites

La limite de l'indicateur provient du fait que celui-ci prend en compte uniquement les installations industrielles classées au titre de la législation des installations classées. D'autres installations peuvent potentiellement polluer l'environnement en cas d'inondation.

Le niveau de vulnérabilité réel de ces établissements face à l'inondation n'est pas appréhendé.

1.13.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.13.5 Données en entrée

- Établissements industriels : BD Topo, classe PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL, dont le champ NATURE vaut « Usine ».
- Pour les installations nucléaires de base, l'ASN publie chaque année la liste communale des installations nucléaires de base.
- Pour les installations de stockage et de traitements des déchets dangereux : rubriques 2712, 2713, 2717, 2718, 2719, 2720, 2730, 2731, 2740, 2751, 2760, 2770, 2790, 2795 de la base de données « installations classées » <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/rechercheICForm.php>.
- Établissements Seveso, IPPC et autres ICPE : base de données « installations classées » - <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/rechercheICForm.php>, et http://gidic.dgpr.i2/sigic/sigic/mdr_icpe.htm pour les services du MTES.

Sélectionner les établissements AS, SB et IPPC sur les communes du périmètre d'étude. Chaque fiche d'établissement renvoie sur le site du Registre Français des émissions Polluantes <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/> qui fournit généralement les coordonnées des établissements.

Contact principal concernant ces données : DREAL (services prévention des risques)

1.13.6 Méthode de calcul

- Identifier les bâtiments listés ci-dessous dans les zones inondables

1.13.7 Représentation cartographique

Ponctuel avec couleur indiquant suite aux mesures la situation des stations d'épuration par rapport à la zone inondable (maintenues, retirées, ajoutées ou hors zone inondable).



1.14 Indicateur S4 : Espaces naturels protégés : superficie d'espaces protégés en zone inondable.

1.14.1 Description

L'indicateur concerne les espaces protégés et les inventaires d'espaces naturels. Il permet de mesurer les superficies des zones à fort enjeu écologique en zone inondable. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.14.2 Portée

Les espaces et inventaires à prendre en compte dans cet indicateur sont:

- les espaces protégés ;
- les sites Ramsar ;
- les terrains du conservatoire du littoral;
- les sites des conservatoires d'espaces naturels;
- les zones Natura 2000 : Sites d'importance communautaire/zones spéciales de conservation et zones de protection spéciale ;
- les parcs nationaux (distinguer cœurs et aires d'adhésion) ;
- les réserves naturelles nationales ;
- les réserves naturelles régionales ;
- les réserves naturelles de Corse ;
- les arrêtés de protection de biotope;
- les réserves nationales de chasse et faune sauvage ;
- les réserves biologiques. Les inventaires :
 - les Znieff de type 1 ;
 - les Znieff de type 2.

1.14.3 Limites

Il s'agit ici d'une première approche simplifiée. Cet indicateur ne donne qu'une vision partielle de l'impact du projet sur les espaces naturels. Il ne fournit en effet que la superficie (totale et par type d'espaces) impactée, sans préciser si c'est positivement ou négativement. Ainsi, cet indicateur surfacique ne remplace pas une étude d'impact par type d'espace ou d'inventaire, de la modification des niveaux d'eau, des vitesses de courant, des durées et des fréquences d'inondation, pouvant conduire notamment à l'assèchement de zones humides.

1.14.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.14.5 Données en entrée

- Données disponibles sur le site du MNHN : <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique> ;
- Données concernant les sites des conservatoires d'espaces naturels sont disponibles auprès de la fédération des conservatoires des espaces naturels: <http://www.enf-conservatoires.org/home.php>.

1.14.6 Méthode de calcul

- Découper les polygones des espaces naturels en ne conservant que les parties contenues dans les zones inondables.

- Assembler et fusionner les différentes tables en une seule : plusieurs zones peuvent se superposer, l'objectif est d'obtenir une surface « enveloppe » des espaces naturels.
- Sommer la surface des polygones en zone inondable (surface totale sans double compte) par commune.
- Sommer la surface des polygones en zone inondable pour chaque type d'espace, par commune.
- Résultat en hectares
- Méthode à appliquer avec et sans mesure par commune pour calculer une évolution.

1.14.7 Représentation cartographique

Évolution des surfaces d'espaces protégés en zone inondable, suite aux mesures, sous forme de symbole proportionnel, par commune.



1.15 Indicateur P11 : Nombre de bâtiments patrimoniaux, et surface de sites remarquables en zone inondable

1.15.1 Description

L'indicateur porte sur les monuments historiques, les sites archéologiques et les sites remarquables (inscrits, classés, ...). Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.15.2 Portée

Ces monuments, mémoire de notre histoire, peuvent être fortement endommagés en cas d'inondation. Par ailleurs, certains de ces monuments détiennent des œuvres historiques, dont la perte est souvent irréversible. L'indicateur évalue l'impact des mesures sur le patrimoine foncier et naturel. Il concerne des bâtiments, mais aussi des ouvrages d'art.

1.15.3 Limites

Le nombre de bâtiments et de sites remarquables concernés ne reflète pas leur valeur, ni leur importance. Cependant, il s'agit d'une approche simple.

1.15.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.15.5 Données en entrée

- Les DRAC disposent généralement sur leur site internet de la liste des édifices protégés (au titre de la législation sur les monuments historiques) par département, et de leur adresse.
- Les DREAL disposent de la liste des sites inscrits et classés³ (monuments naturels ou sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque présentant un intérêt général).

1.15.6 Méthode de calcul

- Identifier les bâtiments listés ci-dessus dans les zones inondables ;
- Identifier les sites inscrits et classés dans les zones inondables, en calculer la surface en zone inondable.

3

Les articles L.341-1 à 342-22 du code de l'environnement définissent l'inscription et le classement des sites :

- L'inscription est la reconnaissance de l'intérêt d'un site dont l'évolution demande une vigilance toute particulière. C'est un premier niveau de protection pouvant conduire à un classement ;
- Le classement est une protection très forte destinée à conserver les sites d'une valeur patrimoniale exceptionnelle ou remarquable.

1.15.7 Représentation cartographique

Ponctuelle pour les monuments avec couleur indiquant suite aux mesures leur situation par rapport à la zone inondable (maintenues, retirées, ajoutées ou hors zone inondable). En évolution de surface par commune pour les sites inscrits et classés.



1.16 Indicateur S5 : Nombre annuel de visiteurs dans les musées situés en zone inondable.

1.16.1 Description

L'indicateur recense le nombre annuel de visiteurs dans les musées présents en zone inondable. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

1.16.2 Portée

Outre le caractère architectural d'un musée, qui peut présenter un intérêt susceptible d'être atteint par une inondation, la perte de collections est irréversible. Il s'agit ici de repérer les musées potentiellement concernés et de pondérer l'importance de ces structures, suivant le nombre annuel de visiteurs.

1.16.3 Limites

- L'indicateur ne quantifie pas les œuvres présentées dans les musées, mais le nombre de visiteurs peut être une bonne approche en termes de vulnérabilité du patrimoine.
- L'indicateur ne prend pas en compte le fait que des œuvres d'art peuvent être exposées dans d'autres lieux que des musées.

1.16.4 Périmètre de calcul

Uniquement sur la zone inondable.

1.16.5 Données en entrée

- Liste des ERP (indicateur 4) issue du SDIS, pouvant être complétée par :
 - 1 315 musées sont recensés (par leurs adresses) dans la base de données MUSEOFILE accessible sur le site internet: <http://www.culture.gouv.fr/documentation/museo/museo-carto.htm> ;
 - La BD Topo, classe PAI_CULTURE_LOISIRS dont le champ NATURE vaut « Musée », est également une source de données permettant de géolocaliser ce type d'établissements ;
 - Les pages jaunes donnent également de bons résultats avec le mot clé « musée » et la commune concernée. Les établissements étant présentés sur un plan, ce site internet peut faciliter la géolocalisation.

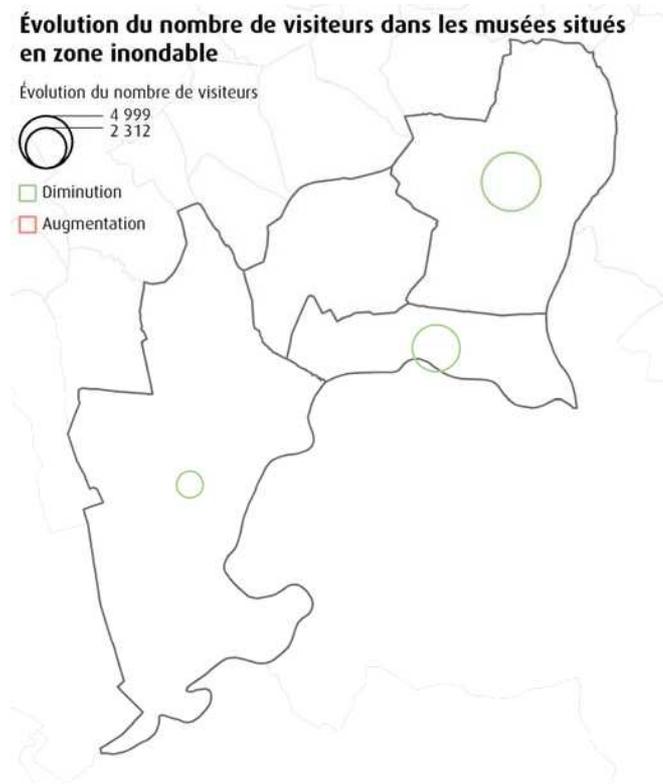
Contact principal concernant ces données : SDIS (établissements recevant du public)

1.16.6 Méthode de calcul

- Après les avoir géolocalisés, contacter les musées exposés pour connaître le nombre annuel de visiteurs. Sommer le nombre de visiteurs par commune.
- Appliquer cette méthode avec et sans mesure par commune pour calculer une évolution.

1.16.7 Représentation cartographique

Évolution du nombre de visiteurs de musées en zone inondable suite aux mesures, sous forme de symbole proportionnel, par commune.



A2 Indicateurs de dommages : les fonctions de dommages



2.1 Indicateur M1 : dommages aux logements

2.1.1 Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux logements »

Les fonctions de dommages aux logements se déclinent en fonctions de dommages au mobilier et fonctions de dommages aux bâtis en fonction de la hauteur d'eau et de la durée de submersion. Les fonctions de dommages aux bâtis des logements sont proposées en fonction du type de logement. Elles sont complétées par des fonctions de dommages au mobilier données en fonction du caractère collectif ou individuel du logement (cf : guide méthodologique 5.1.4.1).

Deux types de fonctions sont proposés :

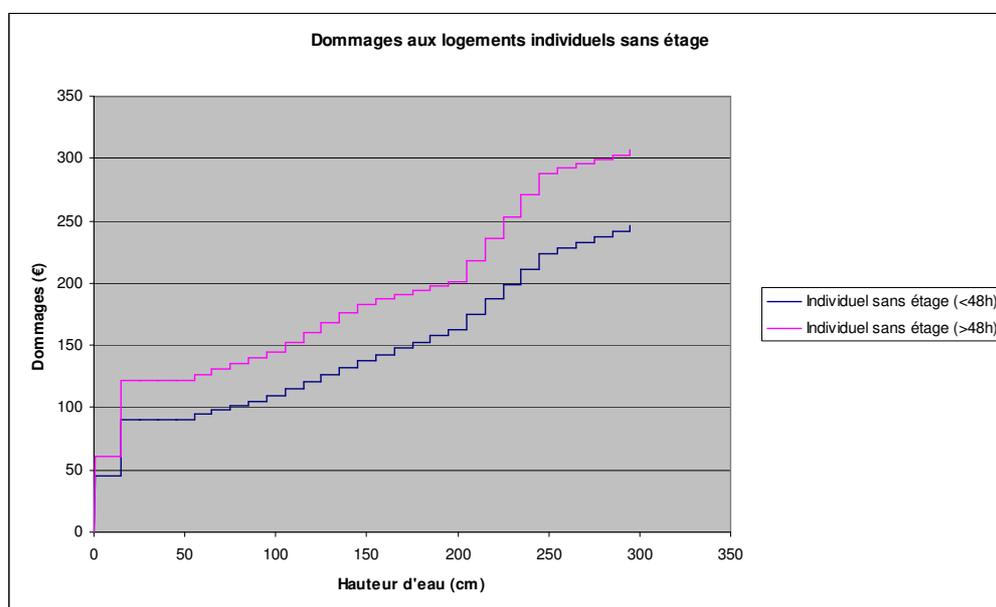
- Fonctions de dommages surfaciques (au mobilier ou au bâti) ;
- Fonctions de dommages à l'entité de bien (au mobilier ou au bâti).

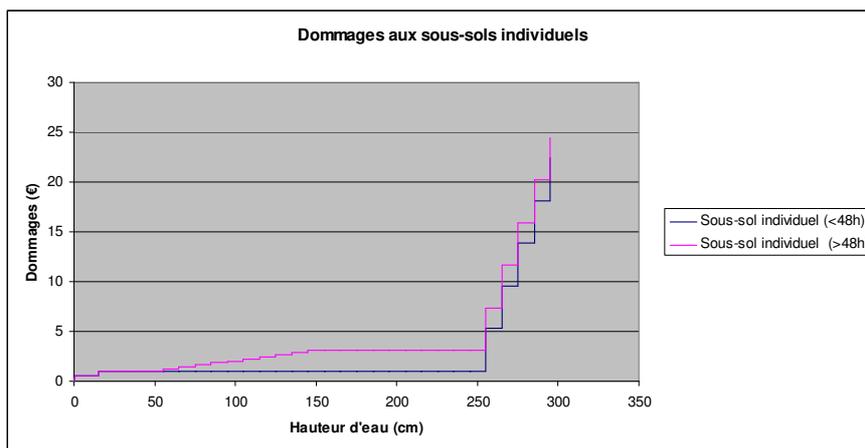
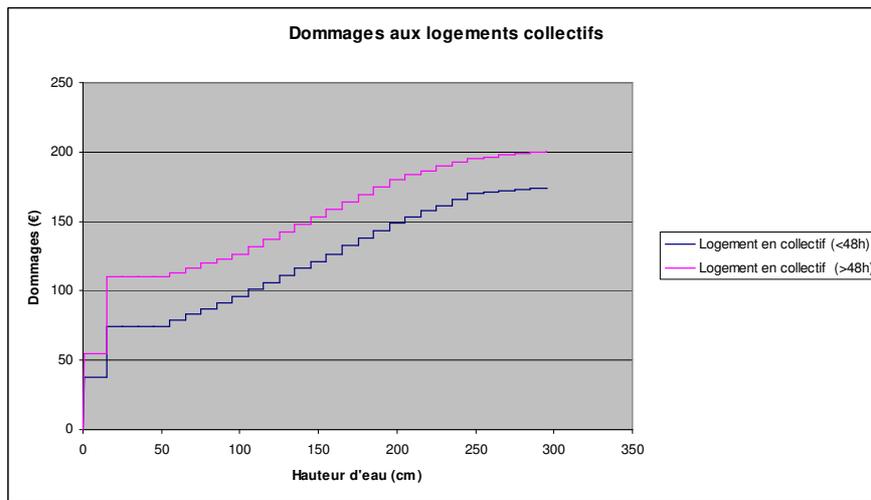
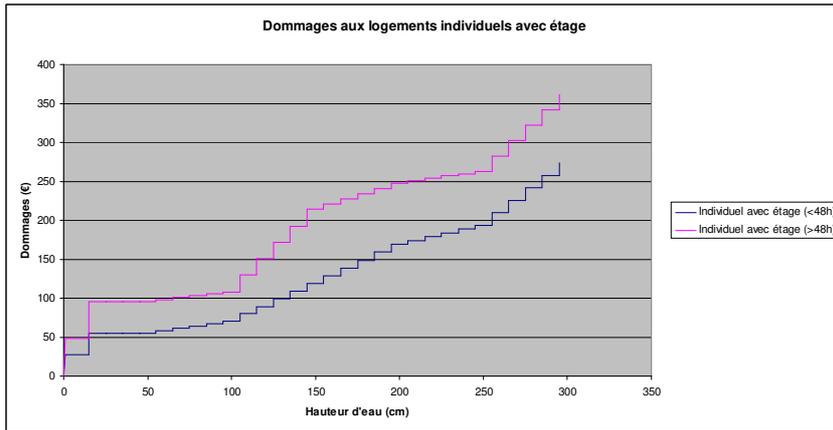
Les dommages sont actualisés en €2016.

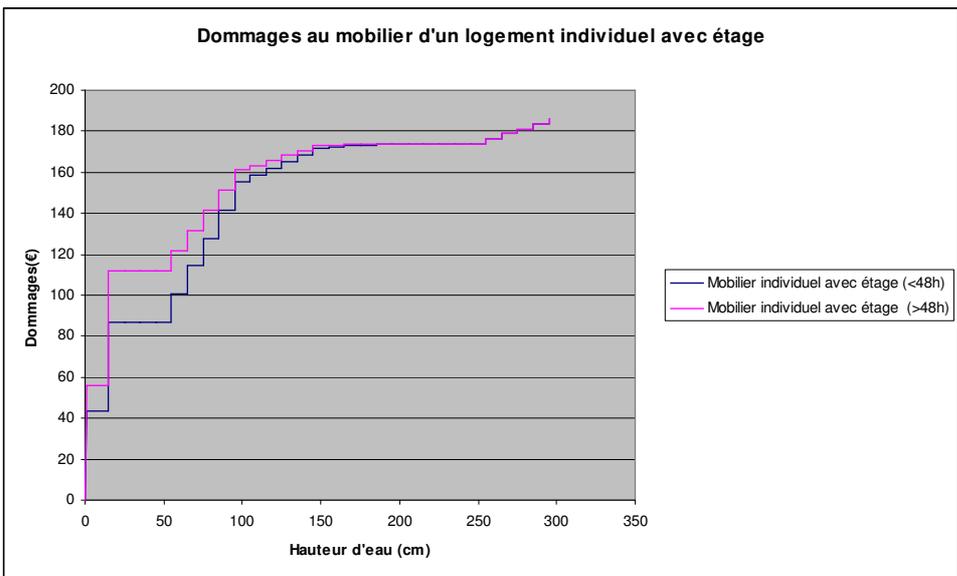
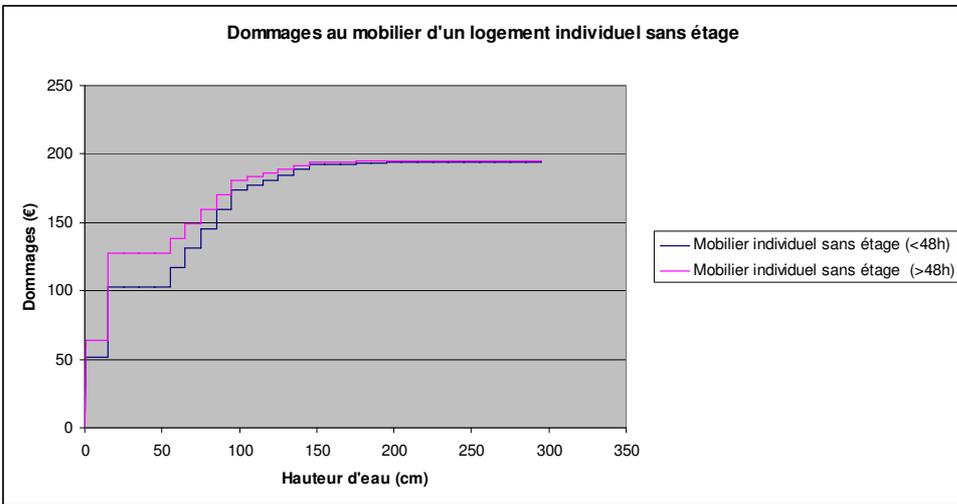
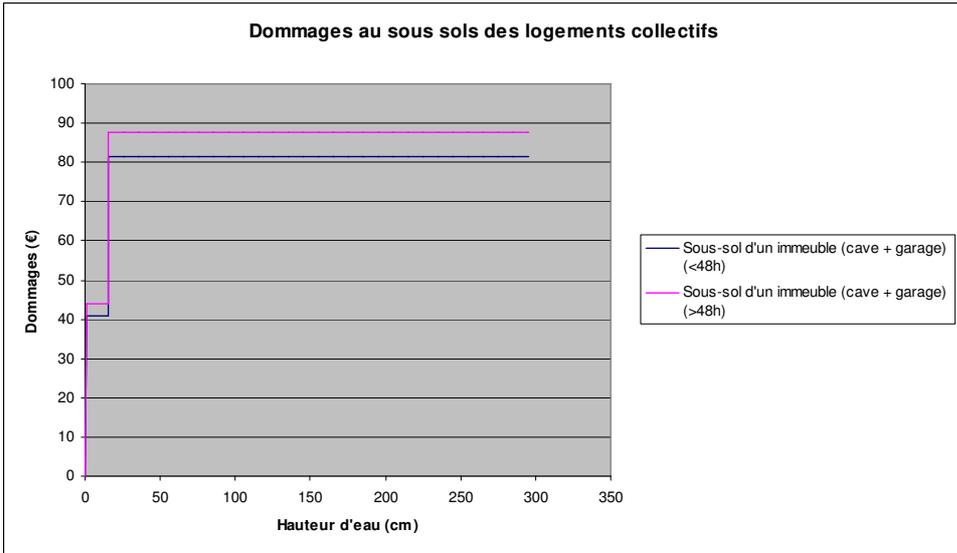
2.1.2 Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines

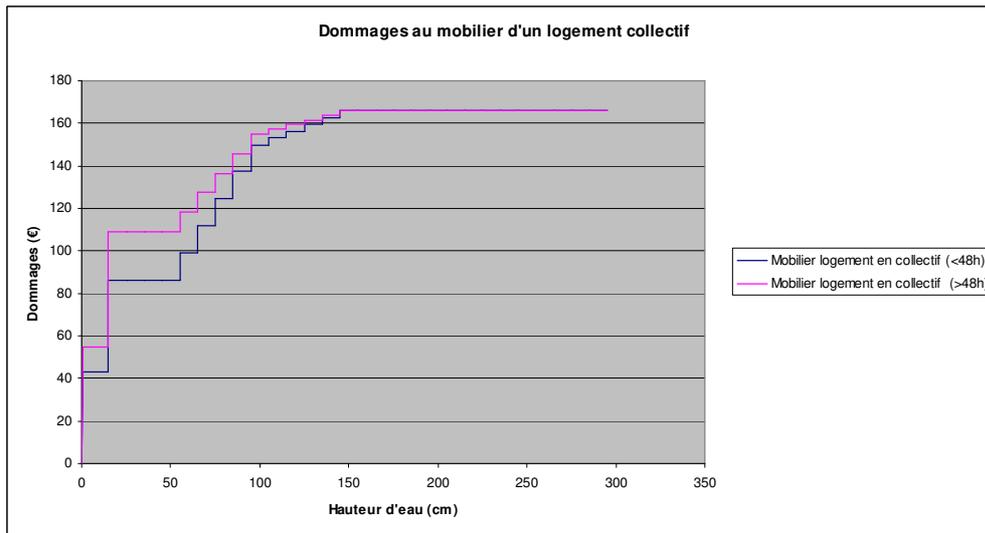
Fonctions de dommages moyennés à l'entité de bien

Dommmages en €2016/logement

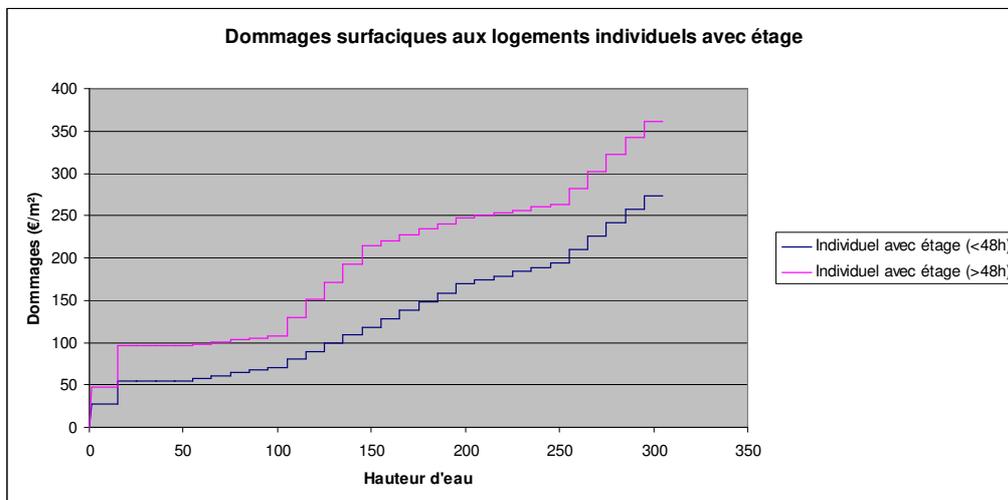
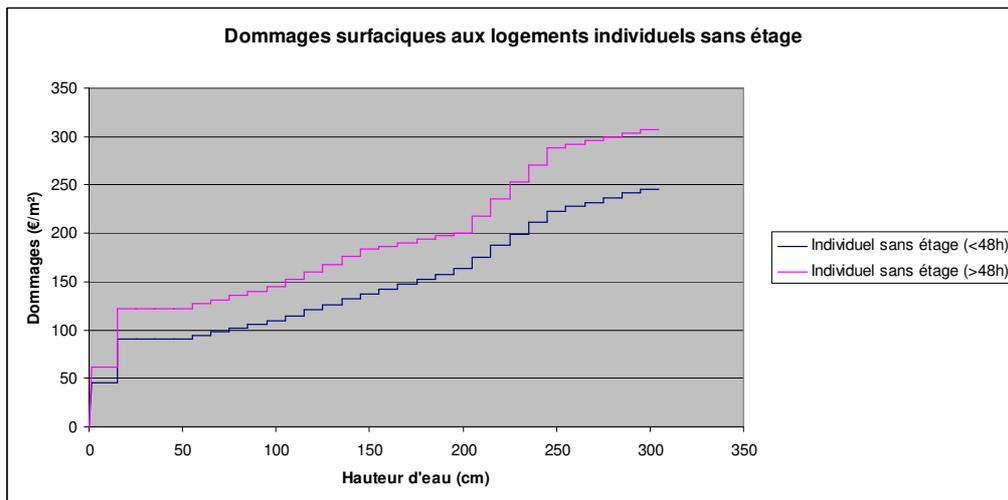


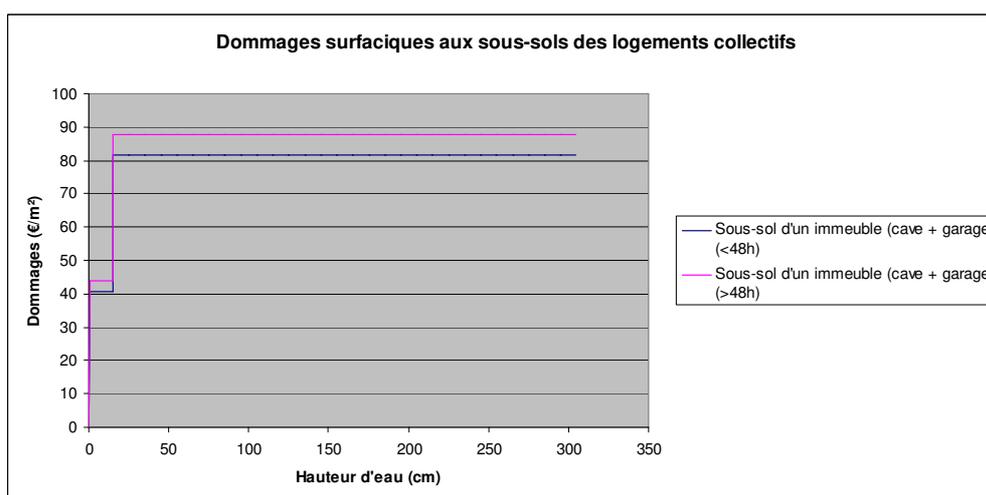
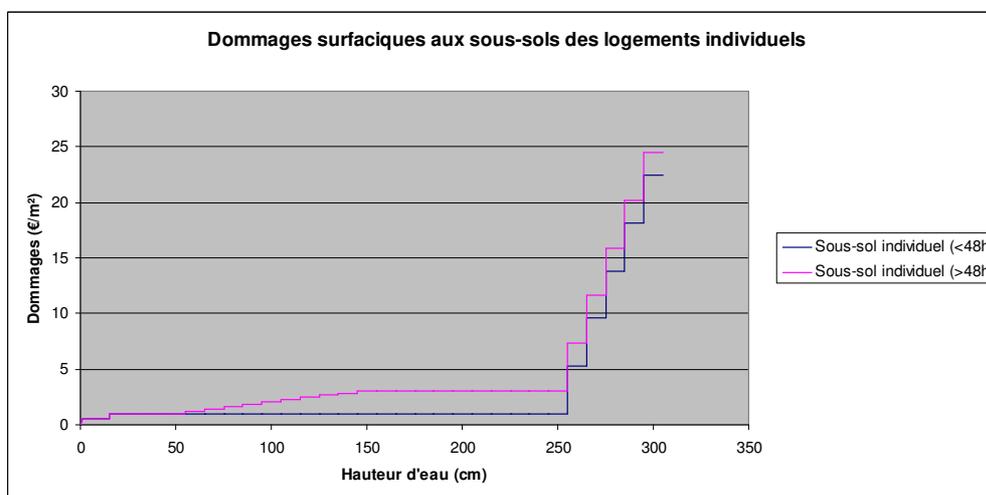
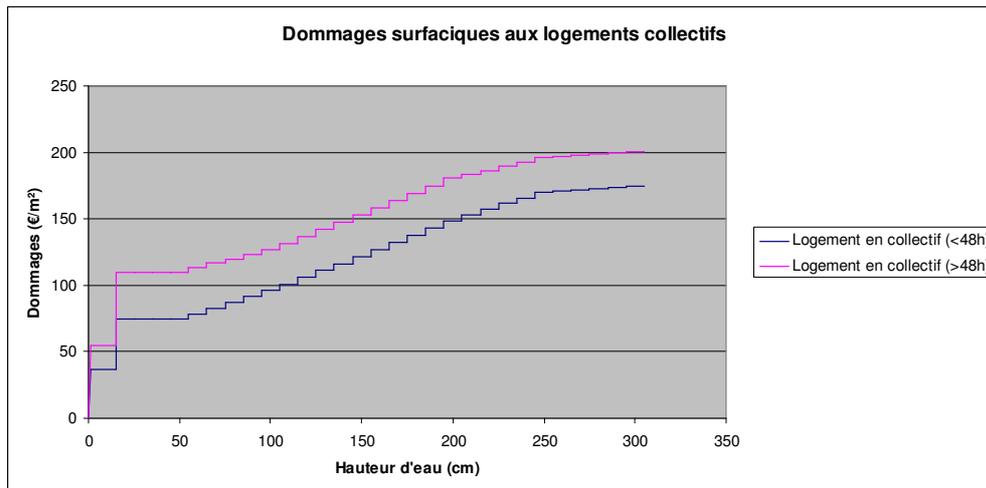


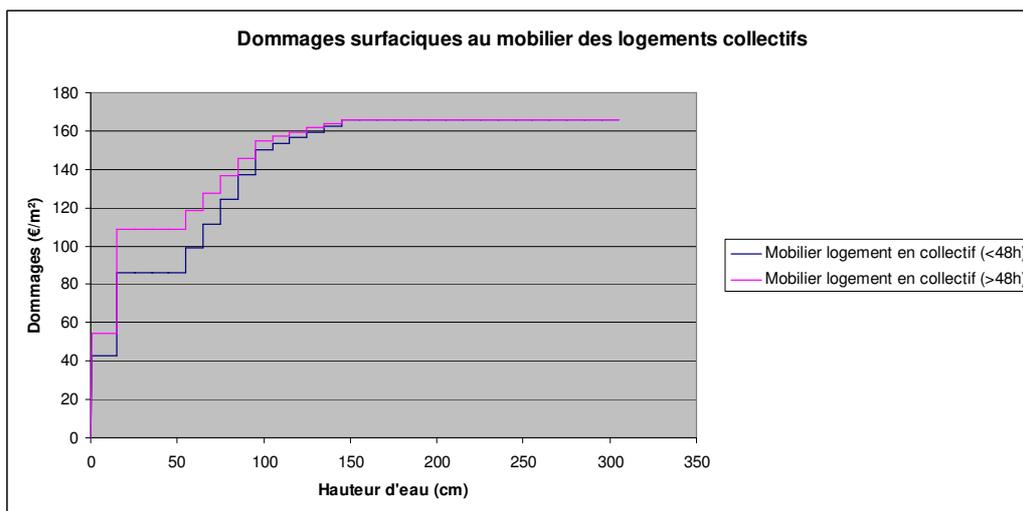
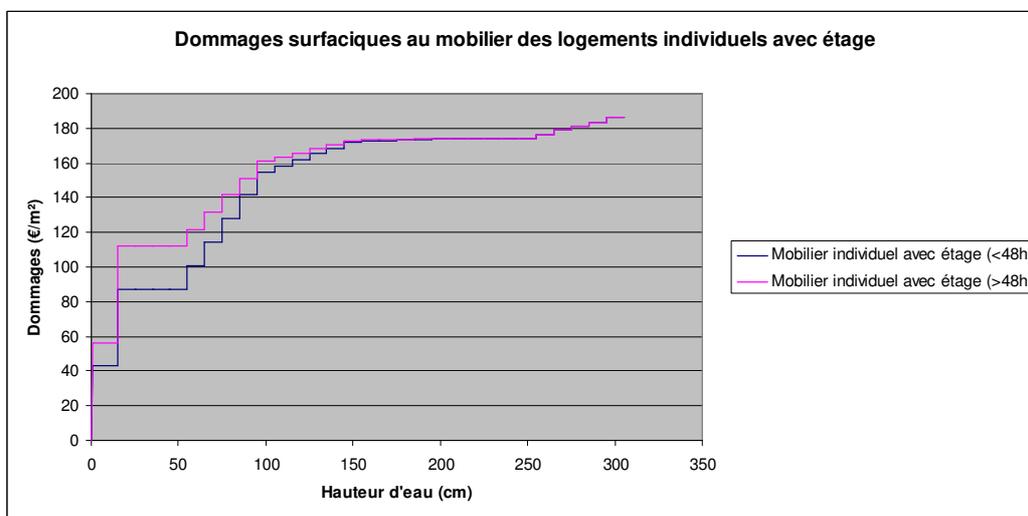
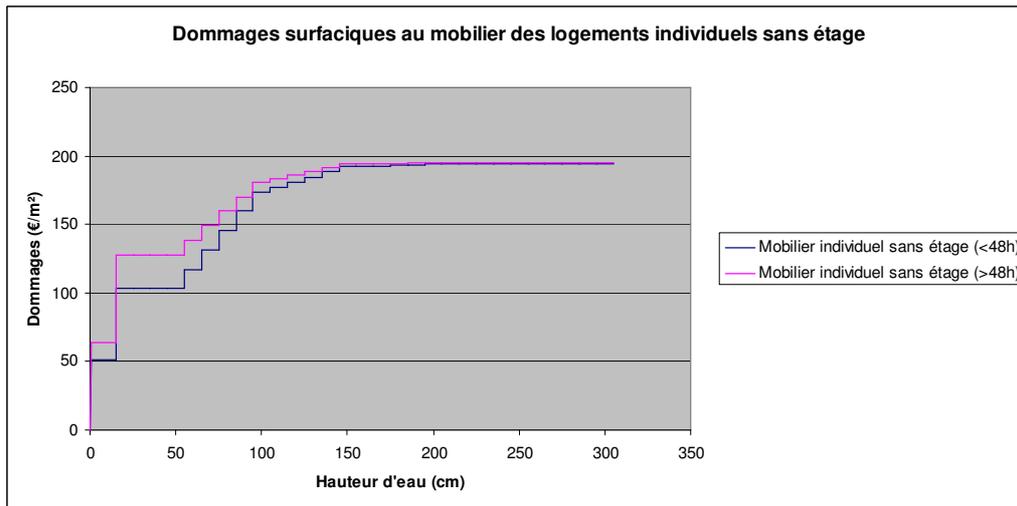




Fonctions de dommmages moyennés surfaciques
 Dommmages en €2016/logement

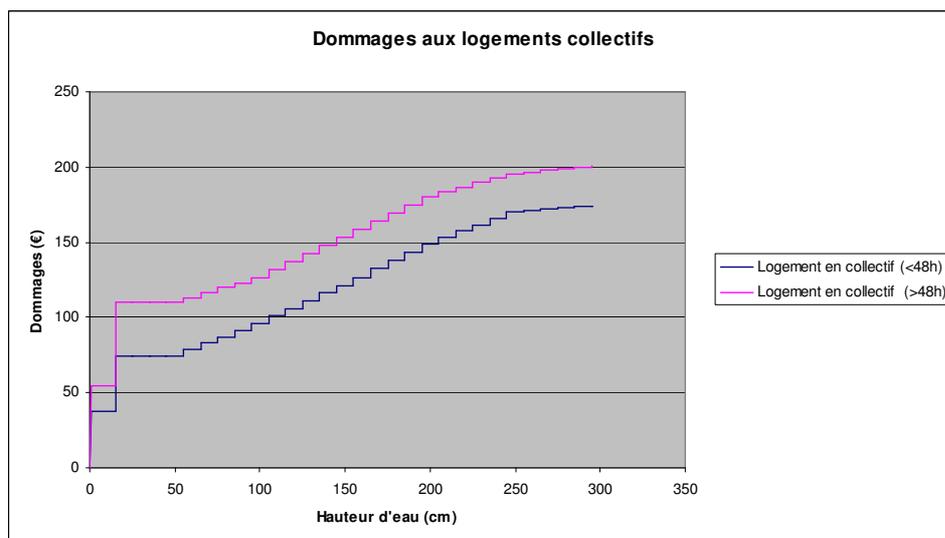
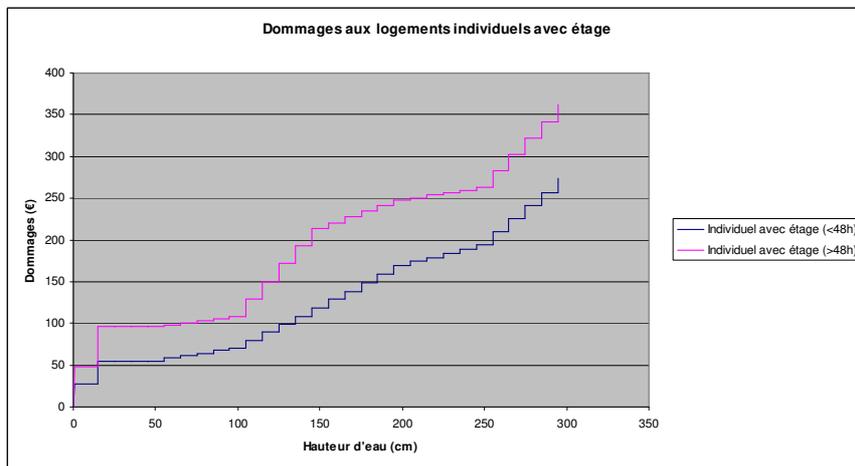
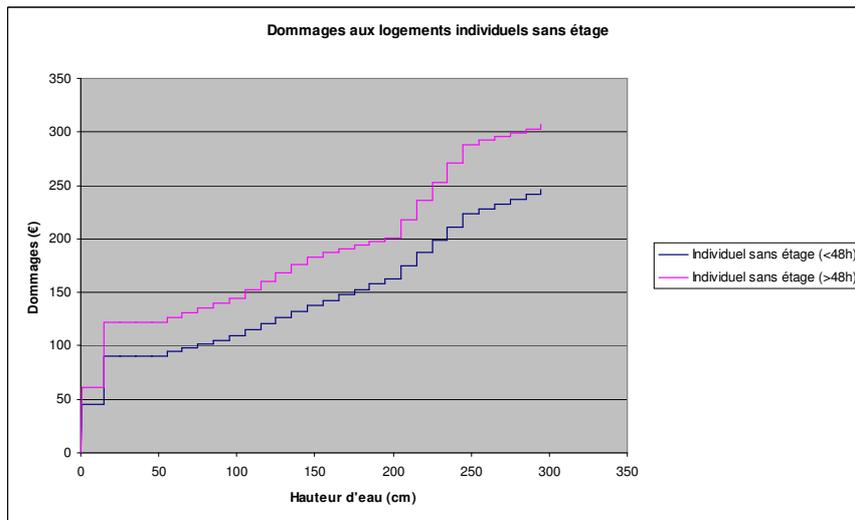


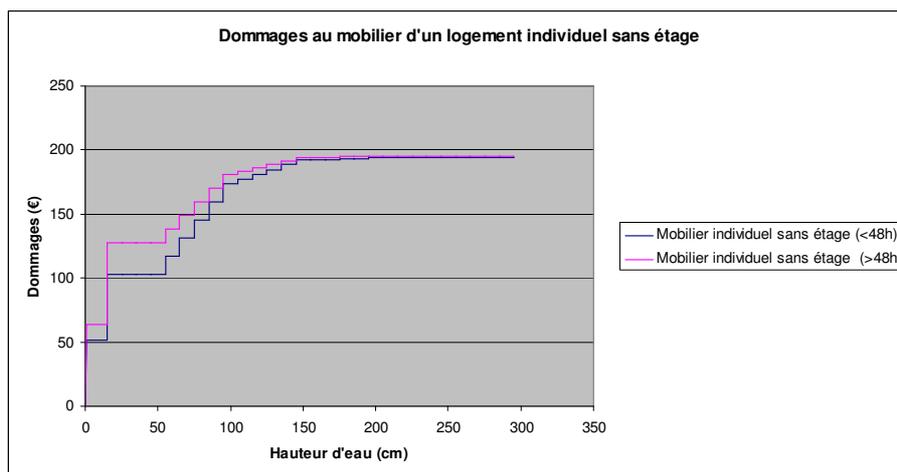
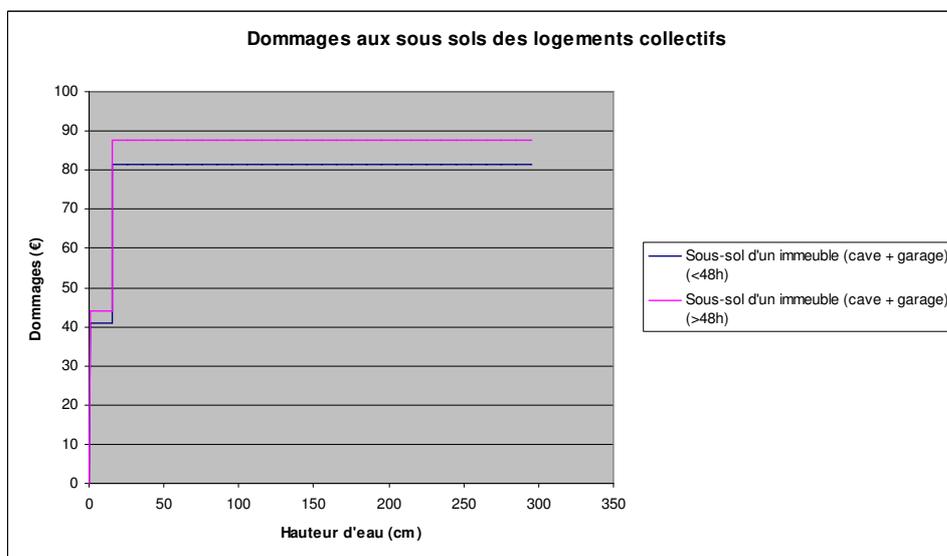
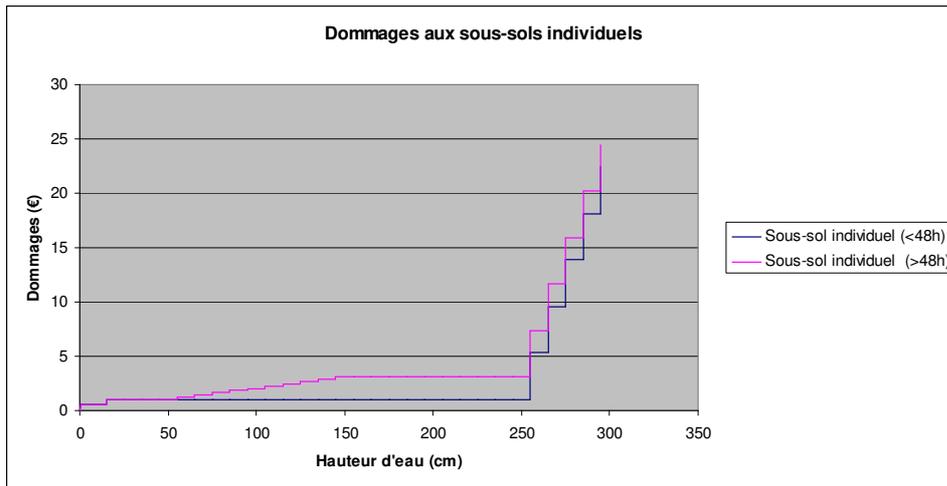


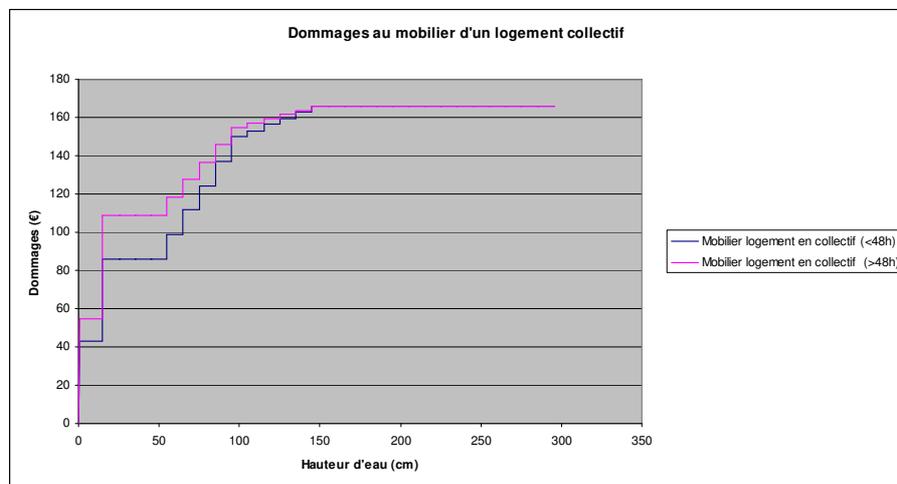
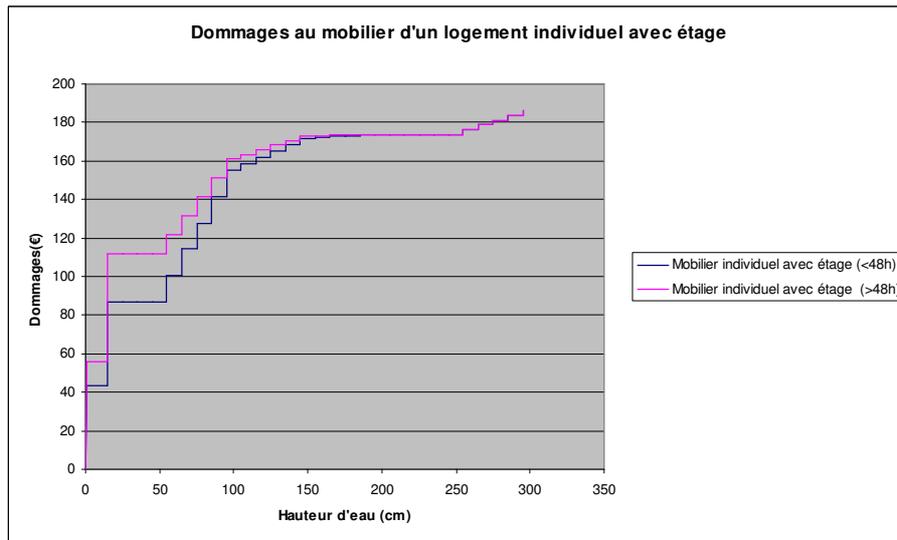


2.1.3 Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines

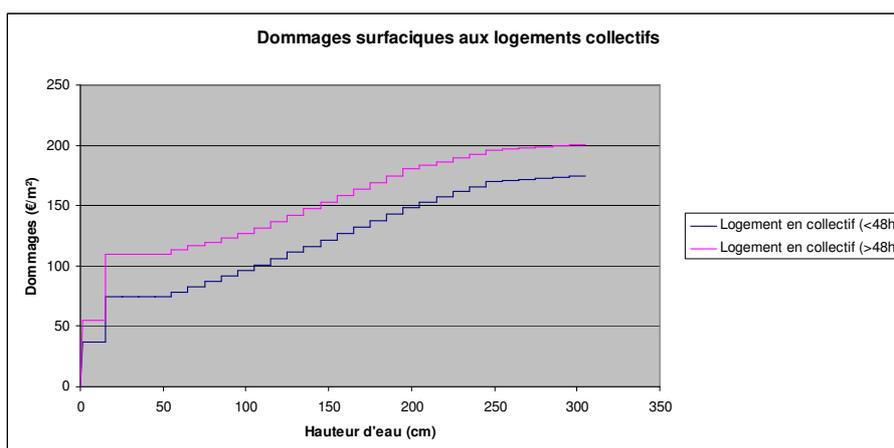
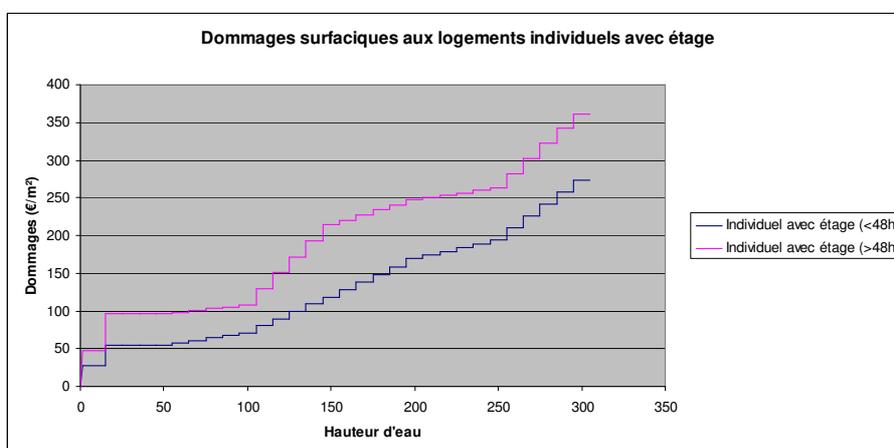
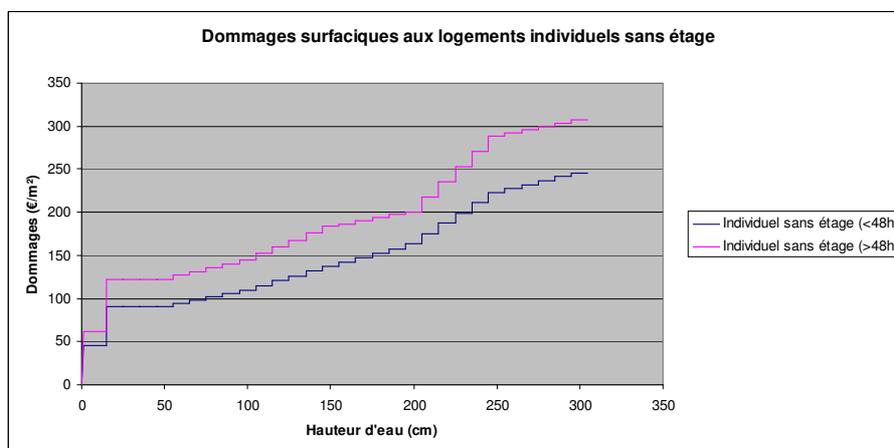
Fonctions de dommages moyennés à l'entité de bien
 Dommages en €2016/logement

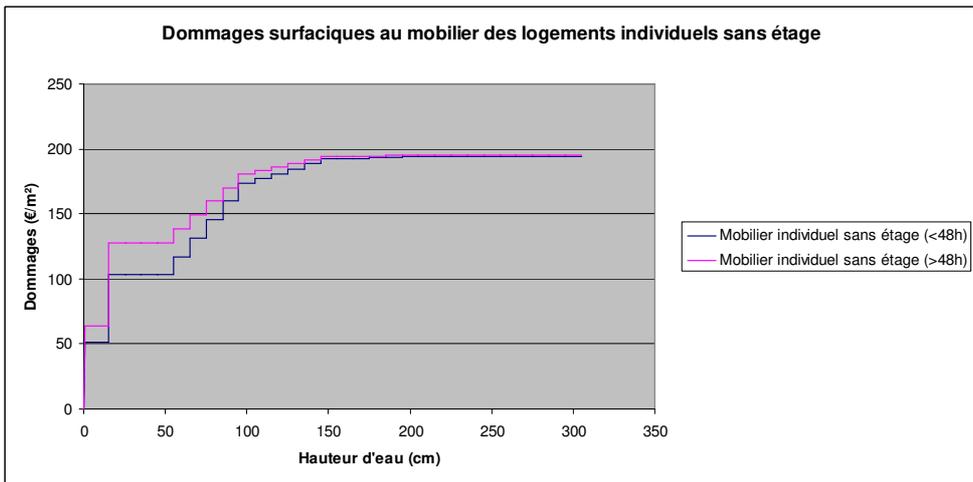
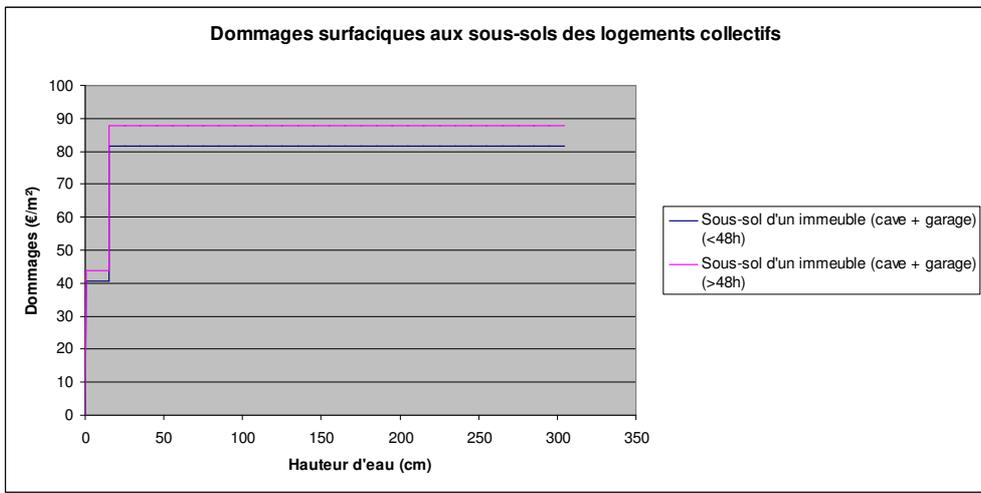
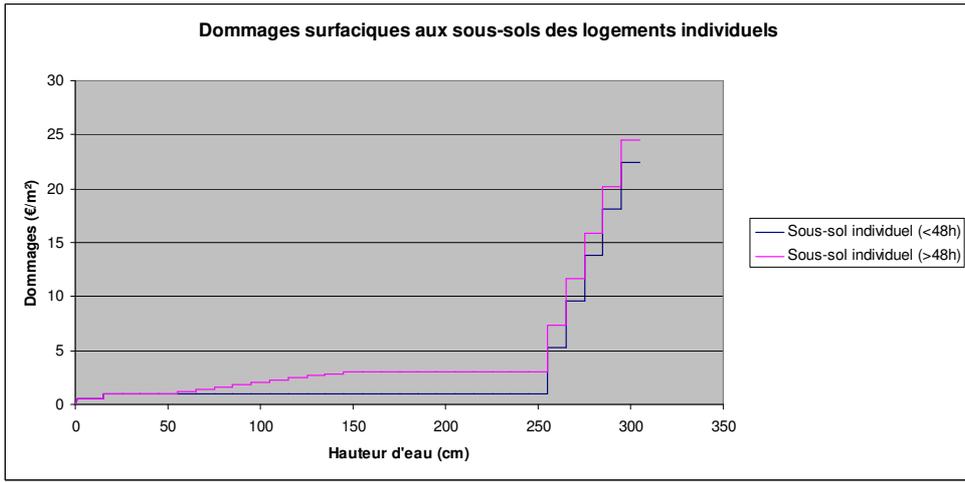


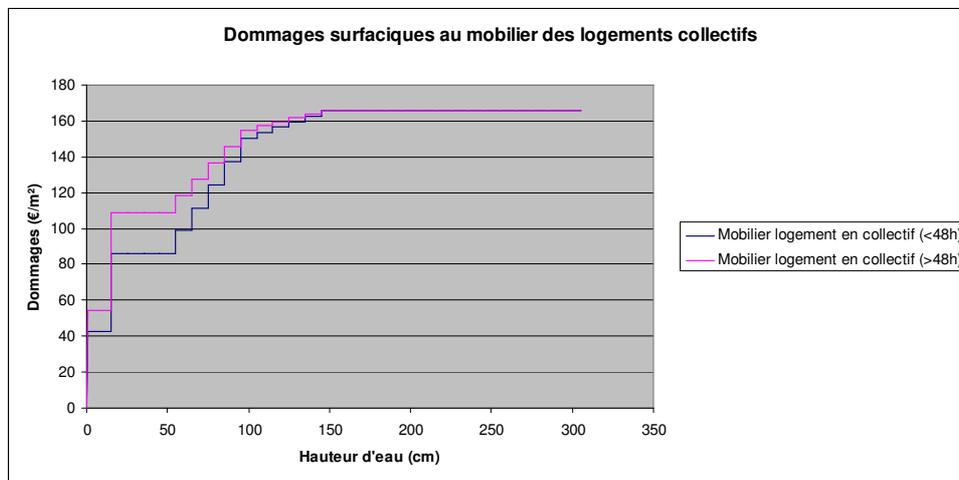
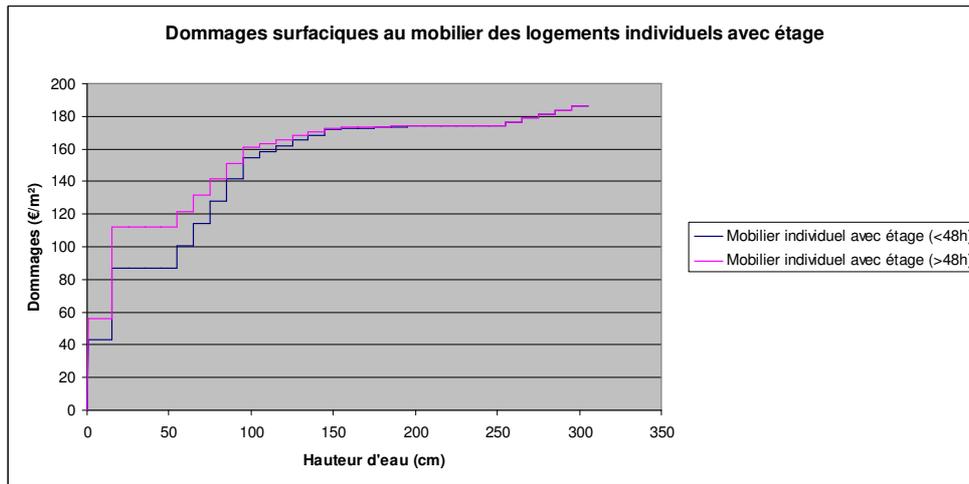




Fonctions de dommages moyennés surfaciques Dommages en €2016/m²







2.2 Indicateur M2 : dommages aux entreprises

2.2.1 Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux entreprises »

Elles sont proposées par code d'activité principale exercée (APE)⁴, niveau 5. Trois fonctions de dommages sont proposées pour chaque code APE en fonction de la hauteur d'eau et de la durée de submersion:

- Fonctions de dommages au mobilier moyennés par employé (Total.mobilier) : donne les dommages aux stocks et aux équipements par employé ;
- Fonctions de dommages au bâti moyennés surfacique (Bâti.surfacique) : donne les dommages aux bâtis par m² ;
- Fonctions de dommages totaux moyennés par employé (Total.entreprise) : donne les dommages totaux aux entreprises par employés.

La fonction de dommages totaux moyennés par employé n'est à utiliser que sous certaines conditions (cf : guide méthodologique 5.1.4.3).

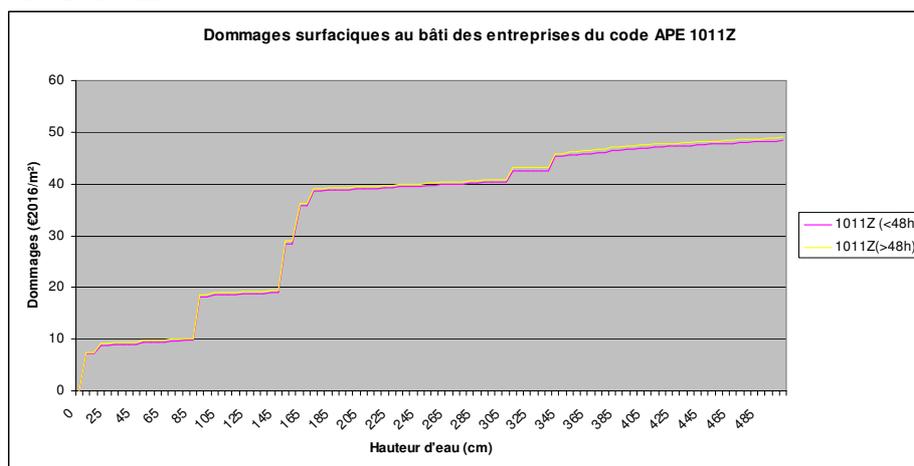
Les dommages sont évalués en €2016.

Compte tenu du grand nombre de types d'entreprises étudiées, seules quelques unes sont utilisées pour illustrer l'ensemble des fonctions de dommages aux entreprises.

2.2.2 Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines

Exemple de fonctions de dommages surfaciques au bâti

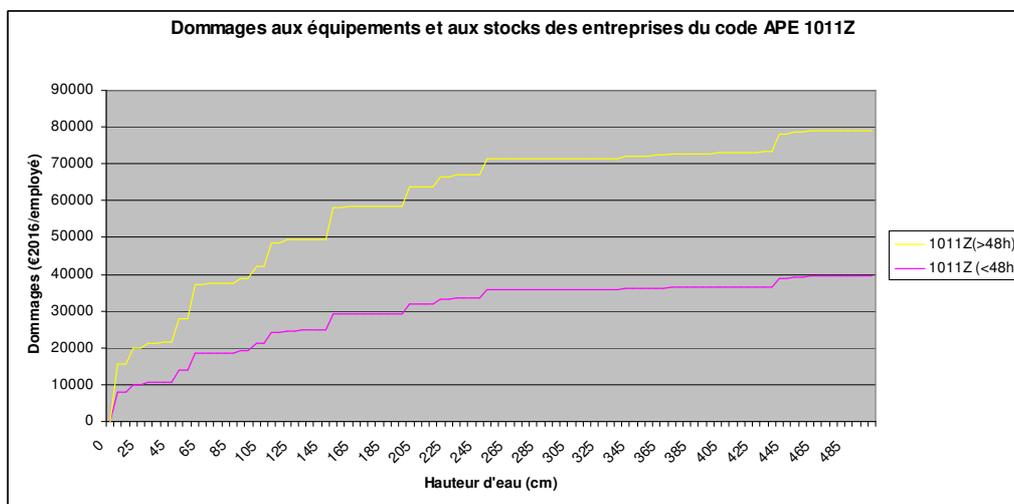
Domages en €2016/m²



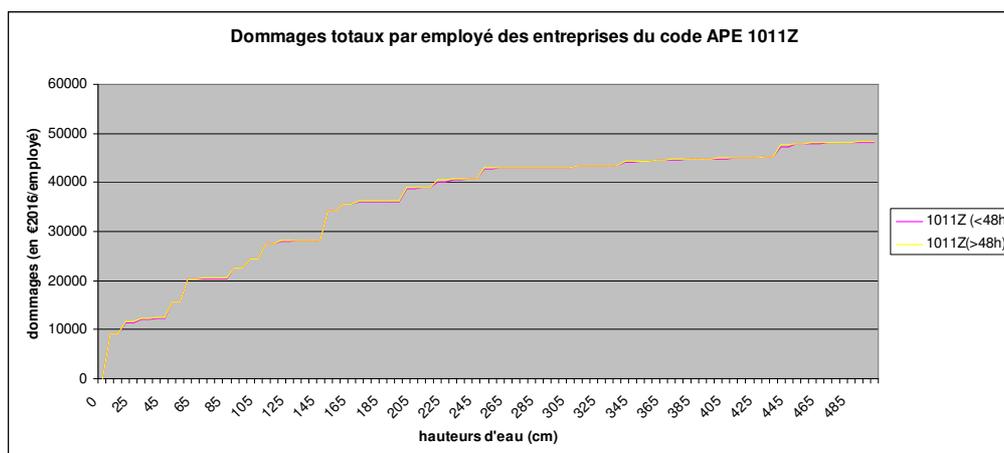
4

issu de la classification des activités de l'INSEE.

Exemple de fonction de dommages aux équipements et aux stocks par employé
 Dommages en €2016/m²



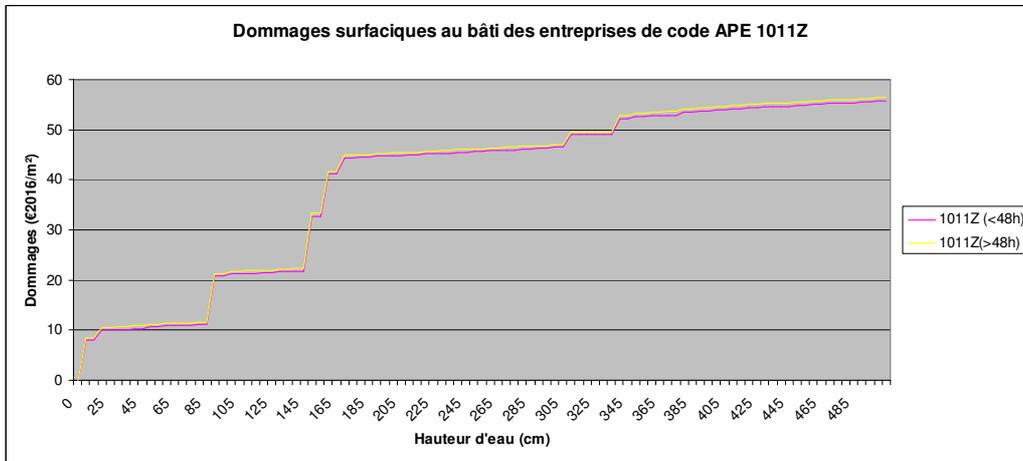
Exemple de fonction de dommages totaux par employé
 Dommages en €2016/employé



2.2.3 Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines

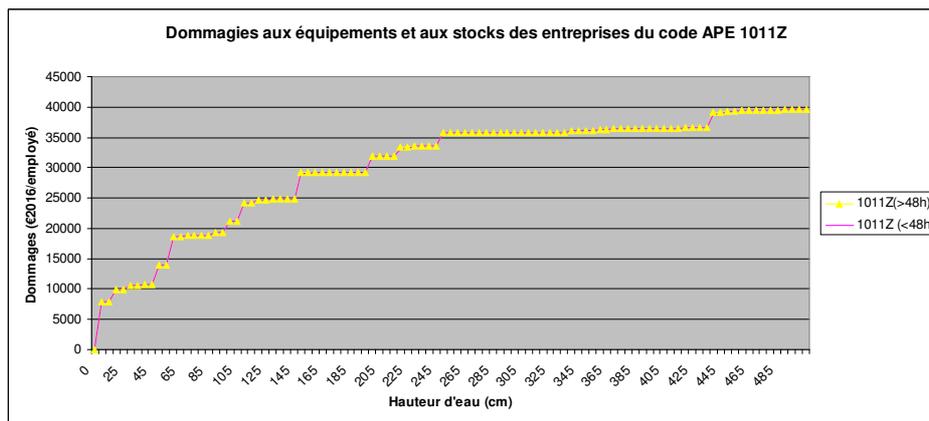
Exemple de fonction de dommages surfaciques au bâti

Dommmages en €2016/employé



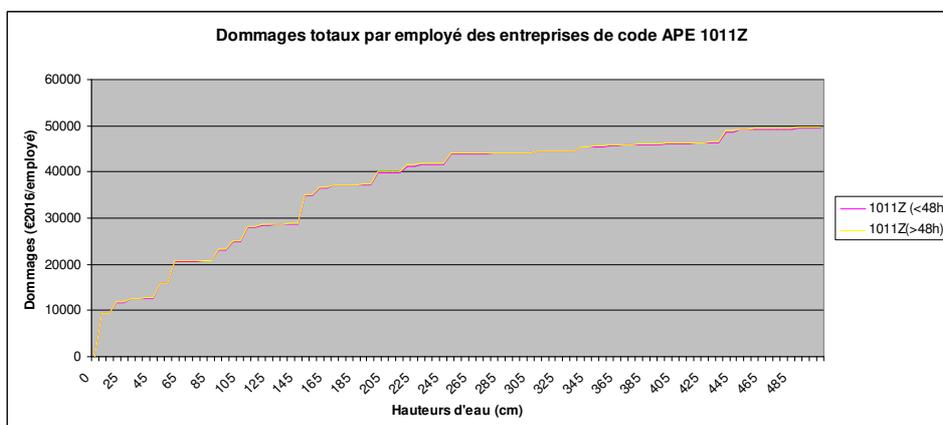
Exemple de fonction de dommages aux équipements et aux stocks par employé

Dommmages en €2016/m²



Fonctions de dommages totaux moyennés par employé

Dommmages en €2016/employé



2.3 Indicateur M3 : dommages aux activités agricoles

2.3.1 Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux cultures »

Elles sont proposées par type de cultures par hectare en fonction de la hauteur, de la vitesse et de la saison (cf : guide méthodologique 5.1.4.3). Les dommages sont actualisés en €2016.

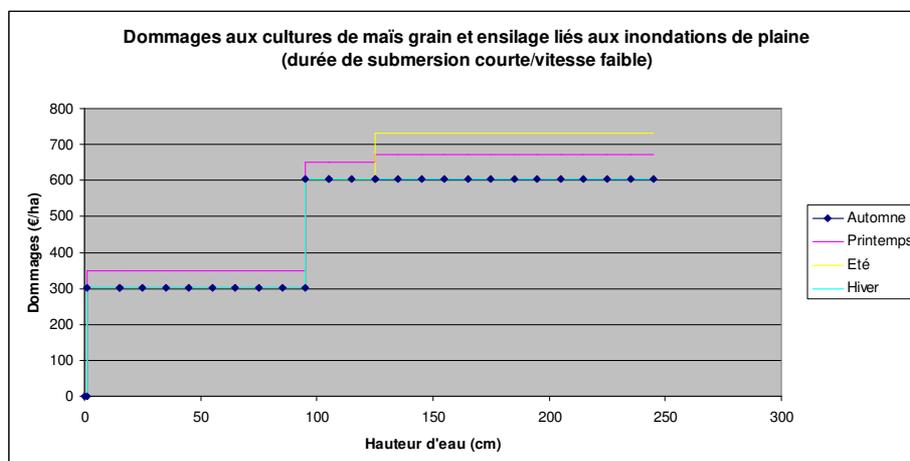
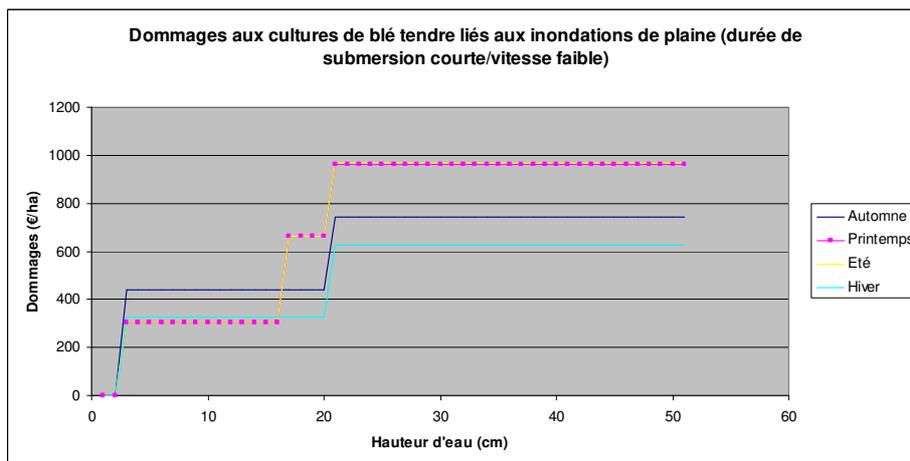
Compte tenu du fait que les dommages dépendent d'un grand nombre de paramètres, les fonctions de dommages ne peuvent être illustrées dans leur totalité. Les illustrations ci-dessous ne présentent que les variations des dommages en fonction de la hauteur d'eau et de la saison pour une durée de submersion faible et une vitesse d'écoulement faible.

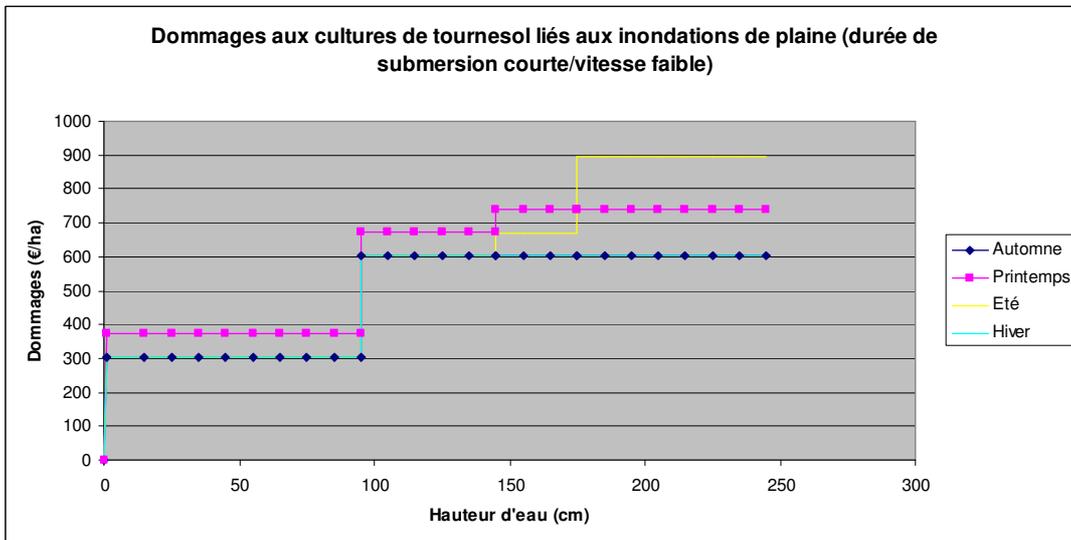
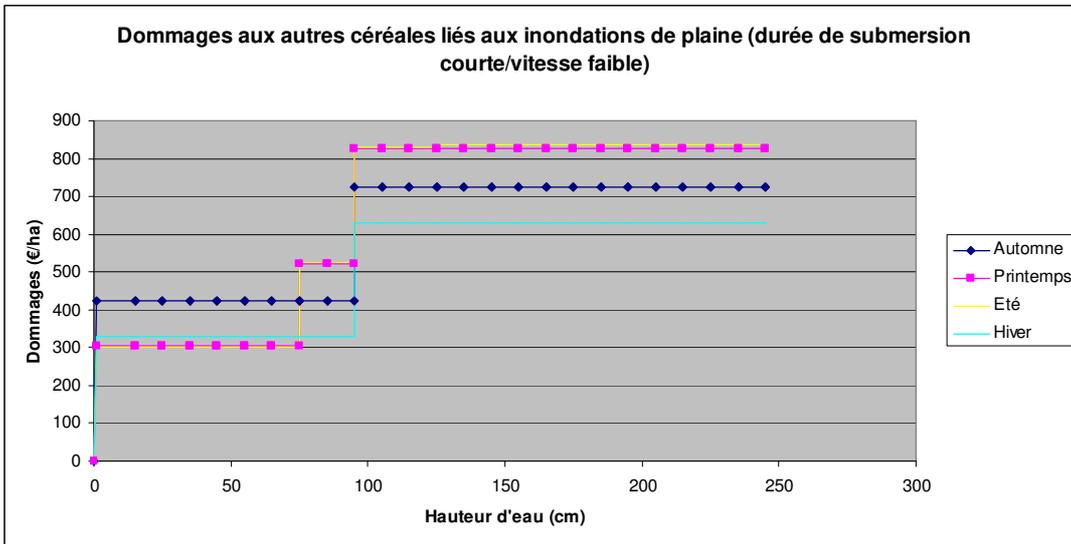
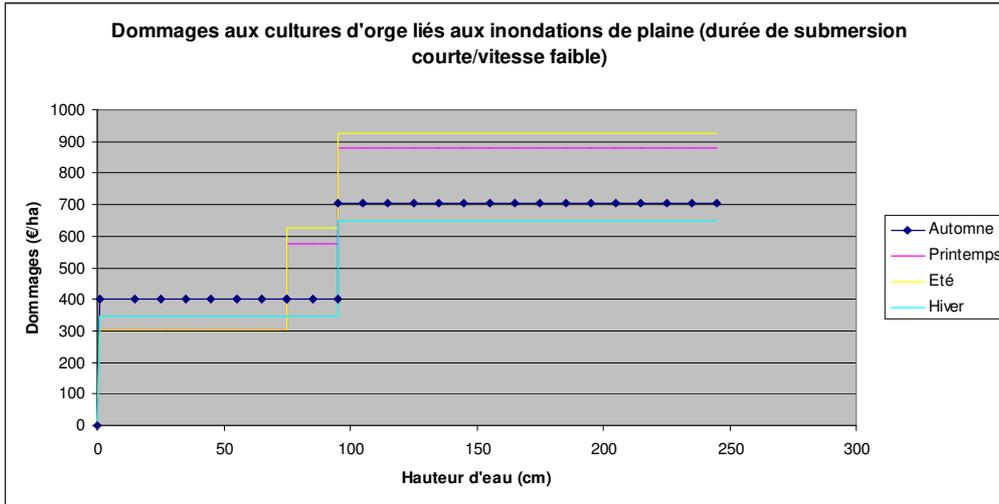
Seules les fonctions de dommages pour les inondations de plaines sont disponibles. Les travaux de construction de fonctions de dommages aux cultures liés aux submersions marines débuteront en 2018.

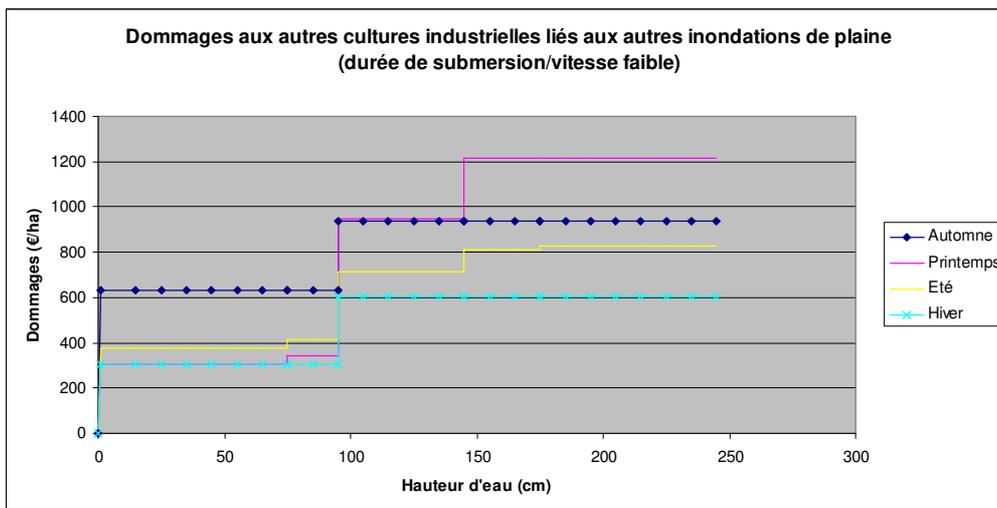
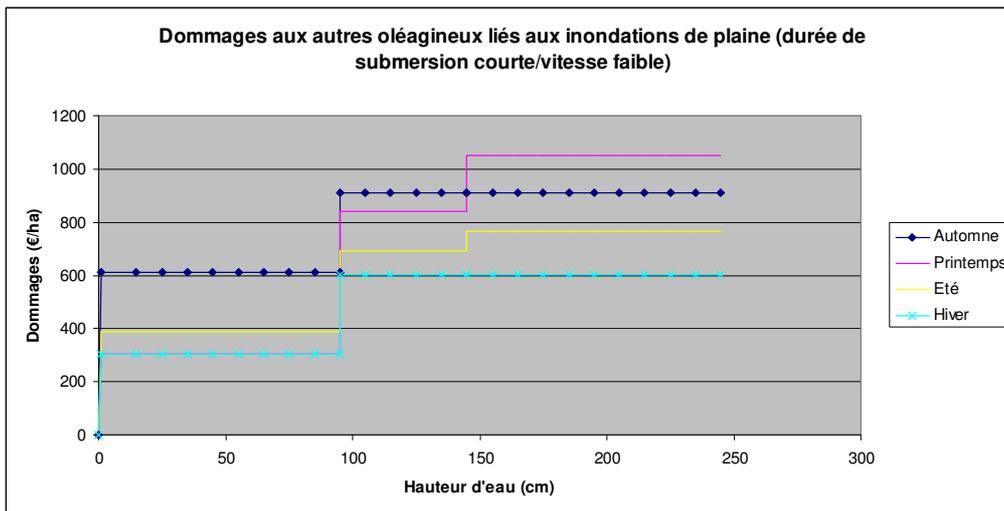
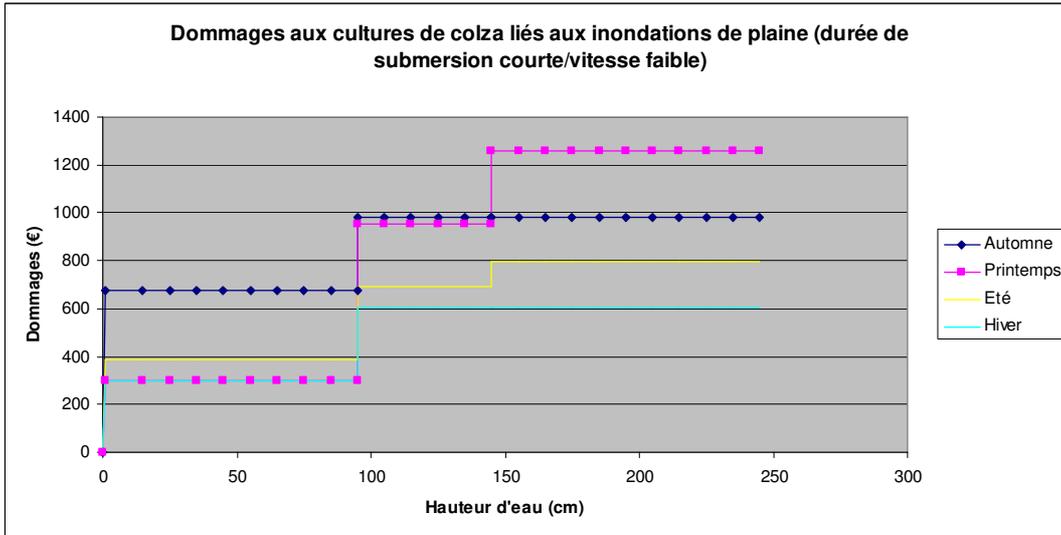
2.3.2 Fonctions de dommages moyennés pour les inondations de plaines

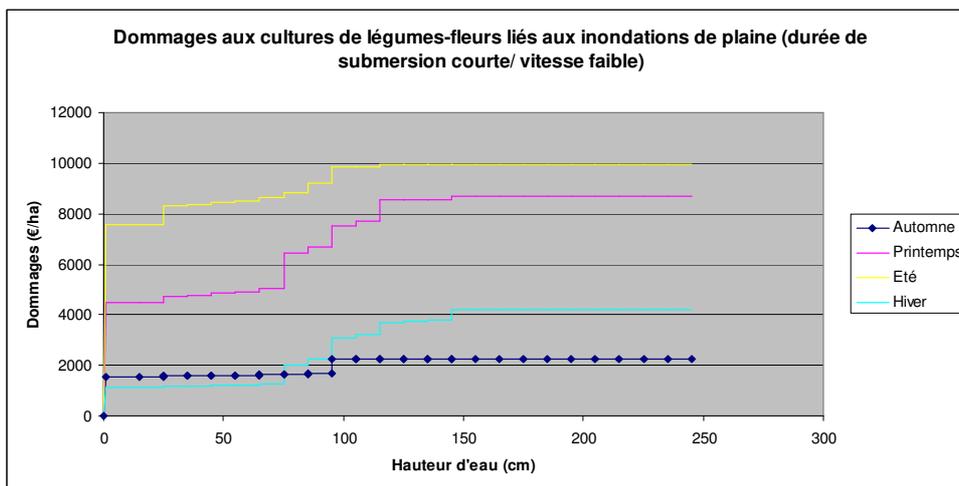
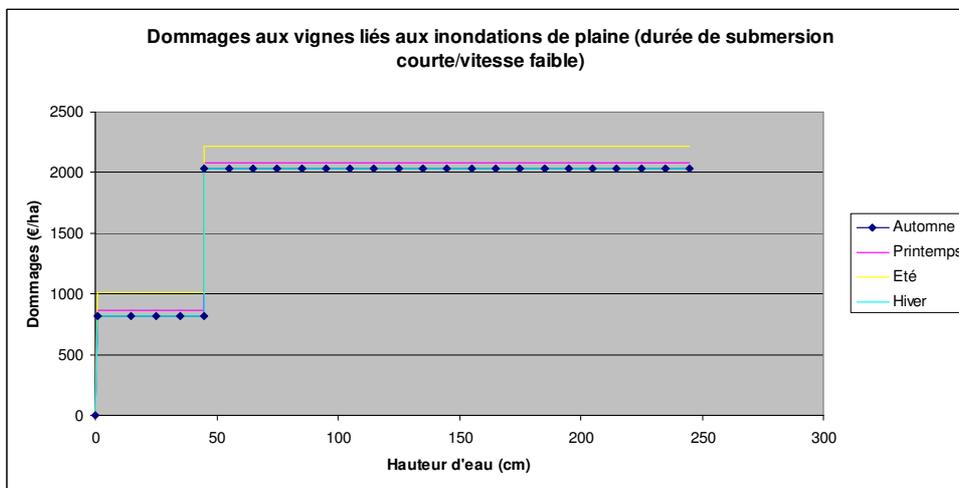
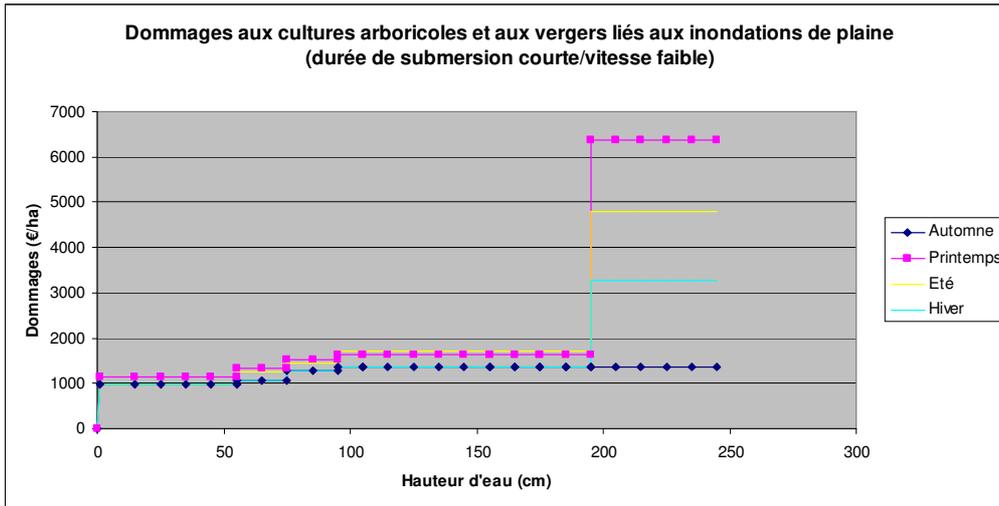
Fonctions de dommages aux cultures

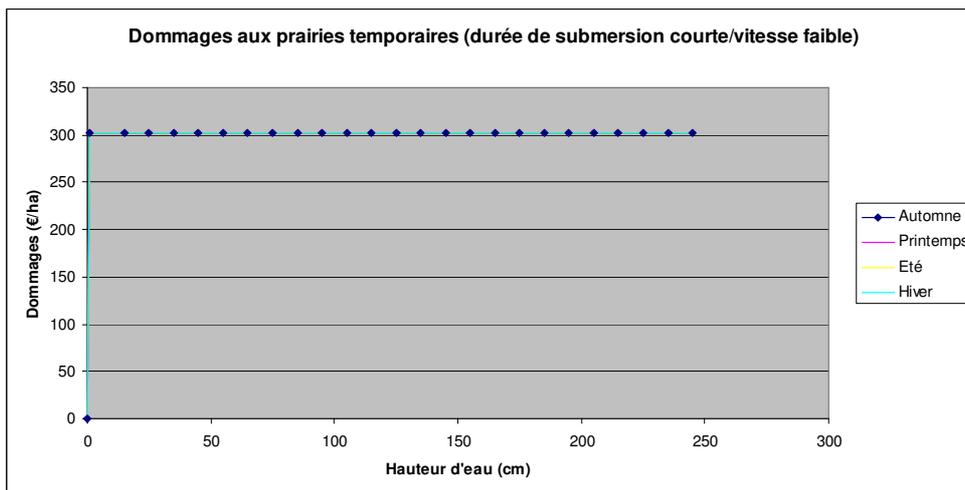
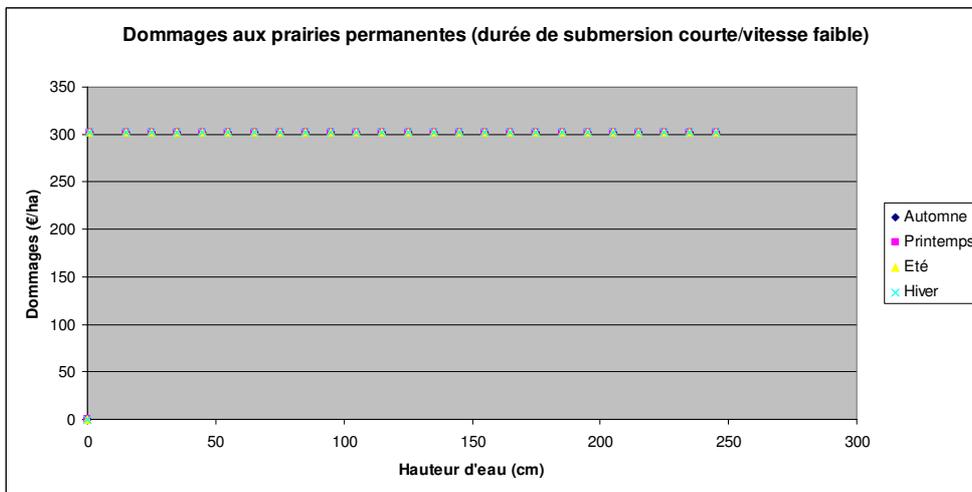
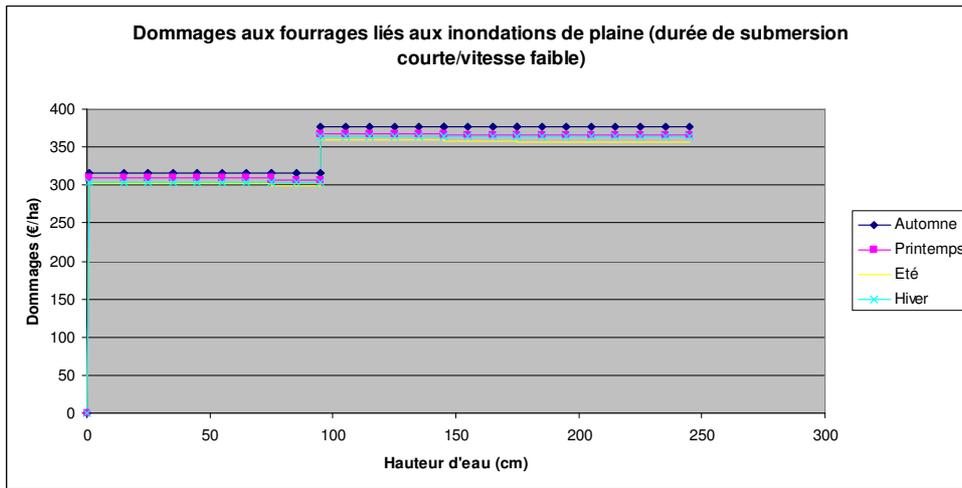
Dommages en €2016/ha











2.4 Indicateur M4 : dommages aux établissements publics

2.4.1 Guide d'utilisation des « fonctions de dommages aux établissements publics »

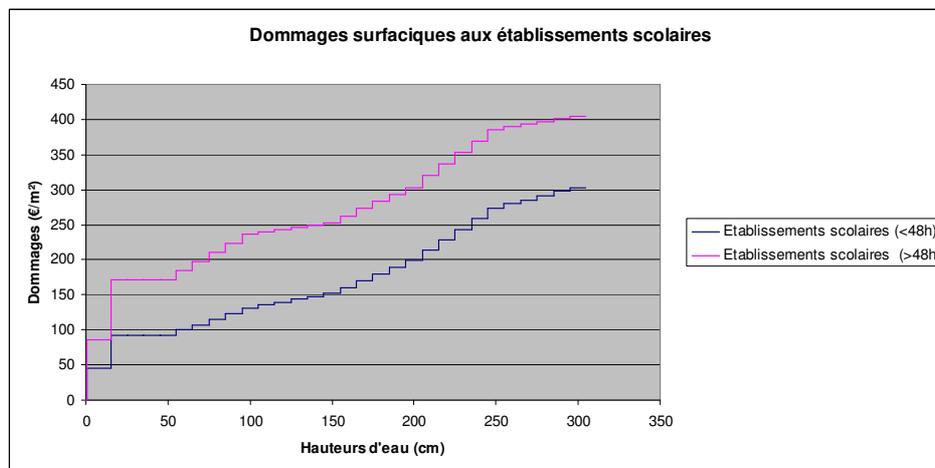
Elles sont proposées par type d'établissements publics en fonction de la hauteur d'eau et de la durée de submersion par unité de surface.

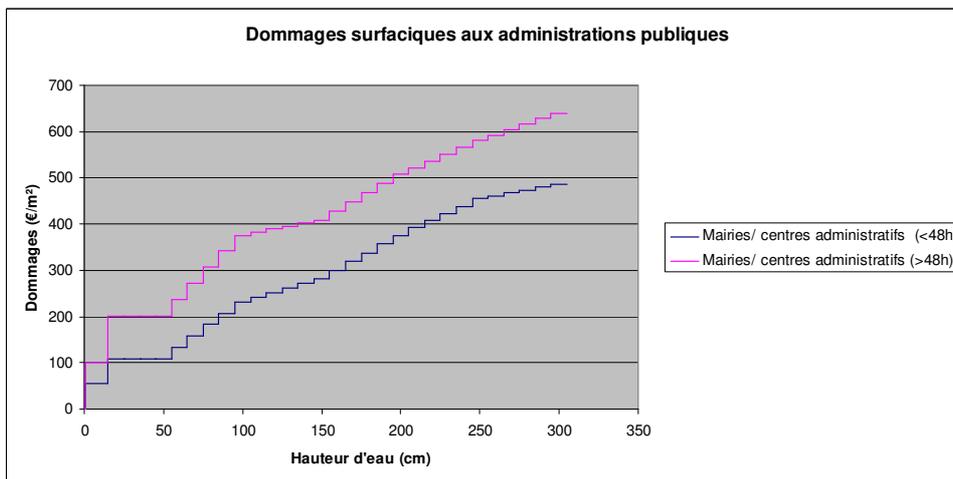
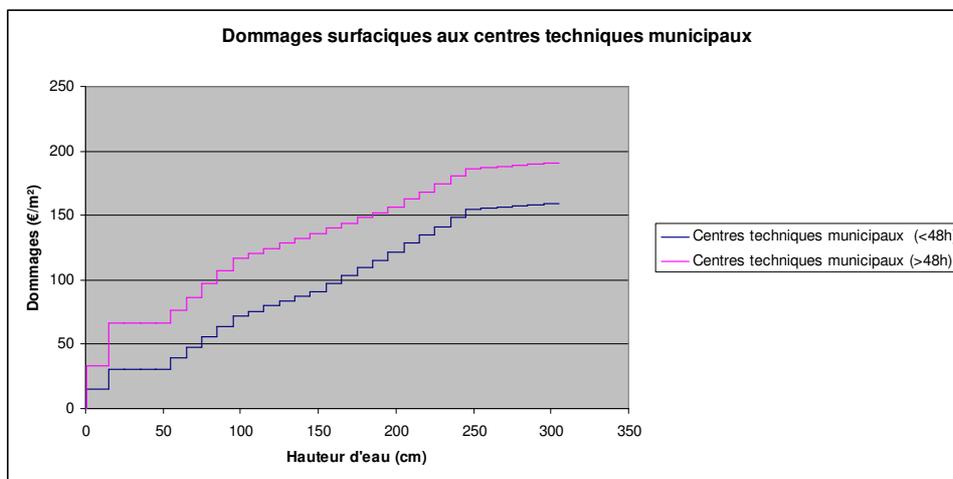
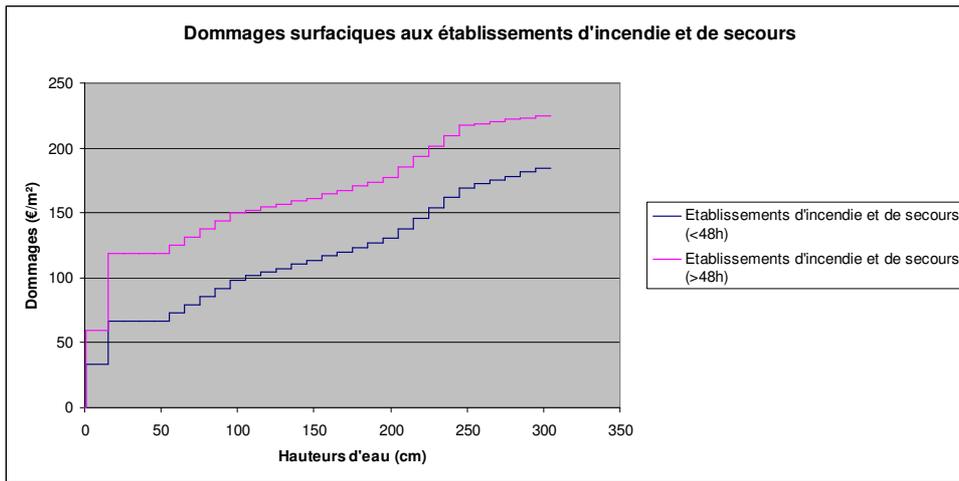
Les dommages sont actualisés en €2016.

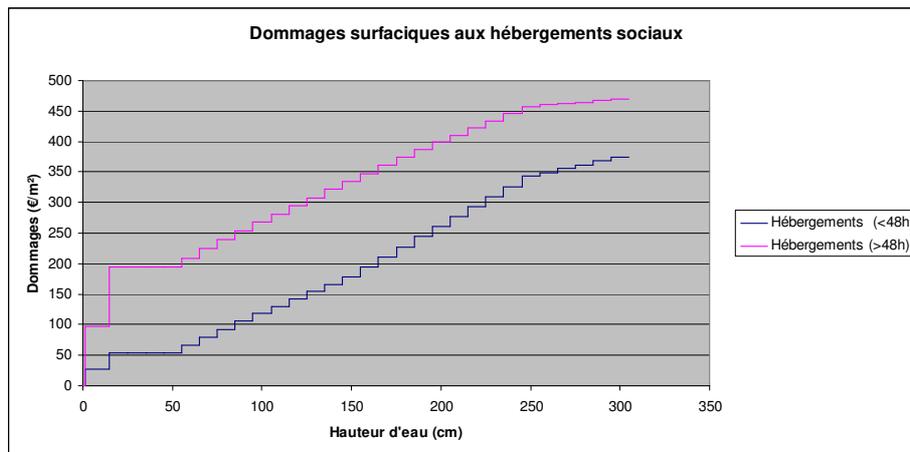
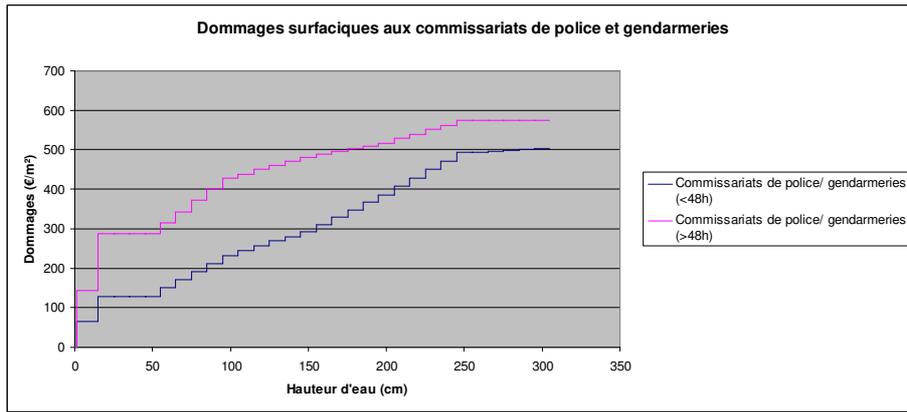
Ces fonctions de dommages intègrent les dommages aux bâtis et les dommages au mobilier sauf pour les centres médicaux pour lesquels seules des fonctions de dommages au bâti sont données (cf : guide méthodologique 5.1.4.4).

2.4.2 Fonctions de dommages moyennés aux établissements publics pour les inondations de plaines

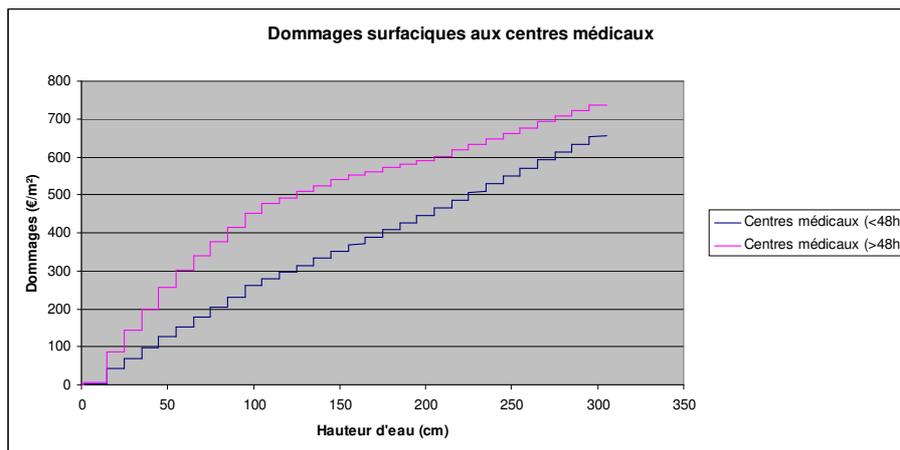
Fonctions de dommages totaux (immobilier + mobilier)
Dommages en €2016/m²







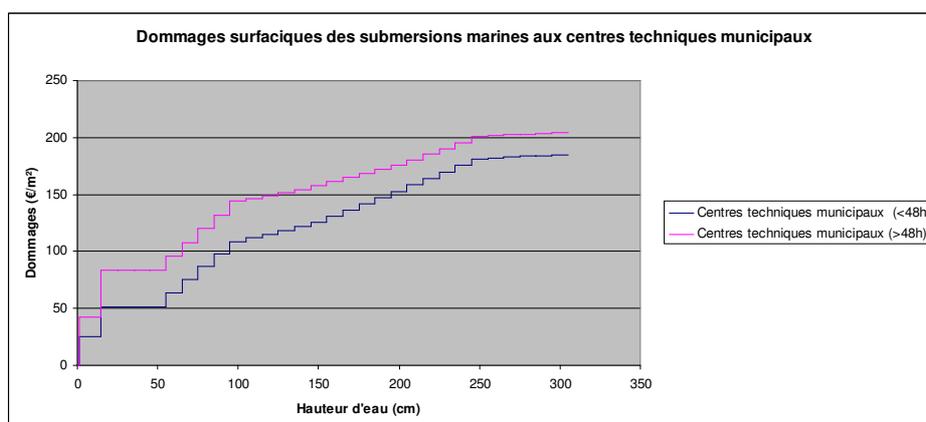
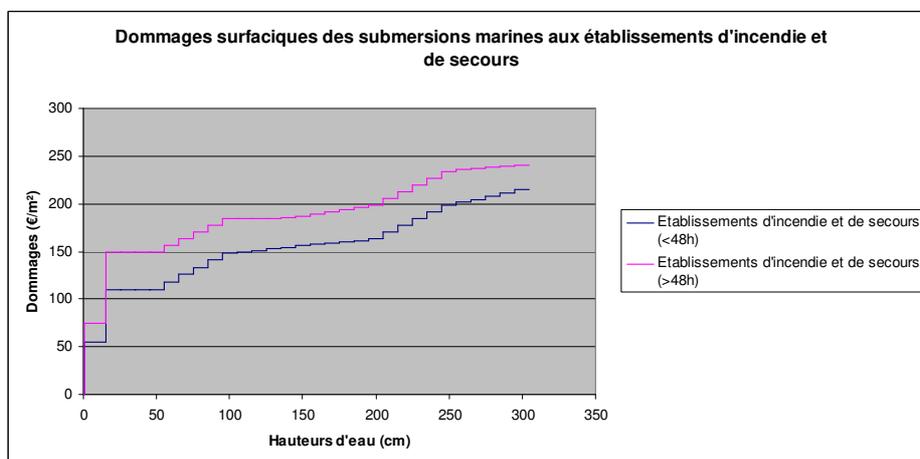
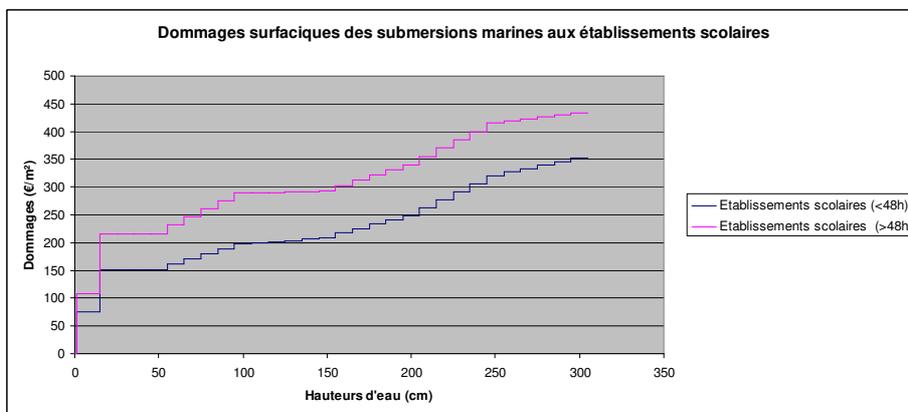
Fonctions de dommmages aux centres médicaux (immobilier)
 Dommmages en €2016/m²

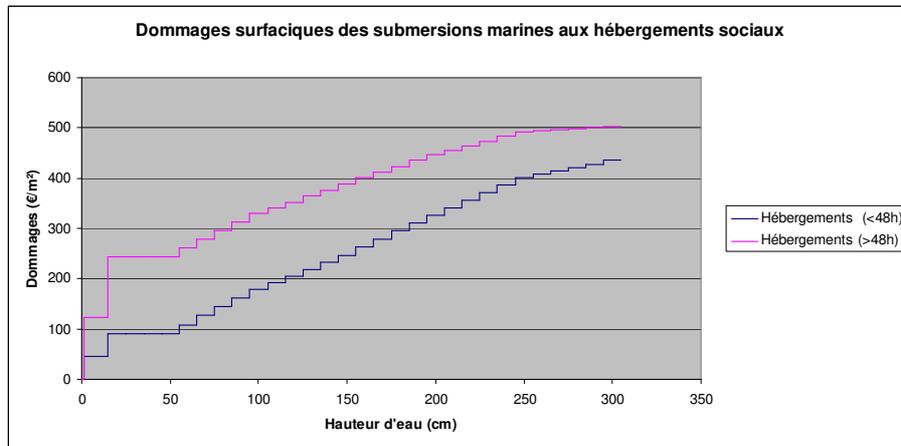
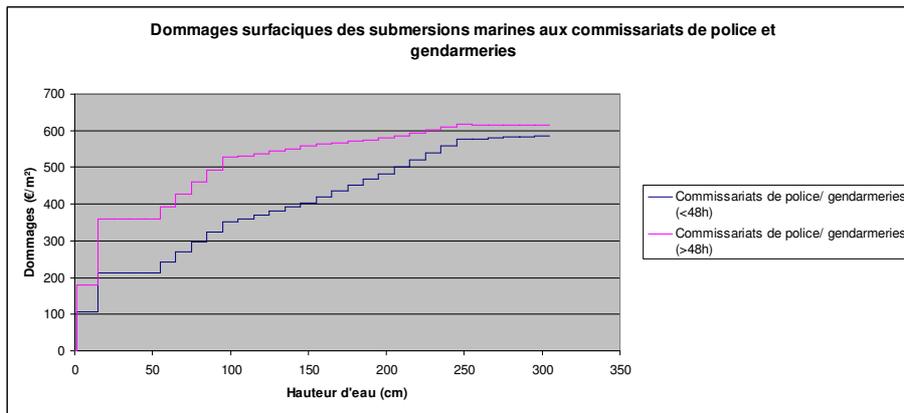
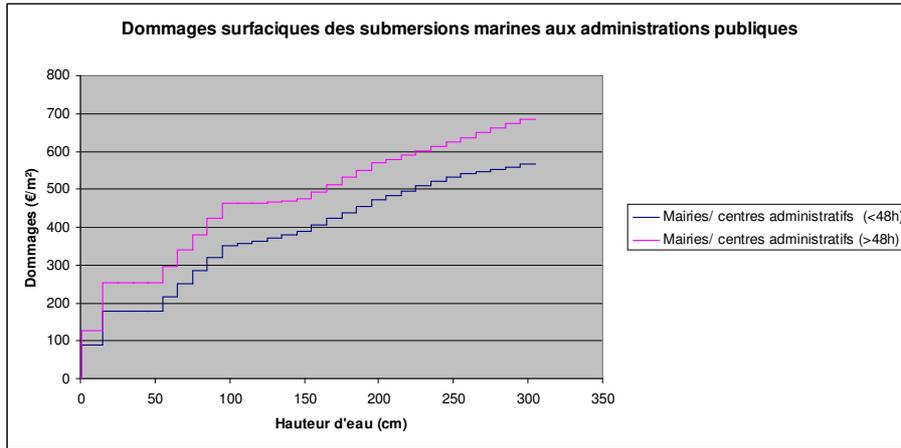


2.4.3 Fonctions de dommages moyennés pour les submersions marines

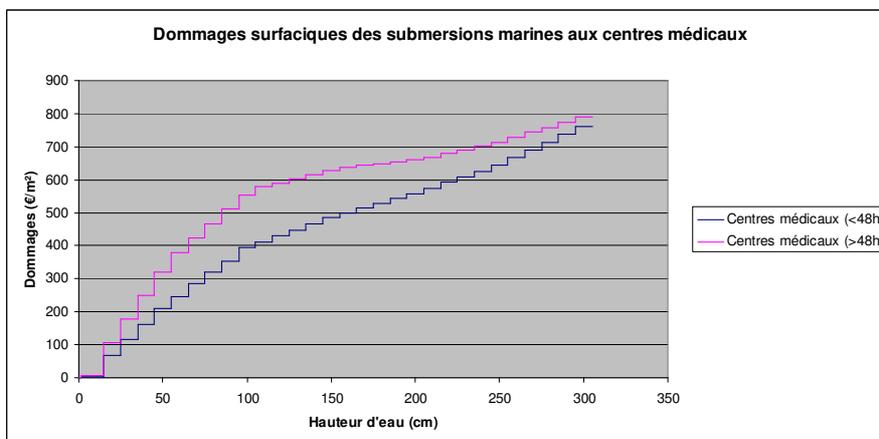
Fonctions de dommages totaux (immobilier + mobilier)

Dommmages en €2016/m²





Fonctions de dommages (immobilier)
Dommages en €2016/m²



2.5 Indicateur M5 : dommages indirects liés aux coupures des réseaux routiers

2.5.1 Description des fonctions de dommages pour les inondations de plaines et les submersions marines

Lorsque des réseaux de transports sont interrompus, les utilisateurs sont conduits à utiliser des itinéraires de substitution qui peuvent générer des retards et une consommation plus importante de carburant. Cette fonction de dommages permet d'estimer les coûts liés à ces interruptions essentiellement pour le trafic routier.

2.5.2 Limites

Les principales hypothèses sous-jacentes à la méthodologie proposée sont les suivantes :

- choix du déplacement : on suppose que les agents réalisant le trajet sans coupures décident de faire le trajet qu'il y ait ou non une inondation ;
- mode de déplacement : il n'y a pas de report d'un mode de transport à l'autre en cas de coupure de l'un ou l'autre des réseaux. Si certaines données de report du trafic sont connues, la méthodologie peut-être adaptée en intégrant ces données plus précises ;
- moment de la journée : les agents choisissent de voyager au même moment de la journée qu'il y ait ou non une inondation ;
- affectation : les agents empruntent tous le seul itinéraire bis défini ;
- congestions des voiries : il n'y a pas de congestions sur l'itinéraire bis défini. Si certaines données de congestion peuvent être affinées, la méthodologie peut être adaptée en intégrant ces données plus précises.

2.5.3 Données en entrée

- Indicateur P5 en véhicules par heure,
 - Durée de submersion (issue de la modélisation des aléas) en heure,
 - Valeur du temps perdu en transport, tableaux issus du rapport Quinet (2013),
 - Sorties des modèles numériques de trafic,
- Ou
- BD topo classe ROUTE, attribut CL_ADMIN valant « autoroute », « nationale », « départementale » ou « autres »,
 - BD topo classe TRONCON_VOIE_FERREE, attributs NATURE valant « principale » ou « transports urbains »,
 - Rapport des comptes des transports en 2016 (CCTN, 2017). Série longue G2 Parcels annuels moyens des véhicules immatriculés en France,
 - Rapport des comptes des transports en 2016 (CCTN, 2017). Série longue G3.b Consommation unitaire des véhicules immatriculés en France,

- Rapport des comptes des transports en 2016 (CCTN, 2017). Série longue D2.c Prix des principaux carburants.

Contacts principaux : afin de déterminer les itinéraires bis à emprunter pour chaque scénario d'évènement, les PCS désignent, généralement, une cellule responsable des réseaux de transports (pendant la crise et *post* crise).

2.5.4 Fonctions de dommages en €2016

La fonction de dommages se base sur la méthode dite des « coûts de retard »

$$D = (C_{\text{temps}} + C_{\text{carb}}) \times D \times N$$

Avec :

D	Dommages liés aux coupures du trafic
N	Nombre de véhicules retardés
C_{temps} :	Coût additionnel = valeur du temps perdu \times temps perdu
D :	Durée de submersion de la route
C_{carb} :	Coûts liés à la consommation supplémentaire de carburant par véhicule

2.5.5 Méthode d'application de la fonction de dommage

- Identification des routes submergées et nombre de véhicules retardés (N) en veh/h
 - o Calculer l'indicateur P5 : trafic journalier des réseaux routiers en zone inondable en l'adaptant pour déterminer un trafic horaire des réseaux (cf : fiche indicateur P5).
- Estimer la durée de submersion (D) en h

Elle peut se définir comme la durée pendant laquelle l'infrastructure n'est pas utilisable.

Elle inclut par exemple le temps pendant lequel les bretelles d'autoroutes sont inondées rendant inaccessibles (ou partiellement inaccessibles) les autoroutes desservies.

Elle est définie en fonction de l'évènement d'aléa considéré.

- Calculer les coûts du temps perdu (C_{temps})

$$C_{\text{temps}} = \text{Valeur du temps} \times \text{Temps perdu (déviation)}$$

- o Estimer la *Valeur du temps* perdu dans les transports. Elle est basée sur les tableaux ci-dessous qui donnent la valeur d'une heure de transport supplémentaire en fonction de la distance initiale à parcourir :
 - En urbain, pour tous modes de transports : tableau 1.

Tableau 1 : Valeurs du temps perdu dans les zones urbaines en €2010/h. Source : DG trésor

Motif du déplacement	France entière	Ile-de-France
Professionnel	18,56€	23,65€
Domicile-travail/études/garderie	10,61€	13,36€
Autres (achat, soin, visites, loisirs, tourisme...)	7,21€	9,23€
Sans précisions	8,38€	11,35€

– En interurbain, par modes de transports :

Tableau 2 : Valeurs du temps en interurbain en €2016/h. Source : DG Trésor

Mode	Motif du déplacement	Pour les distances inférieures ou égales à 20km		Valeurs à 80km	Pour les distances comprises entre 80km et 400km		Pour les distances supérieures ou égales à 400km		Pour une distance non spécifiée (valeur pour la distance moyenne du mode)
		0,095	*d+ 6,5		0,006	*d+ 13,6	16,1	15,3	
Route - véhicule particulier	Tous motifs	8,4	0,095 *d+ 6,5	14,1	0,006 *d+ 13,6	16,1	15,3		
	Professionnel	18,6	0,214 *d+ 14,3	31,4	0,017 *d+ 30,1	36,9	34,7		
	Personnel-vacances	7,2	0,033 *d+ 6,6	9,2	0,013 *d+ 8,2	13,2	11,6		
	Personnel-autres	7,2	0,071 *d+ 5,8	11,5	0,020 *d+ 9,9	18,0	15,3		
Route - autocar	Tous motifs	8,4	0,176 *d+ 4,9	19,0	-0,020 *d+ 20,5	12,6	14,7		
	Professionnel	18,6	0,162 *d+ 15,4	28,3	0,004 *d+ 27,9	29,7	29,3		
	Personnel-vacances	7,2	0,033 *d+ 6,6	9,2	0,003 *d+ 8,9	10,4	10,0		
	Personnel-autres	7,2	0,071 *d+ 5,8	11,5	0,006 *d+ 11,0	13,6	12,8		
Chemin de fer	Tous motifs	8,4	0,261 *d+ 3,2	24,1	0,012 *d+ 23,1	27,8	26,9		
	Professionnel	18,6	0,455 *d+ 9,5	45,9	45,9	45,9	45,9		
	Personnel-vacances	7,2	0,265 *d+ 1,9	23,1	23,1	23,1	23,1		
	Personnel-autres	7,2	0,281 *d+ 1,6	24,1	24,1	24,1	24,1		
Tous modes	Tous motifs	8,4	0,164 *d+ 5,1	18,2	0,022 *d+ 16,4	0,064 *d+ 22,9	20,3		
	Professionnel	18,6	0,231 *d+ 14,0	32,5	0,031 *d+ 30,0	0,021 *d+ 33,9	38,4		
	Personnel-vacances	7,2	0,058 *d+ 6,0	10,7	0,023 *d+ 8,9	0,005 *d+ 16,0	11,9		
	Personnel-autres	7,2	0,228 *d+ 2,7	20,9	0,003 *d+ 20,7	0,008 *d+ 18,3	24,4		

Exemple d'utilisation du tableau 2 : faisons l'hypothèse qu'une route nationale est fermée pour cause d'inondation. Le route est utilisée principalement pour aller de la ville X à la ville Y et la distance entre ces deux villes est de 70 km. Alors la valeur du temps perdu se calcule de la manière suivante :

Valeur temps = $0,095 \times 70 + 6,5 = 13,15$ €/heure de trajet supplémentaire

- Estimer le *Temps perdu* par l'évitement de la zone inondée :
 - Définition d'itinéraires bis en fonction des tronçons de routes inondées : estimation *a priori* à l'aide des services déconcentrés de l'Etat et du conseil général, des plans de gestions de crise (PCS)⁵, modèles numériques de trafic avec origine-destination ;
 - Déterminer le temps de parcours supplémentaire du fait de la déviation.

⁵ Cette méthode implique un grand nombre d'incertitudes, il sera notamment difficile de connaître avec précisions les reports de trafic notamment si plusieurs grandes villes sont desservies par une route coupée (qui vient d'où ?).

- Calculer C_{temps} :
- Coûts liés à la consommation supplémentaire de carburant (C_{carb}) :

$$C_{\text{carb}} = 0.03^6 \times \Delta_{\text{distance parcourue}}$$

- Estimer la distance supplémentaire parcourue du fait de la diversion (Δ en kilomètres) liée à l'itinéraire bis défini précédemment.
 $\Delta = \text{longueur itinéraire bis} - \text{longueur itinéraire avec tronçon coupé}$
- Calculer C_{carb} .

Le coefficient 0.03 est obtenu en multipliant la consommation moyenne des véhicules du territoire français par le prix moyen du carburant hors taxe en considérant l'ensemble des types de véhicules et des types de carburant utilisés en France.

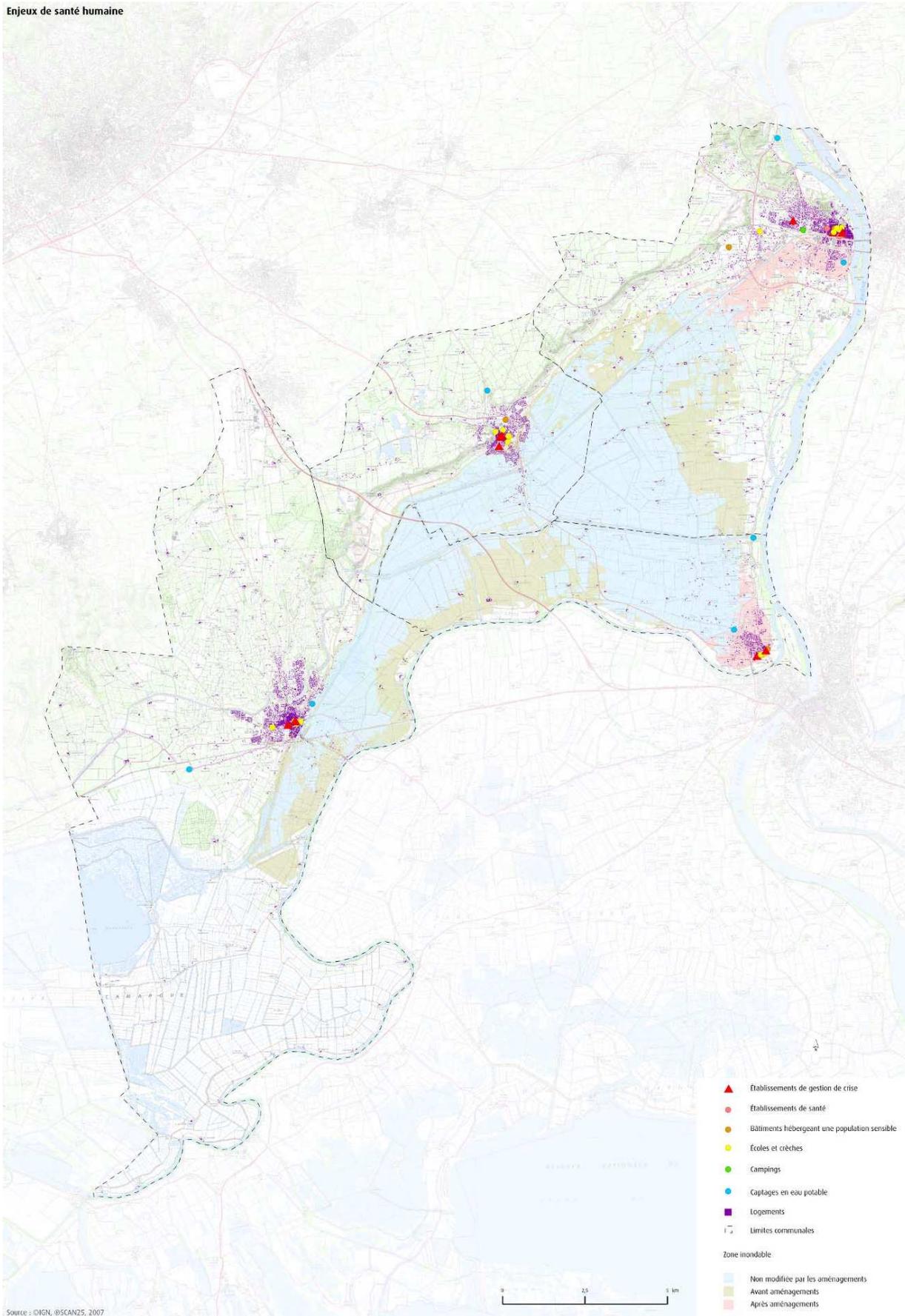
Avec une meilleure connaissance du parc automobile du territoire, ce coefficient peut être précisé en fonction des principaux types de carburant consommés ou des types de véhicules présents.

- Calculer les dommages liés aux coupures des réseaux routiers avec la formule :

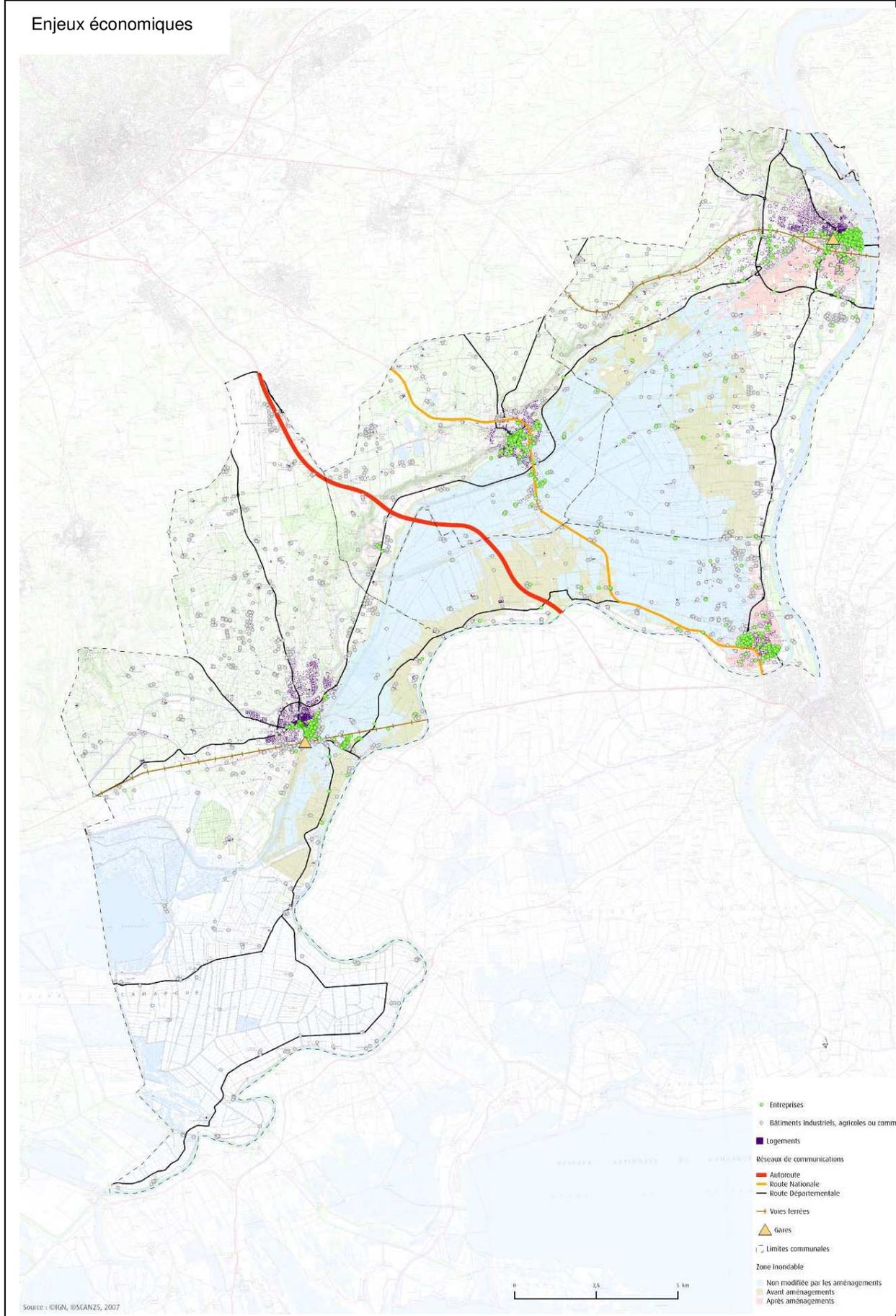
$$D = (C_{\text{temps}} + C_{\text{carb}}) \times D \times N$$

⁶ Chiffre issu des données des séries longues du rapport des comptes des transports en 2016 (MTES, 2016) *D.2.c prix des principaux carburants* pondérés par la composition du parc automobile français issu de la série G2. *Parc annuels moyens véhicules immatriculés en France. Idem pour la consommation avec l'utilisation de la série longue G.3.b Consommation unitaire des véhicules immatriculés en France.* <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/index.php?id=508>

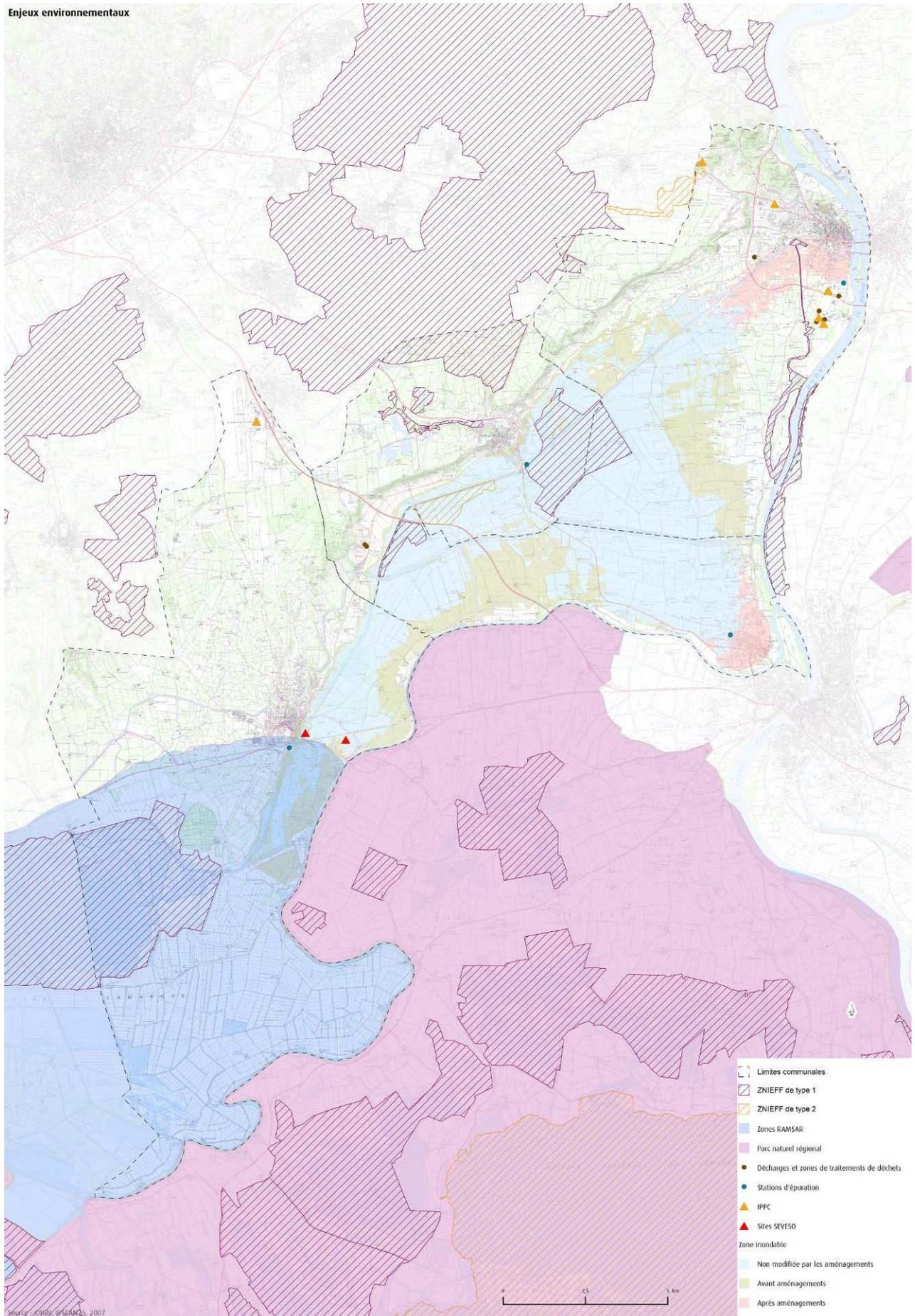
A3 Représentation cartographique des enjeux



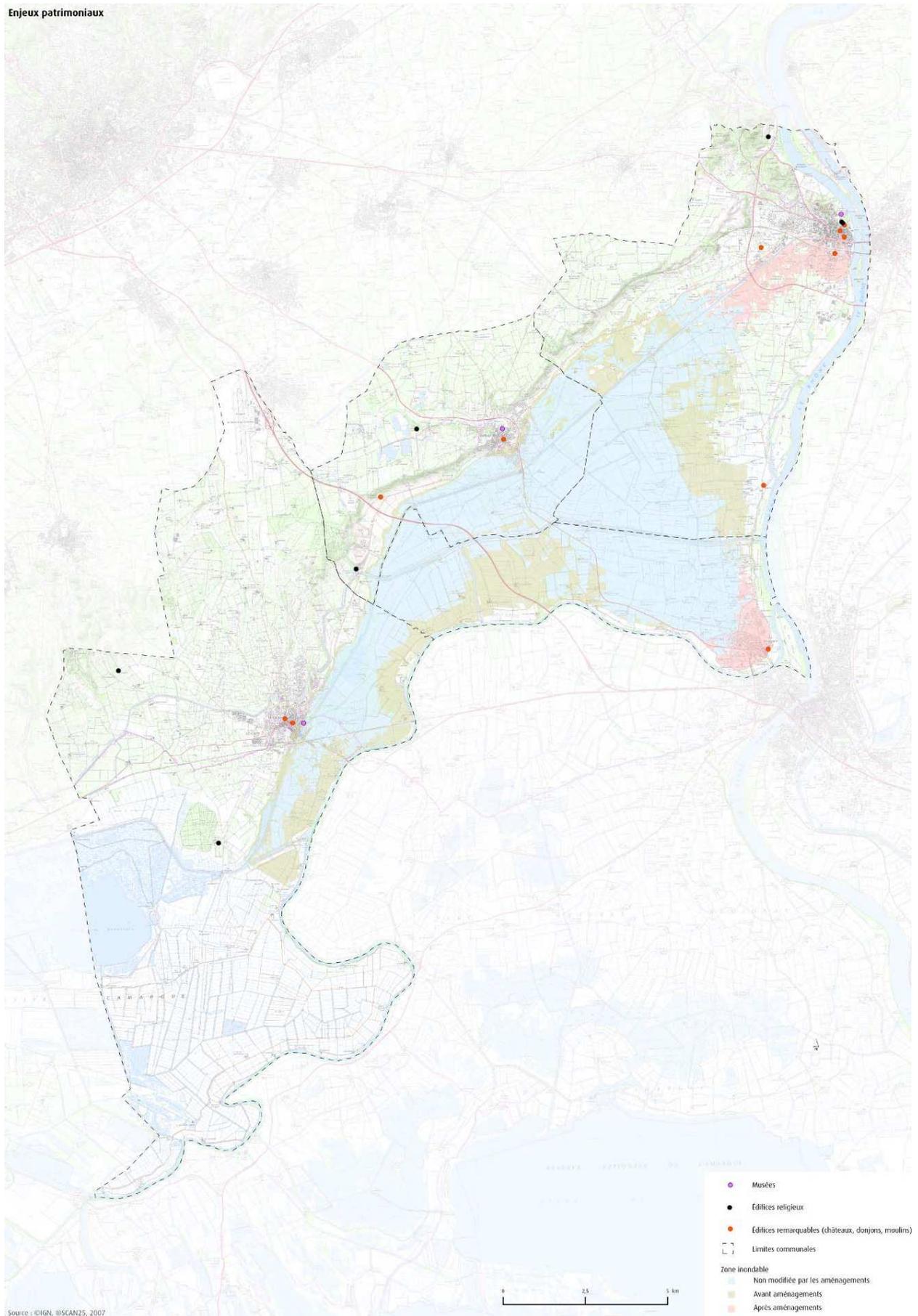
Enjeux économiques



Enjeux environnementaux



Enjeux patrimoniaux



A4 Evaluation des dommages et coûts en scénario de référence pour les projets de confortement d'ouvrage

La méthodologie de calcul décrite ci-dessous est issue de la note méthodologique de l'IRSTEA⁷. Seuls les dommages et les coûts du scénario de référence dit « confortement suite à rupture » sont décrits dans cette annexe. La note de l'IRSTEA définit les calculs nécessaires pour les autres scénarios de référence possibles pour les mesures de confortement d'ouvrages. Pour plus de détails sur la méthode décrite ci-dessous voir la note méthodologique IRSTEA.

4.1 Définition du scénario de référence

Une mesure de confortement est mise en place lorsque l'ouvrage est considéré comme suffisamment dégradé et que le risque de rupture est important.

4.1.1 Définition des aléas à étudier et des probabilités de rupture

Les évènements d'aléa à étudier sont identiques à ceux décrits dans le guide méthodologique (cf guide méthodologique 4.1.2).

Lorsqu'un événement se réalise, une rupture est susceptible de se produire. Cette possibilité est représentée par une probabilité de rupture, notée r_i . Elle dépend de l'état de la digue et de l'intensité de l'aléa.

Les probabilités de rupture seront définies pour chaque événement en situation dégradée (S_0) et en situation confortée (S_c).

4.1.2 Probabilité de rupture moyenne annuelle de l'ouvrage en situation dégradée (S_0)

La probabilité moyenne annuelle de rupture définit le risque de défaillance de l'ouvrage en tenant compte de la probabilité d'occurrence de l'ensemble des crues possibles sur une année. Cette probabilité, en situation dégradée, $1 - q_0$ se détermine de la manière suivante :

$$1 - q_0 = \int r_{i,0}(f) df$$

⁷ F. Grelot, IRSTEA, 2017 Note méthodologique sur l'ACB « inondation ». Situation de référence en cas de confortement d'ouvrages de protection

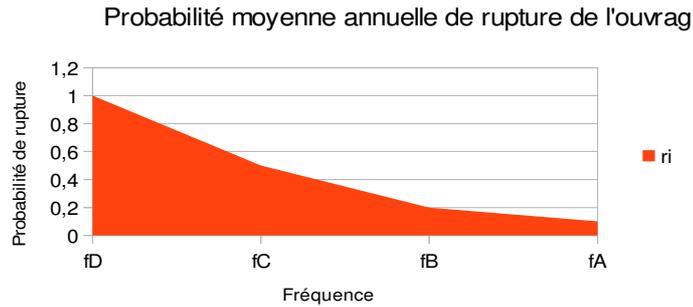


Figure 1: Courbe probabilité de rupture de l'ouvrage-fréquence - Source : CGDD

$1-q_0$ correspond à l'aire sous la courbe représentée sur la figure 1.

Ce paramètre ne correspond pas à une réalité physique. Il a été créé pour faciliter le calcul des coûts et des dommages.

4.1.3 Schématisation du scénario de référence

Il est recommandé de considérer qu'à l'issue d'une rupture de l'ouvrage est conforté. Pour simplifier l'analyse, on suppose que la mesure de confortement réalisée à la suite d'une rupture est équivalente (en termes de coûts et de bénéfices) à la mesure envisagée dans le projet.

Le scénario de référence peut se schématiser de la manière suivante :

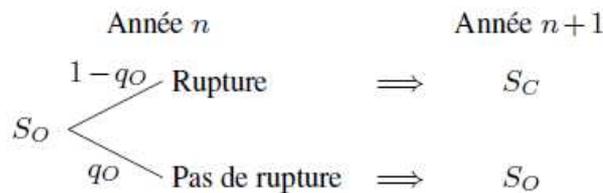


Figure 2 : Evolution de la situation actuelle dans le scénario de référence. Source : IRSTEA

En situation dégradée (S_0), l'ouvrage a une probabilité annuelle de $1-q_0$ de rompre. Lorsqu'il a rompu, l'ouvrage est conforté. La situation passe en situation confortée (S_c). S'il ne rompt pas, l'ouvrage reste dégradé et la situation reste une situation dégradée (S_0).

4.2 Calcul des dommages du scénario de référence

4.2.1 Etape 1 : évaluation des dommages pour chaque évènement d'aléa étudié

- Estimer les dommages provoqués par une rupture (notés DR_1) pour chacun des évènements étudiés. Ils surviennent avec une probabilité r_i propre à chaque évènement (cf. 4.1.1 – évènement d'aléa à étudier) et à chaque situation : dégradée ($S_0, r_{i,0}$) et confortée ($S_c, r_{i,c}$) ;

- Estimer les dommages liés à une situation sans rupture (notés DN_i) pour chacun des évènements d'aléas étudiés ;
- Calculer les dommages totaux ($D_{I,o/c}$) liés à chaque évènement pour la situation dégradée (S_o , $D_{I,o}$) et pour la situation confortée (S_c , $D_{I,c}$).

Dommages totaux de la situation dégradée

Dommages totaux de la situation confortée

$$D_{A,0} = r_{A,0} \times DN_A$$

$$D_{B,0} = r_{B,0} \times DR_B + (1 - r_{B,0}) \times DN_B$$

$$D_{D,0} = r_{D,0} \times DR_D + (1 - r_{D,0}) \times DN_D$$

$$D_{E,0} = DR_E$$

$$D_{A,c} = r_{A,c} \times DN_A$$

$$D_{B,c} = r_{B,c} \times DR_B + (1 - r_{B,c}) \times DN_B$$

$$D_{D,c} = r_{D,c} \times DR_D + (1 - r_{D,c}) \times DN_D$$

$$D_{E,c} = DR_E$$

Avec

A : scénario de premiers dommages, les dommages liés à une rupture sont nuls, $DR_A = 0$,

E : scénario d'aléa extrême, la probabilité de rupture est certaine, $r_{E,o/c} = 1$,

o/c : situation dégradée/situation confortée.

4.2.2 Etape 2 : évaluation des dommages moyens annuels pour la situation dégradée (S_o) et la situation confortée (S_c)

Dans la définition du scénario de référence, la situation peut évoluer de S_o (situation dégradée) à S_c (situation confortée) d'une année à l'autre. Il est donc nécessaire de calculer les dommages moyens annuels de la situation dégradée, DMA_o , et ceux de la situation confortée DMA_c .

DMA_o se calcule à partir des dommages totaux calculés précédemment pour la situation dégradée, $D_{I,o}$ avec la méthode proposée dans le guide méthodologique (cf. 7.2.1 le dommage moyen annuel causé par une inondation).

DMA_c se calcule de la même manière à partir des dommages totaux calculés précédemment pour la situation confortée, $D_{I,c}$.

4.2.3 Etape 3 : évaluation des dommages moyens annuels du scénario de référence

Le dommage moyen annuel relatif au scénario de référence recommandé dépend à la fois du DMA_o , du DMA_c , de la probabilité moyenne annuelle de rupture de l'ouvrage en situation dégradée ($1 - q_o$) mais également de l'année k , à laquelle le dommage est calculé. Il se définit donc par l'expression suivante :

$$DMA(k) = q_o^k DMA_o + (1 - q_o^k) DMA_c$$

Avec

DMA_o : les dommages moyens annuels en situation dégradée,

DMA_c : les dommages moyens annuels en situation confortée,

$1 - q_o$: la probabilité de rupture moyenne annuelle de l'ouvrage en situation dégradée,

q_o : la probabilité moyenne annuelle de non rupture de l'ouvrage en situation non dégradée.

4.3 Calcul des coûts du scénario de référence

Le calcul des coûts d'investissement et d'entretien du scénario de référence doit également tenir compte des probabilités de rupture de l'ouvrage qui entraîne le changement de situation. Pour simplifier l'évaluation, on suppose que, dans le scénario de référence, à l'issue de la rupture de l'ouvrage, le gestionnaire met en place un confortement identique à celui qui fait l'objet de l'AMC. Les coûts d'investissements et les coûts d'entretien sont donc identiques à ceux évalués pour la mesure de confortement à mettre en place.

4.3.1 Evaluation des coûts d'investissement dans le scénario de référence

Contrairement au cas de la construction d'un ouvrage neuf, des investissements sont à prévoir dans le scénario de référence à l'issue de la rupture de l'ouvrage.

Le coût d'investissement du scénario de référence dépend à la fois de l'année, k et de la probabilité de rupture moyenne annuelle en situation dégradée.

Le coût d'investissement annuel peut se définir par l'expression suivante :

$$CI_{ref} = q_o^k (1 - q_o) CI$$

Avec

- $1 - q_o$: la probabilité moyenne annuelle de rupture de l'ouvrage en situation dégradée,
- CI : le coût d'investissement pour les travaux de confortement de l'ouvrage,
- CI_{ref} : le coût d'investissement du scénario de référence,
- k : l'année à laquelle les coûts sont calculés.

4.3.2 Evaluation des coûts d'entretien dans le scénario de référence

Compte tenu de la nature de la mesure, il est nécessaire de tenir compte de coûts d'entretien dans le scénario de référence. Les coûts d'entretien sont nécessairement supérieurs en situation confortée qu'en situation dégradée. En effet, la nécessité d'une mesure de sécurisation de l'ouvrage indique que les coûts d'entretien ont probablement été sous-estimés.

Les coûts d'entretien du scénario de référence dépendent de la date d'occurrence de la rupture.

Les coûts d'entretien annuels se définissent par l'expression :

$$CE_{ref}(k) = q_o^k CE_o + (1 - q_o^k) CE_c$$

Avec

- $1 - q_o$: la probabilité moyenne annuelle de rupture de l'ouvrage (méthode de calcul 3-2),
- CE_o : les coûts d'entretien dans la situation dégradée,
- CE_c : les coûts d'entretien de l'ouvrage en situation confortée,
- CE_{ref} : les coûts d'entretien de la situation de référence,
- k : l'année pour laquelle les coûts sont calculés.

A5 Méthodes de cartographies des aléas (hors phénomènes torrentiels)

5.1 Les différentes méthodes de cartographie des aléas (hors phénomènes torrentiels)

Pour connaître et définir le niveau d'exposition du territoire (par exemple en phase de diagnostic), au travers notamment de l'analyse d'évènements fréquents à extrêmes ou d'évènements historiques, et pour permettre le calage des modèles, les méthodes suivantes peuvent être utilisées :

- les approches naturalistes de type hydrogéomorphologiques ou géologiques (telles que données dans l'Enveloppe approchée des inondations potentielles notamment) permettent de qualifier un évènement extrême sur le territoire. Ces méthodes ne permettent en revanche pas de déterminer la période de retour associée ;
- la méthode historique permet de connaître l'emprise de zones inondées pour différentes intensité d'évènement à partir de la connaissance des Plus Hautes Eaux, des limites/laisses de crue, de photographies aériennes, etc. Sur certains territoires, cette connaissance est suffisamment importante pour définir une carte des hauteurs d'eau associée à une période de retour, notamment pour les évènements les plus courants.

Pour définir l'aléa en fonction des caractéristiques des mesures de protection étudiées ou des mesures de protection existantes (niveau de protection, niveau de sûreté), une analyse plus spécifique doit être menée. Plusieurs méthodes cartographiques simples en mode permanent sont disponibles :

- pour les inondations par débordement de cours d'eau, l'utilisation d'une formule simple de débit de type Manning-Strickler peut être utilisée. Elle ne permet pas d'imposer des contraintes en aval, et est donc à utiliser sur des fortes pentes ;
- des adaptations à ces méthodes sont possibles en identifiant les obstacles à l'écoulement par exemple ;
- si ces méthodes ne conviennent pas, une modélisation numérique peut être envisagée pour le cas des inondations par débordement de cours d'eau. Différents types d'outils sont à disposition : modèles hydrauliques monodimensionnels (1D), monodimensionnels avec casiers (1D casiers), bidimensionnels (2D). Ces modèles peuvent être combinés (1D/2D...). La mise en œuvre du modèle doit respecter l'état de l'art et des pratiques (définition des hypothèses, calage, validation...) ⁸.

Le choix de la méthode dépendra notamment des spécificités du site (complexité de la topographie, données disponibles...) et des paramètres qu'il sera nécessaire de caractériser. La vitesse sera souvent mieux approchée en modélisation 2D qu'en modélisation 1D même si le calage de la vitesse est difficilement réalisable (peu de mesures de la vitesse sont disponibles).

⁸ Voir à ce sujet les recommandations sur l'utilisation des modélisations formulées dans la circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la Directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (NOR : DEVP1228419C).

Il convient de rappeler que les modélisations hydrauliques pour des études d'ingénierie prennent comme hypothèse que la topo-bathymétrie reste constante.

5.2 Méthodes de cartographie de l'aléa inondation de plaine en fonction des paramètres à cartographier pour les indicateurs de dommages

Toutes les méthodes de cartographie de l'aléa définies en 5.4.1 ne permettent pas d'obtenir l'ensemble de ces paramètres. Le Tableau 7 ci-dessous précise les données de sortie des différentes méthodes pour le cas des inondations de plaines.

La plupart des méthodes de cartographie permettent d'obtenir l'emprise de la zone inondable (à l'exception de la méthode historique qui ne donne parfois que des plus hautes eaux connues). La hauteur d'eau est facilement obtenue, à l'exception parfois des approches naturalistes ou historiques. La durée de submersion, la vitesse/ le temps de montée des eaux ou le temps d'arrivée de l'onde ne peuvent être obtenus qu'avec l'utilisation de modélisations en régime transitoire. À défaut, ils peuvent être estimés à dire d'expert. La vitesse du courant peut être donnée par toute modélisation hydraulique.

Tableau 1 : Méthodes de caractérisation de l'aléa et paramètres de sortie. Source : CGDD d'après CEREMA

		Emprises de la zone inondable	Période de retour	Hauteur d'eau	Durée de submersion	Vitesse de l'écoulement	Temps de montée des eaux	Temps d'arrivée de l'onde
Approches naturalistes		√						
Méthode historique		(√)	(√)	(√)				
Formule simple de débit		√	√	√				
Modélisation hydraulique	Modèle 1D	√	√	√	(√*)	√	√*	√*
	Modèle 1D casiers	√	√	√	(√*)	√	√*	√*
	Modèle 2D	√	√	√	(√*)	√	√*	√*

√ méthode adaptée pour fournir le paramètre en sortie de modèle

√* méthode adaptée pour fournir le paramètre si le modèle est utilisée en régime transitoire

(√) méthode permettant dans certains cas de fournir le paramètre

5.3 Cartographie des aléas littoraux

5.3.1 L'analyse générale du fonctionnement du littoral

L'analyse générale du fonctionnement du littoral a pour but de comprendre le fonctionnement global du littoral, notamment les phénomènes naturels et leur interaction. Elle permet de choisir les hypothèses et les méthodes les mieux adaptées pour la cartographie des aléas.

Cette première phase d'analyse se décompose principalement en deux parties :

- Une analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire : analyse des transports sédimentaires et des évolutions du littoral qui en résultent. Il est recommandé de procéder aux analyses suivantes :
 - cadre géomorphologique et conditions climatiques, météorologiques et hydrodynamiques,
 - ouvrages existants et leurs impacts,
 - hydraulique du site.
- Une analyse historique : évolution du trait de côte, historique des submersions marines, évolution de l'occupation humaine et de l'implantation des ouvrages de protection.

Cette première phase d'analyse doit permettre de définir l'échelle d'étude adaptée, liée aux phénomènes hydro-sédimentaires et de synthétiser pour chaque aléa à étudier les principales informations qui permettront de retenir les bonnes hypothèses et les bonnes méthodes d'analyse à mettre en place.

5.3.2 Cartographie du recul du trait de côte

Estimation du recul du trait de côte dans le temps

D'après le guide PPR Littoraux

« L'aléa recul du trait de côte est issu de la projection des tendances passées, éventuellement modulée si ces tendances ne sont plus représentatives des tendances à venir ». L'évaluation s'appuie sur une approche déterministe, le recul est considéré comme linéaire dans le temps.

$$L_r = H \times T_x$$

Avec

L_r largeur de la bande de terre soumise au recul du trait de côte (m)

H horizon temporel de l'étude (an)

T_x taux de recul moyen annuel (m/an)

L'estimation du taux de recul moyen annuel T_x repose sur :

- L'analyse des tendances du recul du trait de côte passées,
- L'étude des caractéristiques des projets existants et à venir.

La prise en compte d'un recul linéaire dans le temps est une hypothèse forte ; elle n'intègre pas l'effet des phénomènes tempétueux qui peuvent engendrer des reculs ponctuels très importants.

Prise en compte des effets tempétueux notamment sur les côtes sableuses

Une bande de sécurité est intégrée dans les périmètres des PPR littoraux pour prendre en compte l'impact des tempêtes. En effet, les données historiques ne sont pas assez nombreuses pour avoir des séries suffisantes, d'un point de vue statistique, pour que le taux de recul moyen annuel intègre les effets des tempêtes. Cette bande est définie par une longueur L_{max} , estimée à partir des reculs constatés lors des événements de tempêtes historiques.

Sur certains territoires pour lesquels l'effet des tempêtes a un impact notable sur le recul du trait de côte, telles que les côtes sableuses, la longueur L_{max} peut-être précisée, dans le cadre de l'AMC pour donner davantage d'information sur l'intensité probable du recul du trait de côte sur l'horizon temporel de l'analyse.

$$L_r = H \times T_x + L_{max}$$

Estimation d'un taux de recul non linéaire dans le temps

Ce type d'étude basée sur une approche probabiliste n'est pas recommandé. Elle se base sur des modélisations de l'évolution hydro-sédimentaire suite à des événements de différentes intensités et d'une analyse probabiliste sur la fréquence de survenue de ces événements. Cette approche est complexe et n'indique que des tendances. Elle n'est pas assez précise pour être intégrée dans l'analyse.

Intégration du changement climatique pour la caractérisation du recul du trait

Compte tenu de l'horizon temporel préconisé, le changement climatique peut impacter les phénomènes naturels intervenant sur le recul du trait de côte, notamment via l'élévation du niveau de l'eau. Son impact reste cependant délicat à évaluer. L'estimation de son impact sur le recul du trait de côte n'est donc pas obligatoire dans le cadre de l'AMC.

5.3.3 Méthodes de cartographie de l'aléa submersion marine en fonction des paramètres à cartographier pour les indicateurs de dommages

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour étudier avec précision le niveau marin :

- la méthode de superposition niveau d'eau/topographie peut être utilisée en premier lieu. Elle peut être réalisée avec des outils SIG simples (dont certains permettent d'identifier les connexions hydrauliques avec la source de l'inondation et entre les zones basses et donc les obstacles topographiques s'opposant à l'écoulement) ;
- en second lieu, une méthode de répartition des volumes d'eau entrants sur la topographie par un outil SIG (capable de réaliser des calculs de volume) peut-être appliquée. Les volumes d'eau entrants seront préalablement estimés, notamment grâce à des formules simples de débit type Manning-Strickler ou seuil en mode permanent. La surface de la zone inondée sera alors considérée comme horizontale, les zones les plus basses étant les premières remplies ;
- si ces méthodes ne conviennent pas, une modélisation numérique peut être envisagée pour le cas de submersions marines (mode permanent ou transitoire) notamment les modèles hydrauliques bidimensionnels (2D).

Tableau 3 : Méthodes de caractérisation de l'aléa submersion marine et paramètres de sortie.

Source : CGDD d'après CEREMA

		Emprises de la zone inondable	Période de retour	Hauteur d'eau	Durée de submersion	Vitesse de l'écoulement	Temps de montée des eaux	Temps d'arrivée de l'onde
Approches naturalistes		√						
Méthode historique		(√)	(√)	(√)		(√)	(√)	
Superposition niveau marin/topographie		√	√	√				
Répartition des volumes par outils SIG		√	√	√				
Modélisation hydraulique	Modèle 2D	√	√	√	(√*)	√	√*	√*

√ méthode adaptée pour fournir le paramètre en sortie de modèle

√* méthode adaptée pour fournir le paramètre si le modèle est utilisée en régime transitoire

(√) méthode permettant dans certains cas de fournir le paramètre

Intégration du changement climatique pour la caractérisation de l'aléa submersion marine

Il est recommandé dans le guide d'étudier l'incertitude des résultats due à l'élévation du niveau moyen à la mer liée au changement climatique (cf. partie 4 – 1.6.5). L'élévation du niveau moyen à la mer à considérer pour l'évaluation des dommages doit être celle associée à la fin de l'horizon temporel de l'évaluation en accord avec les travaux les plus récents de l'ONERC, résumés dans le tableau ci-dessous :

Année	2000	2030	2050	2100
Elévation (cm)	0	14	25	60

Par exemple, pour un horizon temporel de 50 ans et un projet opérationnel en 2020, cela donne en interpolant de manière linéaire entre les points, une élévation par rapport à l'an 2000 :

$$\text{En 2020 : } (2020-2000)/(2030-2000)*14 = 9\text{cm}$$

$$\text{En 2070 : } 25 + (2070-2050)/(2100-2050)*(60-25) = 39\text{cm}$$

Soit une élévation au cours de la période du projet de 30 cm.

Ces valeurs seront révisées en fonction de l'avancement des travaux de l'ONERC.

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Directrice de la publication : Laurence Monnoyer-Smith

Rédactrice en chef : Laurence Demeulenaere

Dépôt légal : mars 2018

ISSN : 2552-2272



Ces Annexes Techniques accompagnent le guide méthodologique des analyses multicritères des projets de prévention des inondations édition 2018. Elles présentent les outils et les méthodes de calculs qui permettent de réaliser les analyses multicritères.



Ces Annexes Techniques constituent une mise à jour des Annexes Techniques publiées en juillet 2014. Elles intègrent les résultats des travaux menés par le groupe de travail national « AMC inondation » entre novembre 2014 et septembre 2017, dont le pilotage a été assuré par le CGDD en lien étroit avec la DGPR.

Analyse multicritère des projets de prévention des inondations Annexes 2018



commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable
Sous-direction de l'économie des ressources naturelles et des risques (ERNR)

Tour Séquoia
92055 La Défense cedex
Courriel : ernr.seeidd.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologique-solidaire.fr

