



SEINE

Risque inondation

Recueil complet
(avec informations pour l'animation
RI1)

SOMMAIRE

		Description des symboles cf. page 6	
Chapitres	Référence(s) d'animation(s)	Niveaux de l'information	Numéros de page
La crue, du phénomène naturel à l'inondation			4
• Crues et inondations			4
<i>Une crue, qu'est-ce que c'est ?</i>			4
<i>Mineur ou majeur ?</i>			5
<i>Les débordements: l'effet salvateur</i>			5
<i>Le rôle de la ripisylve</i>			5
<i>De la crue à la catastrophe d'origine naturelle</i>			5
<i>Ampleur et comparaison des crues</i>			5
• Le risque inondation			6
<i>Qu'est-ce que le risque ?</i>			6
<i>Le risque inondation sur le bassin de la Seine</i>			7
• La dynamique des crues du bassin de la Seine			9
<i>Simulation d'une crue en « conditions naturelles »</i>			9
<i>La dynamique actuelle des crues du bassin de la Seine</i>			11
<i>Trois scénarios vraisemblables sur le bassin de la Seine</i>			12
Scénario 1 - Simulation d'une crue sur le Morvan et le Gâtinais (amont du bassin)			12
Scénario 2 - Simulation d'une crue sur l'estuaire de la Seine (aval du bassin)			12
Scénario 3 - Simulation d'une crue sur l'ensemble du bassin de la Seine			13
<i>Les zones d'expansion des crues</i>			13
Fonctions hydrologiques :			13
Les principales zones d'expansion des crues fonctionnelles du bassin de la Seine :			14
• La gestion du risque inondation sur le bassin versant de la Seine			15
<i>Pourquoi mettre en place une gestion du risque inondation ?</i>			15
<i>Contexte réglementaire : qui est en charge de la gestion du risque inondation sur le bassin de la Seine ?</i>			15

Référence(s)
d'animation(s)

RI1
(en ligne)

RI2

RI1
(en ligne)



<i>Principaux moyens et outils pour réduire le risque inondation :</i>	16
Le Plan de gestion des risques d'inondations (PGRI) du bassin Seine Normandie	16
Les Plans de Prévention des risque d'inondation : outils règlementaires d'urbanisme	16
Les PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) : outils de mise en œuvre d'actions locales	17
Les plans ORSEC : la sécurité civile	18
Services de prévision des crues : un réseau d'annonce spécifique	18
• Culture du fleuve, culture du risque	19
<i>Crues de référence et crues historiques du bassin de la Seine</i>	19
La grande crue de janvier 1910 : rétrospective d'une crue de référence	19
La crue de la Seine de janvier 1955	21
La crue du grand Morin de février 1958	21
Les orages du 6 juillet 2001 sur l'Île de France	21
Les crues de juin 2016	21
<i>Hauteurs des plus grosses crues de la Seine à Paris</i>	22
En résumé	22
Les facteurs d'aggravation du risque inondation	23
• Augmentation de l'aléa	24
<i>Le changement climatique</i>	24
• Augmentation de l'exposition	25
<i>Installation proche des cours d'eau</i>	26
• Augmentation de la vulnérabilité	26
<i>Accélération des vitesses d'écoulement</i>	27
<i>Augmentation du ruissellement / Diminution de l'infiltration</i>	27
<i>Modification de la dynamique naturelle des cours d'eau</i>	28
<i>Augmentation de la valeur des biens exposés</i>	28
Des pistes de solutions pour limiter l'augmentation du risque inondation	29
En résumé	29

RI1 (en ligne)



RI2



A travers ce recueil, l'éducateur découvrira que la crue est un phénomène naturel, pas forcément prévisible et qui découle d'une conjonction de situations (météorologiques, occupation du sol, aménagements du fleuve...) qui peuvent aggraver ou atténuer les conséquences de l'épisode ou modifier le flux de la crue (puissance, volume d'eau, inondations...). Ces contenus vous permettent de développer avec le public l'animation RI2. Il est important pour l'éducateur d'avoir à l'esprit que ce recueil n'aborde pas spécifiquement les aménagements des cours d'eau qui jouent historiquement un rôle fondamental dans la lutte contre les inondations.

Pour certains bassins-versants, nous avons créé d'autres activités pédagogiques (RI1 et RI3) et compilé d'autres informations, territoriales et générales sur le risque inondation (les crues du bassin-versant, la gestion du risque, les aménagements etc.).

Nous vous invitons donc, si vous souhaitez aller encore plus loin sur cette thématique en utilisant FGN, à vous rendre dans l'espace « téléchargement » du site www.fleuves-grandeur-nature.org.



La crue, du phénomène naturel à l'inondation

• Crues et inondations

Si on étudie les cours d'eau et leur fonctionnement, la crue est un phénomène tout à fait naturel qui joue un rôle très important pour les cours d'eau et la vie associée.

Quelques exemples de rôles indispensables :

- La crue équilibre la dynamique des cours d'eau en termes d'érosion et de sédimentation, elle mobilise les sédiments et la matière organique jusqu'à la mer ou l'océan;
- La crue nettoie le lit des rivières après les épisodes d'eutrophisation* lors des basses eaux et des fortes chaleurs rendant le lieu plus propice à la vie aquatique;
- La crue évite l'implantation systématique des ligneux sur les bancs de sable et de graviers et offre une sélection naturelle de la végétation, elle permet ainsi l'installation d'une mosaïque de milieux qui garantit la richesse et la diversité des écosystèmes;
- La crue contribue à recharger les nappes phréatiques qui assurent une alimentation constante des zones humides et préserve la ressource;
- La crue peut amener des sédiments/limons dans les champs en bordure de fleuve et ainsi favoriser la fertilisation naturelle des terres agricoles et le brassage génétique des espèces.



La crue, un phénomène naturel
© Domaine public

** Eutrophisation : développement important des micro-organismes aquatiques (végétaux et animaux) dû à une concentration importante d'éléments nutritifs comme l'azote ou le phosphate.*

Une crue, qu'est-ce que c'est ?

Ce qui caractérise un bassin-versant est de drainer les eaux qu'il reçoit vers le fleuve via le réseau hydrographique (cf. Recueil éducateur FR3). Lorsque les apports d'eau sont plus importants en raison de précipitations plus intenses, continues ou de fonte des neiges, la quantité d'eau augmente provoquant ainsi des débordements. A l'inverse, l'absence de précipitation, induit des quantités d'eau faibles à l'étiage* : le fonctionnement d'un cours d'eau est lié aux variations de niveau d'eau.

Le cours d'eau est naturellement adapté aux débordements puisqu'il possède un lit mineur et un lit majeur façonnés par les épisodes de crues et la vie s'organise avec ces phénomènes.

* Etiage : période de basses eaux

Mineur ou majeur ?

Le lit mineur est l'endroit où les eaux s'écoulent en conditions normales.

Le lit majeur est l'espace occupé par les eaux qui débordent. Sa délimitation s'appuie sur la limite des plus hautes eaux connues.

En période de hautes eaux, un cours d'eau déborde donc dans son champ d'expansion des crues et donc dans le lit majeur, sur une largeur variable en fonction de la quantité d'eau.

Les débordements : l'effet salvateur

Lorsque le cours d'eau déborde, la puissance et la vitesse de l'eau diminuent considérablement déposant ainsi sable et limons fertiles dans les plaines alluviales.

Paradoxalement, une crue non débordante peut être plus dévastatrice qu'une inondation ayant une quantité d'eau plus importante. C'est simplement une question de force et de puissance qui se concentrent dans un chenal ou qui dissipent leur énergie sur un plus large espace.

Le rôle de la ripisylve

La végétation rivulaire, qui borde les cours d'eau, joue un rôle fonctionnel non négligeable. Les essences présentes sont adaptées aux variations du niveau de l'eau même si elles peuvent en souffrir. De plus, la souplesse relative de leurs ramifications limite la casse et favorise ainsi le ralentissement des vitesses d'écoulement et donc les risques d'érosion des berges. Donc même si elle est parfois mise à mal ou partiellement emportée par une crue, la présence de la ripisylve est indispensable.



La ripisylve joue un rôle dans le déroulement d'une crue.
© GIP Loire

Attention à la décrue ! Même si la décrue annonce la fin de l'épisode de crue, elle permet aussi au cours d'eau de récupérer des matériaux sur le haut des berges, surtout si elles sont exemptes de végétation.

De la crue à la catastrophe d'origine naturelle

Parfois, la combinaison de plusieurs phénomènes (pluies importantes, fonte des neiges...) peut très localement ou à l'échelle d'un bassin-versant fluvial conduire à une augmentation telle des niveaux d'eau que la crue devient violente, exceptionnelle et dévastatrice. Ce n'est pas un phénomène nouveau, les anciens parlaient de « punition divine ». Une inondation est un aléa naturel qui peut avoir un caractère catastrophique, au même titre qu'une éruption volcanique, une avalanche ou un cyclone...

Ampleur et comparaison des crues

Pour caractériser les crues, on se base sur leur ampleur avec des phénomènes d'occurrence. Cela signifie que le phénomène a théoriquement en fonction du niveau d'eau et du débit une certaine probabilité de se produire annuellement en fonction des connaissances acquises sur chaque territoire.

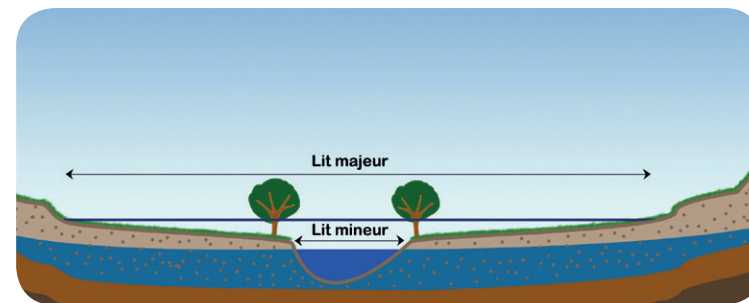


Schéma des lits mineur et majeur d'un cours d'eau
© FGN

Attention aux idées reçues !



Contrairement à ce que l'on croit trop souvent, la solution en période de crue n'est pas d'évacuer le plus rapidement possible les eaux vers l'aval.

Cela ne fait qu'aggraver la puissance de l'eau et son volume (le flux de la crue).

La réflexion se fait à l'échelle d'un bassin-versant avec de solides connaissances sur le fonctionnement du phénomène. C'est pourquoi le fait de freiner les écoulements est le plus souvent fondamental, cela disperse le flux de la crue.

Selon les périodes de retour :

- Une **crue décennale** à une **probabilité de 1/10 de se produire chaque année**.
Sur un siècle, elle se produit en moyenne une fois tous les 10 ans
- Une **crue cinquantennale** à une **probabilité de 1/50 de se produire chaque année**.
Sur un siècle, elle se produit en moyenne une fois tous les 50 ans.
- Une **crue centennale** à une **probabilité de 1/100 de se produire chaque année**.
Sur un siècle, elle se produit en moyenne une fois tous les 100 ans.

Le retour des périodes de crue n'a cependant pas d'occurrence régulière. En effet, ces probabilités ne doivent pas occulter le fait qu'une crue centennale peut se produire plusieurs fois par an ou tous les ans pendant 5 années successives... ou ne pas se produire pendant 50 ans, voire 200 ans : ce sont des probabilités.

Pour mesurer l'ampleur et comparer les crues, on se base sur le niveau des plus hautes eaux connues (PHEC) et c'est bien là qu'il faut se poser la question de la mémoire du risque et de l'aggravation des phénomènes. D'autant plus que des périodes de retours de 200 ans voire plus ne sont pas à exclure.

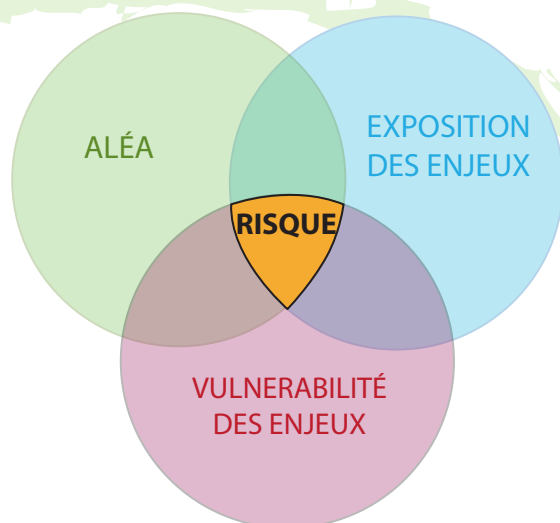
• Le risque inondation

Qu'est-ce que le risque ?

Le **risque d'inondation** est défini par la rencontre de trois composantes : l'aléa, l'exposition des enjeux et la vulnérabilité de ces derniers.

- L'**aléa** est un événement naturel susceptible de se produire. Comme la racine du mot l'indique, l'aléa est une caractéristique **aléatoire**.
- L'**exposition** est la probabilité d'être exposé à cet événement aléatoire.
- Enfin la **vulnérabilité** caractérise l'exposition des activités humaines à l'aléa et les dommages potentiels.

L'exposition et la vulnérabilité peuvent se réunir sous un terme : le danger.



En d'autres termes, il y a un risque inondation quand :

- 1- Un épisode de crue se met en place sur le fleuve : c'est un événement naturel qui peut survenir de manière aléatoire, par exemple quand il y a de très fortes précipitations. Cette crue engendre des débordements (inondations). C'est l'**aléa**.
- 2- Un territoire plus ou moins modifié par la présence humaine se trouve dans la zone inondée : c'est l'**exposition des enjeux**.
- 3- Ce territoire possède des enjeux humains vulnérables face à un tel phénomène. Les conséquences peuvent être économiques (destruction d'infrastructures ou de patrimoine par exemple), environnementales (pollution par exemple) ou encore la perte de vies humaines : c'est la **vulnérabilité**. L'exposition et la vulnérabilité correspondent à l'enjeu.

LE RISQUE ZERO N'EXISTE PAS.

Dès qu'il y a une présence humaine dans une zone exposée, il y a un risque.



Crue de la Saône à Lyon en 1856
© Louis Froissart



Sources et ressources

- <http://www.territoires-climat.ademe.fr>

Après avoir abordé la crue comme un phénomène naturel et compris la notion d'inondation, les paragraphes suivants permettent d'appréhender les facteurs d'aggravation du risque inondation.



Le risque inondation sur le bassin de la Seine

Au vu des énormes pertes humaines et économiques provoquées par des inondations en Europe, le Parlement et le Conseil ont mis en place en 2007 la directive inondation*. Cette directive, déclinée sur le territoire français en « politique nationale de gestion des risques d'inondations », prévoyait entre autre l'identification des Territoires à Risque Important d'inondation (TRI), sur la base d'une évaluation préliminaire nationale (prise en compte des impacts sur la santé humaine et sur l'activité économique), visant à réduire les conséquences dommageables des inondations. Il en existe 122 à l'échelon national, 16 sur le bassin-versant Seine-Normandie (dont 12 sur le bassin-versant Seine). Ils représentent 70 % de la population et 72 % des emplois situés dans les zones potentiellement inondables du bassin.

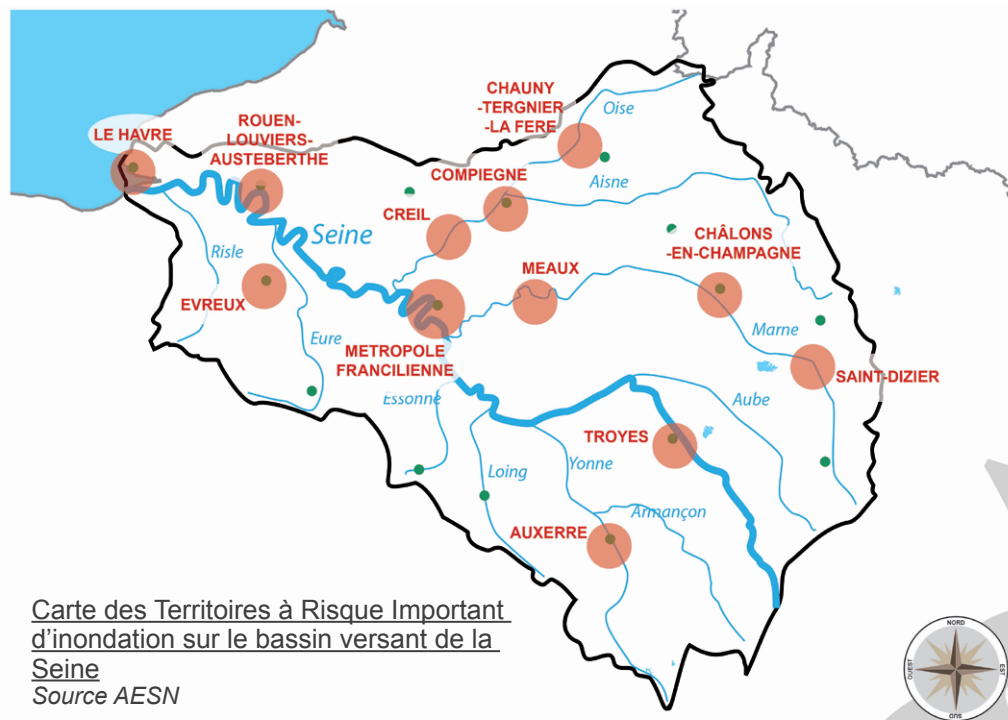
**Directive 2007/60/CE*

Nous parlons une fois encore de Risque inondation, ces territoires font l'objet d'un diagnostic approfondi avec une cartographie des risques (aléas, enjeux et vulnérabilité) liée à la spécificité et au fonctionnement socio-économique de chaque TRI : exposition des établissements sensibles (hôpitaux, écoles, entreprises Seveso), emplacements stratégiques des réseaux routiers, sensibilité des réseaux d'énergie, d'eau potable ou d'assainissement...L'objectif est de mettre en place à termes des **outils de gestion appropriés** pour les collectivités locales afin d'anticiper et réduire l'impact des crises.

Les TRI abritent généralement une grande densité de population urbaine, ils correspondent donc aux régions les plus anthropisées.

Le long de l'axe Seine, 4 zones ont été désignées TRI :

- **TRI Troyes** : L'agglomération est impactée par les crues de la Seine avec un système dense de canaux et d'affluents combiné aux remontées de nappes phréatiques. La capacité d'écroulement du lac réservoirs Seine a ses limites et l'imperméabilisation des sols aggrave le facteur de risque pour la population et l'économie locale.
- **TRI Métropole francilienne** : La crue de 1910 a profondément marqué le territoire. Les risques sont critiques par rapport à un événement similaire et l'ensemble des dommages encourus qu'ils soient liés à l'endommagement des biens mais également la perte de fonctionnalité



Carte des Territoires à Risque Important d'inondation sur le bassin versant de la Seine

Source AESN

de réseaux structurants. Vu l'augmentation de l'urbanisation depuis 1910, les conséquences seraient aujourd'hui sans précédent. La question du rôle des nappes alluviales est centrale sur ce territoire.

- **TRI Rouen-Louviers-Austreberthe** : Ce territoire, traversé par le fleuve Seine est soumis à la fois aux aléas de débordements de cours d'eau et de submersion marine. Les crues des affluents de la Seine sur ce secteur ont un caractère torrentiel. C'est un axe important pour le transport fluvial qui permet notamment de desservir la région parisienne.
- **TRI Le Havre** : C'est principalement le risque de submersion marine et les ruissèlements du plateau de Caux qui menacent à la fois les bâtiments et les activités portuaires. La combinaison de ces phénomènes aurait des conséquences importantes sur le transport maritime et fluvial.

D'autres secteurs ont été classés TRI sur le bassin versant :

- **TRI Auxerre** : Les crues de l'Yonne sont principalement des crues d'hiver générées par des perturbations océaniques. Les barrages régulateurs en amont modèrent mais n'enlèvent pas le risque d'inondation de cette zone.
- **TRI Meaux** : Les inondations concernent potentiellement 31 800 habitants impactés par les débordements de la Marne. L'écêtement des crues du lac de Der-Chantecoq ne prend en compte qu'une fraction du volume des eaux mis en jeux par les crues. Le réseau d'approvisionnement en eau potable est l'un des plus vulnérables.
- **TRI Châlons-en-Champagne** : Le secteur est impacté par les crues de la Marne et de l'apport supplémentaire d'affluents avec une concomitance de phénomènes récurrents et dont l'étalement des crues ne peut se faire qu'en aval.
- **TRI Saint-Dizier** : Les risques sont cumulés entre les crues lentes et prolongées de la Marne et celles d'un affluent aux montées des eaux rapides. Le canal de la Marne entrave les écoulements naturels induisant des débordements dans l'agglomération. Les enjeux économiques sont importants sur ce territoire. Le rôle du barrage réservoir sur la Marne est important mais limité au printemps en raison du remplissage du barrage en cette saison pour assurer le soutien d'étiage en période estivale.
- **TRI Creil** : Le territoire du creillois est une unité fortement urbanisée qui se situe à la confluence de l'Oise, le Thérain et la Brèche. Il est impacté de manière récurrente par les inondations avec des dommages importants, sur le réseau routier notamment, qui nuit au développement économique de cette région.
- **TRI Compiègne** : Le territoire est essentiellement urbain et il s'est développé dans le fond de vallée de l'Oise. C'est un pôle économique majeur qui a subi de fréquentes inondations ces vingt dernières années. Concerné par deux projets d'envergure : la réalisation d'un canal à grand gabarit (Projet Seine Nord Europe) et la mise au gabarit européen de l'Oise, ce territoire porte des enjeux majeurs liés à la prise en compte des risques liés aux inondations.
- **TRI Chauny-Tergnier-La Fère** : Le noyau urbain du pays Chaunois est marqué par les inondations à la confluence de l'Oise et de la Serre. La préservation des champs d'expansions des crues est un enjeu majeur.
- **TRI Evreux** : La partie amont de l'Iton, qui traverse l'agglomération, possède de fortes interactions entre les écoulements souterrains et superficiels qui nécessitent une maîtrise de l'urbanisation et la gestion des champs d'expansions des crues.

Des cumuls de pluie exceptionnels au printemps 2016 ont touché le sud du bassin de la Seine, et notamment la vallée du Loing et de l'Ouanne. Ces précipitations ont provoquées des crues (période de retour centennale pour le Loing) et des inondations importantes sur des territoires qui n'avaient pas été identifiés dans un Territoire à Risque Important d'inondation. Néanmoins, Le Loing fait l'objet de 3 Plans de Préventions des Risques Inondation répartis sur son bassin : PPRI Loing amont, PPRI Loing aval et PPRI Ouanne, ils ont été approuvés entre 2011 et 2012.

- La dynamique des crues du bassin de la Seine

Simulation d'une crue en « conditions naturelles »

Imaginons le bassin versant de la Seine sans les humains avec les milieux aquatiques actuels (y compris les barrages réservoirs même si c'est paradoxal)... On suppose qu'il y aurait des forêts alluviales, des bras morts et des zones humides tout le long du fleuve. La vallée de la Seine serait probablement beaucoup plus méandreuse qu'actuellement (avec un lit en tresse et des îlots), les connexions avec les annexes hydrauliques seraient également plus régulière et toutes les zones humides seraient fonctionnelles. Il en est de même pour tous les cours d'eau du bassin versant. On peut également imaginer les zones côtières moins canalisées par les aménagements portuaires.



Imaginons maintenant une crue sur ce fleuve « déserté ».



En cas d'épisode de crue sur le bassin de la Seine, le premier évènement visible est une augmentation des débits et donc les cours d'eau vont s'étaler dans les lits majeurs.

C'est donc au niveau des zones humides, des annexes hydrauliques (bras morts, forêts alluviales, prairies humides, ...), que les débordements auront lieu. Ces débordements permettent de diminuer la quantité et la force de l'eau à l'aval des zones d'expansion des crues : c'est **le phénomène d'écêtement**.

Une crue sur le haut du bassin pourrait donc s'atténuer en aval si les conditions météorologiques le permettent (pas d'aggravation des précipitations). En général le passage du flux de la crue est rapide dans les zones à forte pente et encaissées (vallons abrupts ou gorges par exemple). Ces secteurs correspondent bien souvent à l'amont des cours d'eau. Plus on descend vers les zones de plaine, plus les cours d'eau sont méandreuseux (dissipation d'énergie) et la puissance de la crue s'atténue.

Attention, **la conjonction de chaque épisode de crue** est différente et les affluents peuvent également être en crue et apporter de forts apports d'eau latéralement, engendrant de forts débits aux points de confluence et en aval. C'est notamment le risque concernant l'arrivée simultanée d'un épisode de crue de la Seine et de l'Yonne.

Une crue joue un rôle important dans le transport de sédiment, qui va être accentué. Que devient cette eau qui a débordé dans les forêts alluviales, les prairies humides, ... ?

Les zones humides jouent un rôle d'éponge. L'eau s'infiltre dans le sol et sera restituée progressivement. Elles permettent donc de garder un certain équilibre hydrique.

La dynamique actuelle des crues du bassin de la Seine

Reprenons le fleuve tel qu'il est aujourd'hui : l'Homme s'est installé le long du fleuve souvent hors des atteintes de crues mais il s'est rapproché petit à petit grâce à des aménagements gagnés sur le cours d'eau et ses annexes hydrauliques : les zones inondables. Ainsi, les zones d'expansion des crues ont été réduites.

Les crues sont très diverses par leur hauteur, leur fréquence et leur gravité. Elles varient également au fil des époques et selon les saisons.

A l'échelle des corridors fluviaux les crues varient en fonction du temps de transfert des écoulements en lien avec le substrat géologique, les pentes des cours d'eau, leur sinuosité, des annexes hydrauliques, de la largeur des champs d'inondation, de la présence de plans d'eau, de gravières ou d'obstacles (routes, voies ferrées...). Autant de paramètres qui vont ou non favoriser l'infiltration et la rétention de l'eau.

Les **crues du bassin sont lentes avec une durée de propagation de 5 à 6 jours**. Lors d'épisodes pluvieux intenses et/ou prolongés, on peut alors observer différents phénomènes d'inondation ou de submersion :

- En amont, les crues visent principalement les petits bassins et se propagent par effet cumulé. Elles sont localisées, rapides et peuvent avoir lieu en cas de ruissellements intenses suite à la fonte brutale de la neige ou d'orage estival.
- Les sols perméables, notamment en Normandie, ne peuvent pas absorber de tels phénomènes et ces épisodes génèrent des crues et coulées de boues.
- Dans les secteurs urbanisés, fortement imperméables, les pluies importantes provoquent le refoulement des réseaux d'assainissement cumulé aux ruissellements intenses.
- Les submersions par remontées de nappe phréatique sont des phénomènes qui s'observent en Normandie, dans le bassin parisien, en Picardie et dans la région de Troyes.
- Les zones littorales sont menacées par les phénomènes de submersion marine (Cf. Animation Climat C1)
- Lors d'épisodes de pluies soutenues et continues, la montée des eaux se fait de manière lente, moins violente certes, mais les hauteurs atteintes impactent les agglomérations.

Cependant, les **écoulements spécifiques** à l'échelle du bassin de la Seine (40 l/s/km²) peuvent être relativisés par rapport à ceux de la Loire (50 l/s/km²) ou du Rhin (70 l/s/km²). La vulnérabilité aux crues est essentiellement liée à la présence de la région parisienne. Les périodes à risque s'étendent de novembre à mars avec un facteur de risque plus important entre décembre et février. Même si elles sont plus fréquentes en hiver, les crues de printemps voire d'été ne sont pas à exclure.

Afin de simuler pédagogiquement les crues du bassin de la Seine, différents scénarios sont proposés. Ces possibilités sont issues de conjonctures réelles du bassin et transposées pédagogiquement (données météo France sur les cumuls de précipitations).

Ainsi, on retrouve les grands types de crue du bassin :

- les crues lentes (scénarios 2 et 3),
- les crues rapides (scénario 1),
- la concomitance d'une crue lente avec des perturbations sur le littoral et un fort coefficient de marée (scénario 2).

Les propositions ne reflètent ici que trois conjonctures mais il en existe bien plus, prévisibles ou pas.

Cf. p19 « Les crues de références et crues historiques sur le bassin de la Seine »

Scénario 1 - Simulation d'une crue sur le Morvan et le Gâtinais (amont du bassin)

Contexte météorologique :

Des épisodes orageux intenses et localisés se déroulent en plein mois de juin sur les massifs du Morvan et du Gâtinais. L'intensité des précipitations est de l'ordre de 50 à 60 mm en 24 h.

Comportement du système hydraulique :

Le flux de la crue s'atténue progressivement pour revenir à la normale en aval de la région parisienne. Les dégâts peuvent être très importants en amont car les épisodes torrentiels, même s'ils sont brefs, sont violents et dévastateurs.

La Seine en région parisienne risque d'arborer une eau trouble voire boueuse et plus haute que la normale sans débordement conséquent.

Scénario 2 - Simulation d'une crue sur l'estuaire de la Seine (aval du bassin)

Contexte météorologique :

Des pluies très abondantes s'abattent sur la Picardie et la région parisienne en ce mois de décembre.

Le cumul des précipitations du mois de décembre en Picardie et en région parisienne sont de l'ordre de 120 mm soit deux fois supérieurs à la normale.

Sur les massifs du Morvan et de Langres, d'importantes chutes de neige se déroulent dans une ambiance très froide.

La Manche subit une marée avec un fort coefficient associée à des vents d'ouest.

Comportement du système hydraulique :

Les débits augmentent avec les ruissèlements continus et conséquents sur les zones urbanisées. Les apports de l'Oise sont importants et se combinent aux hautes eaux de la Seine.

Les zones d'expansion des crues entre Poses et Le Havre estompent le flux de la crue mais le fort coefficient de marée et les vents d'ouest constituent une conjoncture défavorable à l'évacuation de la crue qui se localise sur l'estuaire et peut remonter jusqu'à la région rouennaise.

Les perturbations sur le transport fluvial et maritime sont fortement affectées.

La disparition ou l'atténuation de ces conditions extrêmes à l'estuaire doivent suffire à permettre l'évacuation de la crue.

Les températures négatives sur le Morvan et le plateau de Langres permettent le stockage de la neige et de l'eau en général, n'aggravant pas davantage les phénomènes en aval. (Imaginez un petit redoux au même moment !)

Scénario 3 - Simulation d'une crue sur l'ensemble du bassin de la Seine

Contexte météorologique :

Des pluies continues s'installent début mars sur le bassin parisien et la Champagne. Quelques jours plus tard, des pluies abondantes s'abattent sur la Picardie et les massifs de Langres et du Morvan sur des sols déjà gorgés d'eau.

La Manche subit des marées avec des coefficients moyens sans phénomène notable associé.

Le cumul de ces épisodes pluvieux de mars est de l'ordre de 70 mm en Champagne et en région parisienne et de 100 mm sur l'amont et l'aval du bassin.

Comportement du système hydraulique :

La crue est généralisée et tous les terrains sont gorgés d'eau. C'est typiquement le scénario de la crue centennale de janvier 1910.

(Imaginez les mêmes conditions météorologiques à l'estuaire que pour le scénario 2)

Les zones d'expansion des crues

De par leur capacité à stocker des volumes d'eau, les zones humides et annexes hydrauliques contribuant à éviter une surélévation des lignes d'eau et les débits de pointe de crue à l'aval. Ces zones se sont fortement réduites au fil du temps et des aménagements mais leur rôle fonctionnel fondamental est aujourd'hui reconnu dans la gestion du risque d'inondation.

On distingue les annexes hydrauliques des autres zones humides dites de dépressions géologiques. Les premières sont dynamiques car elles ont un lien direct avec le cours d'eau.

Fonctions hydrologiques :

Stockage de l'eau de surface et restitution :

En cas de débordement dans le lit majeur. Cette rétention naturelle, d'une durée variable selon les milieux, a un effet très positif sur la régénération des zones humides. Elle restitue ensuite progressivement l'eau limitant ainsi le flux en période de crue et permettant une réserve en période de basses eaux, et ceci en nettoyant l'eau au passage.

Dissipation de l'énergie :

La rugosité* associée aux débris de végétaux, aux variations topographiques et à la structure de la végétation des zones humides réduit considérablement les vitesses d'écoulement permettant à la fois le dépôt de sédiments, et donc de fertilisants, mais également de limiter les vitesses d'écoulement et donc la force d'arrachement des crues à proximité des zones de débordement et en aval.

** Rugosité : On parle de rugosité quand une surface sur laquelle l'eau s'écoule n'est pas lisse, qu'elle présente des aspérités qui ralentissent les vitesses d'écoulement.*

Piégeage des matériaux flottants :

Directement lié à la dissipation de l'énergie, les matériaux retenus au niveau des annexes hydrauliques évite l'encombrement voire l'obstruction des ouvrages en aval. Cette fonction est fondamentale pour la zone humide qui se recharge en fertilisant, en graines mais également en polluants, déchets et autres immondices. La zone humide joue alors le rôle d'épurateur pour le fleuve et notamment pour les nitrates.

Les principales zones d'expansion des crues fonctionnelles du bassin de la Seine :



Zones d'Expansion des Crues (ZEC) à fort niveau de fonctionnalité en termes de régulation des crues

Liste des zones : Elles n'ont pas d'étiquette propre pour l'animation mais elles sont représentatives des réalités du bassin de la Seine

Très bon niveau de fonctionnalité

1 Seine en amont de Troyes	2 Marne amont	3 Seine en amont de Nogent-sur-Seine
4 Seine dans la Bassée	5 Oise en amont de la confluence avec l'Ailette	

Bon niveau de fonctionnalité

6 Loing aval	7 Essonne médiane	8 Oise à Compiègne
9 Eure aval et Seine à Poses	10 Boucles de Seine	11 Estuaire

- La gestion du risque inondation sur le bassin versant de la Seine

Pourquoi mettre en place une gestion du risque inondation ?

Les chiffres parlent d'eux-mêmes. 4,9 milliards d'euro par an, c'est la moyenne des coûts des inondations en Europe entre 2000 et 2012. 12 milliards en 2013, plus de 2000 morts depuis 1998 sans oublier le choc psychologique de milliers de personnes suite à ces catastrophes.

Face à ce triste constat, l'Union européenne a mis en place en 2007 la Directive 2007/60/CE ou « Directive inondation » afin de diminuer les dégâts. Elle établit un cadre d'évaluation et de gestion du risque inondation.

Chaque pays membre doit donc évaluer les risques sur ses bassins hydrographiques, cartographier les zones à risques et les scénarios associés et établir des plans de gestion des risques d'inondation.

La prévention et la culture du risque sont des points majeurs pour tous les acteurs d'un territoire qu'ils soient politiques ou simples citoyens. Elles se manifestent par la connaissance pour pouvoir se protéger de la crue, en réduire les effets ou agir en conséquence. De plus en plus, la prise en compte de l'inondation dans un contexte plus large conduit à envisager le développement d'une culture du fleuve englobant le développement d'une culture du risque incluant la gestion de crise.

Cf. p17 « Culture du fleuve, culture du risque »

La pose de repères de crue se généralise et elle permet également de garder la mémoire des hauteurs d'eau.

Contexte réglementaire : qui est en charge de la gestion du risque inondation sur le bassin de la Seine ?

Pour bien comprendre la gestion du risque inondation, il est important de commencer par présenter les différentes échelles géographiques mises en jeu.

Tout d'abord **l'Europe** qui, via la **directive inondation**, a établi le cadre d'évaluation et de gestion du Risque Inondation pour les Etats membres.

En réponse à cette directive, **l'Etat** a mis en place la **stratégie nationale de gestion des Risques Inondation** (SNGRI).

Le niveau inférieur est appelé **district**. En ce qui concerne la Seine, il réunit le bassin versant de la Seine d'une part mais également et les cours côtiers normands. C'est le bassin Seine-Normandie. A l'échelle du district hydrographique (territoire de l'Agence de l'Eau) une évaluation préliminaire des risques (adoptée en 2011) a été mise en place, d'où a découlé l'identification des 16 Territoires à Risque Important (**TRI**) et leur cartographie dont 12 se situent sur le bassin de la Seine. Cet état des lieux réalisé, le **Plan de Gestion des Risques Inondation** (PGRI) a été rédigé et est approuvé par le préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie depuis le 7 décembre 2015. Il est établi sur 7 ans (2015-2021) et contient les objectifs et mesures applicables au district d'une part et aux TRI d'autre part.

Enfin, pour appliquer ces mesures sur les TRI, ce sont les **stratégies locales de gestion du Risque Inondation** (SLRGI) qui sont développées sur 6 ans (2016 – 2021) au niveau d'un **sous bassin-versant**. Ces stratégies peuvent être aussi nombreuses que nécessaire.

La législation européenne s'ajoute aux efforts nationaux déjà entamés sur le risque inondation. En 2005, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable avait pour objectif de mettre en place 500 **Plans de Prévention de Risque Inondation** (PPRI). Ces PPRI sont établis localement afin de prévenir le risque humain en zone inondable, de prévenir les dommages aux biens et aux activités existantes et futures en zone inondable et de maintenir le libre écoulement et la capacité d'expansion des crues en préservant l'équilibre des milieux naturels.

La Directive inondation prévoit également l'instauration au niveau local de **Programmes d'Action de Prévention des Inondations** (PAPI). Elaborés par les collectivités locales, les PAPI ont pour objectif la réalisation d'actions concertées permettant de réduire les dommages causés par les inondations. Ils permettent de solliciter des aides financières de l'Etat pour les programmes ayant pour objet de réduire l'aléa et la vulnérabilité.

Le Plan de gestion des risques d'inondations (PGRI) du bassin Seine Normandie

Ce document, entré en vigueur le 22 décembre 2015 après sa parution au journal officiel, fixe pour 6 ans les quatre grands objectifs à atteindre sur le bassin seine-Normandie dans l'objectif de réduire les conséquences des inondations. Ce document a une portée réglementaire qui s'impose aux politiques locales de gestion des inondations sur les programmes et décisions administratives dans le domaine de l'eau et sur les documents d'urbanisme.

Il est construit autour de quatre objectifs :

- 1 – **Réduire la vulnérabilité des territoires** : réaliser des diagnostics de vulnérabilité des territoires mais également des bâtiments et des activités économiques et prendre en considération l'écoulement des crues dans les projets pour éviter, réduire ou compenser leur impact. Cet aspect vise aussi à renforcer et partager la connaissance sur la réduction de la vulnérabilité entre les acteurs d'un territoire.
- 2 – **Agir sur l'aléa pour réduire le coût des dommages** : prévenir la genèse des crues et préserver les milieux fonctionnels. Ralentir et gérer les ruissèlements et les prendre en compte dans la conception des projets. Protéger les zones d'expansion des crues et réduire les aléas (débordement, ruissellement, submersion, remontée de nappe) par une approche intégrée de gestion du risque mais également par la connaissance et la gestion des ouvrages hydrauliques de protection contre les inondations.
- 3 – **Raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés** en élaborant un principe dynamique de gestion de crise : surveillance, alerte, capitaliser les retours d'expériences pour améliorer la résilience des territoires et la prendre en compte dans les projets
- 4 – **Mobiliser tous les acteurs pour consolider les gouvernances adaptées et la culture du risque** : par des opérations de sensibilisation des élus, l'intégration du risque dans les documents de gestion mais également en sensibilisant les acteurs économiques et les citoyens en considérant le risque comme une composante culturelle du territoire

Les 16 territoires à risque important d'inondation font l'objet de stratégies locales spécifiques élaborées localement.

Ce document est fondamental et novateur car il se fonde sur une vision globale de la politique de gestion des inondations dans toutes ses composantes et qu'il implique la solidarité territoriale entre l'amont et l'aval par le partage d'objectifs communs.



Sources et ressources :

La synthèse est consultable en suivant le lien ci-dessous :

http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PGRI_synthese_2015_PRINT-3.pdf

Cartographie des 16 TRI :

http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/carte_tri_seno_arrete_pcb_27_11_2012.pdf

Les Plans de Prévention des risque d'inondation : outils réglementaires d'urbanisme

Différents points sont réglementairement et inclus dans un Plan de Prévention des Risques d'Inondation. Cet outil, sous l'égide des Préfets vise à limiter ou conditionner l'urbanisation dans les secteurs à risques en édictant des règles de constructibilité en zones inondables et des prescriptions sur les constructions. Ces règles sont basées sur le croisement de l'aléa (hauteur d'eau) et des enjeux (types de zones, urbanisation, équipements...).

Evaluer les risques pour diagnostiquer la vulnérabilité aux risques d'inondation, identifier les points les plus exposés, ainsi que leur niveau de fragilité.

Pour les **constructions**, il s'agit de limiter les nouvelles constructions dans les zones inondables et d'adapter les constructions existantes pour diminuer leur vulnérabilité. Pour les nouvelles constructions lorsqu'elles sont autorisées, il faut intégrer dans leur construction toutes les mesures pour limiter leur vulnérabilité.

Vient ensuite le **concept de résilience** qui vise à surmonter la crise pour permettre un retour à la normale le plus rapidement possible.

Les PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) : outils de mise en œuvre d'actions locales

Les PAPI sont des outils de gestion portés par une collectivité locale. Ils sont issus d'une contractualisation avec l'Etat et les collectivités locales donnant un « label » à un programme d'actions à l'échelle d'un bassin de risque tout en respectant la politique globale de la Directive inondation.

Ils ont été initiés en 2003 dans l'objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation afin de réduire leurs conséquences sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement et ce, dans une perspective durable. C'est pourquoi les démarches des PAPI s'intègrent aux autres politiques locales d'aménagement et de gestion du territoire. Il en existe différents types selon leur envergure et les périodes de labellisation. Les nouveaux labels évoluent notamment par la réalisation d'une analyse coût-bénéfice (dite ACB) qui permet de mesurer la pertinence des actions au regard de l'analyse des coûts du programme d'action et des bénéfices attendus. Les ACB sont des mesures structurelles de limitation de l'aléa qui correspondent aux axes 6 et 7 du programme d'actions.

Quelques dispositions fondamentales :

- L'échelle de gestion : La démarche s'adresse à des territoires exposés aux aléas d'inondation comprenant des enjeux avérés (humains, socio-économiques, culturels, environnementaux...) avec une prise en compte globale sur des bassins de risque cohérents (partie amont d'un bassin versant ou sous bassin versant par exemple).
- Le contenu du programme d'actions : une démarche complète doit être le fruit d'une stratégie issue d'un diagnostic approfondi du territoire concerné face au risque (ACB notamment). Ainsi, le programme d'actions qui en résulte se doit d'être pertinent et hiérarchisé pour chaque territoire.
- La gouvernance : Cela implique une gestion territoriale portée par une structure locale forte en lien avec toutes les démarches locales de gestion (Contrats de milieux, Schémas d'Aménagement et de gestion des eaux...) et d'aménagement du territoire (Plan Local d'urbanisme, Schéma de COhérence Territoriale...).
-

Les programmes d'action comprennent généralement plusieurs axes :

- 1) L'amélioration de la connaissance et de la conscience du risque
- 2) La surveillance, la prévision des crues et des inondations
- 3) L'alerte et la gestion de crise
- 4) La prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme
- 5) Les actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens
- 6) Le ralentissement des écoulements
- 7) La gestion des ouvrages de protection hydrauliques

Suite à la labellisation, les structures porteuses bénéficient de fonds (en grande partie du fond de prévention des risques naturels majeurs FPRNM dit « Fonds Barnier ») pour mener à bien son programme d'action en concertation avec un comité de pilotage technique des actions.

Quelques exemples :

- Le PAPI de la Seine et de la Marne Franciliennes porté par l'EPTB* Seine Grands Lacs concerne le territoire francilien, le plus exposé au niveau national – Labellisation 2013
- Les PAPI d'intention de la Seine moyenne et de l'Yerres sont portés respectivement par l'EPTB* Seine Grands Lacs et la Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres.



En savoir plus :

Carte des PAPI labellisés en juillet 2014 :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Prjts_PAPI_et_PSR_labellises_par_la_CMI_-_juillet_2014.pdf

Les plans ORSEC : la sécurité civile

Ce sont des systèmes polyvalents de gestion des catastrophes naturelles, industrielles ou sanitaires qui vise à l'organisation des secours et le recensement des moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre.

ORSEC signifie « organisation de la réponse de sécurité civile ».

Il organise la mobilisation, la mise en œuvre et la coordination des actions de toute personne publique et privée concourant à la protection générale des populations.

Il existe différents dispositifs selon les risques et la zone concernées et ils sont généralement coordonnés et déclenchés par un Préfet.

Ils réunissent l'organisation de 5 services :

- Premiers secours et sauvetage,
- Soins médicaux et entraide,
- Police et renseignements,
- Liaisons et transmissions,
- Transports et travaux.

Le dispositif comprend :

- L'inventaire et l'analyse des risques et des effets potentiels des menaces de toute nature pour la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement, recensés par l'ensemble des personnes publiques et privées ;
- un dispositif opérationnel répondant à cette analyse et qui organise dans la continuité la réaction des pouvoirs publics face à l'événement ;
- les modalités de préparation et d'entraînement de l'ensemble des personnes publiques et privées à leur mission de sécurité civile.

Services de prévision des crues : un réseau d'annonce spécifique

Réduire la vulnérabilité c'est aussi se préparer. Des Services de prévision des crues (SPC) sont des services de l'état qui ont été mis en place et permettent de recevoir des données en temps réel (débit, hauteur du niveau d'eau,...). Ces données proviennent des prévisions des pluies de Météo France ainsi que

des stations de mesures mises en place tout le long des cours d'eau.

Les données sont disponibles en temps réel sur la carte « Vigilance crues ». Quatre niveaux de vigilance sont représentés par quatre couleurs :

- Rouge : Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens
- Orange : Risque de crue génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes.
- Jaune : Risque de crue ou de montée des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées.
- Vert : Pas de vigilance particulière requise.



En savoir plus :

Pour consulter les cartes de vigilance :

www.vigicrues.gouv.fr

• Culture du fleuve, culture du risque

C'est par la connaissance du fleuve, de sa dynamique, de son comportement au fil de l'histoire que l'on peut comprendre ces phénomènes et s'y préparer au mieux.

Des crues de référence sont déterminées. Elles correspondent à des crues historiques bien documentées ou à des crues d'occurrence centennale, c'est-à-dire avec une probabilité d'une « chance » sur cent de se produire chaque année. Cela permet d'avoir des points de repères et de se rappeler des très fortes crues peu fréquentes qui, lorsqu'elles surviennent, sont souvent très destructrices.

Le bassin de la Seine est particulièrement vulnérable aux phénomènes de crue. **L'Île-de-France** est très souvent citée et pour cause : la région compte 11,8 millions d'habitants avec une densité de population de 990,5 habitants au km² (INSEE 2012). Elle concentre également les principaux pôles d'activités économiques et politiques du pays.

Cette région se situe au cœur des 3 confluences Seine/Yonne, Seine/Marne et Seine/Oise et elle s'est structurée au fil du temps autour de ses cours d'eau. Elle a connu une soixantaine de crues majeures depuis le 6^e siècle.

En Île de France, 850 000 habitants sont directement exposés au risque d'inondation mais les perturbations ne se limitent généralement pas à la zone inondée en raison des coupures d'électricité et d'eau potable...

Crues de référence et crues historiques du bassin de la Seine

La grande crue de janvier 1910 : rétrospective d'une crue de référence

Compte tenu de son exceptionnelle gravité, elle constitue l'évènement de référence utilisé dans l'inventaire des plus hautes eaux connues (PHEC) en Île-de-France. Elle est la seule du 20^e siècle considérée comme centennale en Île-de-France.

Elle a été générée par deux épisodes pluvieux successifs qui ont eu lieu à intervalle rapproché avec une synchronisation des ondes de crue des bassins amont. On parle de crue double. En fin d'année 1909 (dernier trimestre) les vallées de la Haute Seine, de la Marne et de l'Yonne ont enregistré un cumul de précipitation de 450 mm deux fois supérieur aux normales saisonnières. Ces pluies abondantes et généralisées à l'échelle du territoire ont maintenu un niveau soutenu des cours d'eau et ont favorisé la saturation des sols.

En janvier 1910, les précipitations de pluies et de neiges sont abondantes sur l'ensemble du bassin de la Seine avec un cumul de l'ordre de 300mm dans la partie haute du bassin versant amont (Morvan), le bassin versant moyen enregistre des précipitations de l'ordre de 110mm et le bassin versant Seine aval enregistre un cumul de l'ordre de 280mm.

Les fortes pluies sur des sols saturés engendrent les crues subites de l'Yonne, du Loing et du Grand Morin. Au même moment le bassin versant de la Haute-Seine et celui de la Marne entrent dans une crue extraordinaire. Les conditions météorologiques se dégradent à nouveau entre le 23 et le 25 février, bien moindres, mais qui engendre un nouvel épisode pluvieux sur l'ensemble du bassin de la Seine. Cet aléa météorologique, combiné aux aménagements, aux déboisements massifs du haut bassin provoquent un grossissement conséquent des débits du fleuve et de ses affluents.

La Seine monte et commence à provoquer un flot de dégâts à Paris (le seul secteur vraiment urbanisé à l'époque) : l'inondation gagne d'abord les quais de Seine, puis les rues, inonde les caves, les égouts, les chantiers du métro et inonde ainsi les quartiers de plus en plus éloignés en perturbant gravement le transport fluvial, les réseaux d'électricité et de gaz, les tramways, les métros, les chemins de fer, les communications... En bref, Paris est bloqué, localement évacué et les déchets sont jetés directement dans la Seine. L'épisode laisse ainsi une boue nauséabonde qui recouvre les rues et la ville mettra plus de 2 mois à s'en remettre.

L'onde de crue de la Seine se propage ensuite jusqu'à l'aval du bassin et gagne Rouen où d'importantes chutes de neige se produisent. L'eau aborde les quais, elle est perturbée par l'urbanisation et toutes les transformations liées à l'aménagement du cours du fleuve qui aggravent le facteur de risque. La fonte des neiges qui s'en suit provoque des dégâts et des perturbations d'une ampleur jamais égalée dans l'estuaire de la Seine.

La Préfecture de Police/Zone de Défense de Paris a lancé en mars 2016 la simulation d'un épisode similaire correspondant à une semaine de montée des eaux et une semaine de décrue : **EU Sequana 2016**

L'opération a permis l'organisation de différents exercices mais également de sensibiliser la population à ce risque majeur à travers des outils pédagogiques et ludiques.

En Île de France, 850 000 habitants sont directement exposés au risque d'inondation mais les perturbations ne se limitent pas à la zone inondée en raison des coupures d'électricité et d'eau potable et de tous les services à la population.

Les entreprises, pour celles qui ne seraient pas directement endommagées par l'inondation, devront accuser des perturbations dans leur approvisionnement et leur distribution : elles seraient près de 170 000 concernées et 750 000 emplois seraient touchés dont 400 000 réduits à néant.

Les hauteurs de submersion sont estimées à 2 m d'eau dans les secteurs les plus exposés et ce pendant 6 à 8 semaines. L'évènement risque de paralyser toute la région d'Île de France et d'affecter l'ensemble des activités du pays.

Les dégâts matériels directs d'une crue comparable en hauteur à celle de 1910 auraient un coût évalué à 30 milliards d'Euros. A cela s'ajouterait un coût pour l'économie nationale de 58,5 milliards d'Euros sur 5 ans !



En savoir plus :

Présentation et déroulement de l'exercice :

<http://www.prefecturedepolice.interieur.gouv.fr/Sequana>

La crue de la Seine de janvier 1955

Genèse de la crue : Succession d'épisodes pluvieux accompagnée d'une fonte des neiges sur un sol gelé durant l'hiver 1954-1955. Crue cinquantennale à Paris

Zones inondées : Seine, Marne, Oise.

Impact de la crue : Inondations de centaines d'habitations, de caves. Routes coupées.

La crue du grand Morin de février 1958

Genèse de la crue : Deux épisodes pluvieux sur un sol préalablement saturé. Période de retour : 60 ans sur la partie aval, 30-40 ans sur la partie amont

Zones inondées : Bassin versant du Grand-Morin

Impact de la crue : 13 millions d'euros de dégâts dans le bassin versant du Grand-Morin

Les orages du 6 juillet 2001 sur l'Île de France

Genèse de la crue : Record historique de précipitations de 110 mm en 24 heures à Paris-Parc de Montsouris. Evènement plus que centennal.

Zones inondées : Région Île-de-France

Impact de la crue : Milliers d'habitations inondées, habitants évacués, effondrement d'une chaussée à Paris. Maisons et caves inondées, perturbations dans le métro. Routes et autoroutes fermées, tunnels inondés

Les crues de juin 2016

Genèse de la crue : Pluviométrie importante à la fin du mois de mai 2016 sur des sols déjà gorgés d'eau par des précipitations excédentaires en avril et mai. Les pluies de mai présentent des cumuls avoisinant ou dépassant fréquemment les 100 mm sur le bassin de l'Yonne et du Loing.

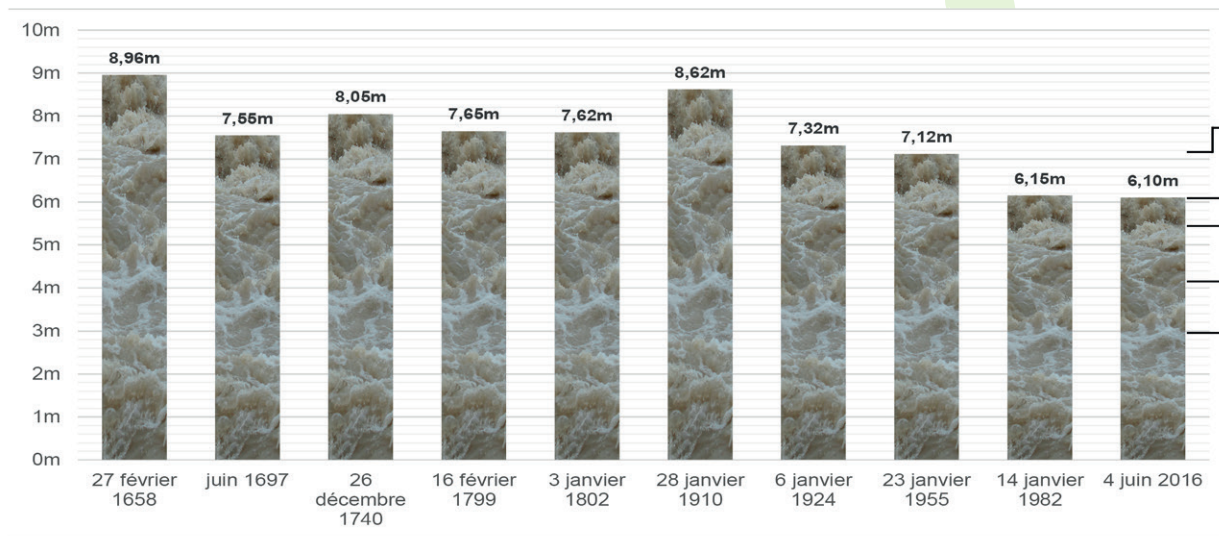
Zones inondées : Cours d'eau du centre et d'Île-de-France. Le loing dépasse les niveaux atteints en 1910.

Impact de la crue : Dans les vallées du Loing et de l'Ouanne, les dégâts sont importants, routes coupées, maisons inondées, personnes évacuées. A Paris, une partie des collections des musées sont mises à l'abri, et quelques bâtiments étaient privés d'eau chaude et d'électricité.

L'eau, montée en 2 ou 3 jours, mettra parfois près de 10 jours à retrouver un niveau acceptable.

Hauteurs des plus grosses crues de la Seine à Paris

Hauteurs
au pont d'Austerlitz



Conséquences

Arrivée des eaux par l'amont dans les 12^e et 13^e arrondissements, débordements dans les 4^e, 7^e, 15^e et 16^e
Arrêt des RER A et B + 12 lignes de métro

Fermeture totale des voies sur berge

Inondation premiers sou-sols des bâtiments

Arrêt de la navigation fluviale

Début de fermeture des voies sur berge

Sources : Banque hydro, AFP, Préfecture de police

En résumé

- Une crue est un phénomène naturel qui rend de nombreux services écologiques.
- Le risque inondation est lié à la présence d'enjeux humains sur un territoire soumis à la crue.
- Les zones humides riveraines aux cours d'eau, ou Zones d'expansion des crues, sont essentielles pour limiter les inondations.
- Les aménagements tels que les digues protègent de certaines crues mais font oublier des crues plus violentes qui peuvent tout submerger.
- 4,8 millions d'habitants et 3 millions d'emploi sont potentiellement exposés au risque inondation sur le bassin Seine-Normandie, dont 90% en Ile-de-France.
- Face aux impacts des inondations, une législation spécifique existe à différentes échelles.
- Le risque inondation se réfléchit à l'échelle locale dans une dimension globale intégrée (bassin versant)
- Le passé nous rappelle le danger des inondations. Cette mémoire nous y prépare.



Les facteurs d'aggravation du risque inondation

Notre vulnérabilité aux phénomènes de crues et d'inondations est amplifiée car :

- L'Homme prend des droits sur les cours d'eau : construction, endiguement, canalisation...;
- L'Homme ne prend pas en compte le fonctionnement même d'un hydrosystème (ex. : le rôle des zones humides dans la rétention de l'eau et la diminution des vitesses d'écoulement, souvent drainées au profit des cultures ou des constructions, ou encore le principe de l'infiltration de l'eau remplacé par le ruissellement lors de l'imperméabilisation des surfaces);
- L'Homme oublie (cf. encadré).

Le problème est que ce risque de catastrophe naturelle est donc insidieusement aggravé par l'Homme.

RAPPELEZ-VOUS...

- La crue de l'Ouvèze à Vaison-la-Romaine (84) le 22 septembre 1992 qui a provoqué 32 décès et 4 disparitions.
- La crue du Borne au Grand-Bornand (74) dans la nuit du 14 au 15 juillet 1987 cause 23 décès et 2 personnes sont portées disparues.



Une inondation - © Kingbob86

D'autres catastrophes dramatiques doivent marquer nos mémoires :

Bien plus grave encore fut la crue du Tarn à Montauban en 1930 qui a provoqué 200 morts et près de 10 000 sinistrés.

Ou encore à l'automne 1907 en Languedoc-Roussillon et PACA : au moins 25 morts.

Ces phénomènes exceptionnels font froid dans le dos mais imaginez tous les événements qui les ont précédés depuis des millénaires et partout dans le monde.

Même si ces catastrophes nous affectent et sont très présentes dans les médias après coup, ce n'est malheureusement qu'à l'instant « T » et ils sont assez vite oubliés par le grand public. Dans le cadre de la directive inondation, l'Union Européenne estime à 7 ans le temps qu'il faut pour que les événements soient totalement oubliés par les populations sinistrées.

Pour plus d'informations :

<http://memoiresdescatastrophes.org/>

L'Homme est à la fois une victime et un responsable de ces phénomènes : plus il s'expose et plus le risque est élevé. Il est concevable aujourd'hui avec nos connaissances de ne pas aggraver davantage les problèmes et de s'adapter à certains de ces phénomènes environnementaux.

Mais attention : le risque zéro n'existe pas !

Aggraver, ou augmenter le risque inondation revient à augmenter l'aléa et/ou l'exposition et/ou la vulnérabilité. (cf. ci-avant, Qu'est-ce que le risque ?). Avec l'impact des activités humaines qui aggravent les conséquences des crues, les dommages causés par des crues d'ampleur moyenne deviennent plus importants.

• Augmentation de l'aléa

L'aléa naturel c'est la possibilité que la montée des eaux se produise. Il est étroitement lié aux conditions climatiques et météorologiques soit sur un phénomène extrême, soit sur une évolution à plus ou moins long terme.

Plusieurs facteurs entrent en jeu face au risque d'inondation. Pour les comprendre revenons rapidement à la dynamique d'un fleuve en crue (cf. ci-avant).

La crue se caractérise par l'augmentation du débit d'un ou de plusieurs cours d'eau. Naturellement, les zones humides riveraines aux cours d'eau permettent d'écarter le flux de la crue : elles diminuent à la fois la quantité d'eau et la vitesse d'écoulement. Dans ces zones inondables, l'eau s'étale et elle est en partie absorbée dans le sol comme « une éponge ». De même, la typologie naturelle de la rivière permet de ralentir l'écoulement (méandres, lit en tresse, ripisylve...). Ainsi, lorsque le cours d'eau peut déborder librement, les vitesses d'écoulement sont freinées et la violence de la crue s'estompe.

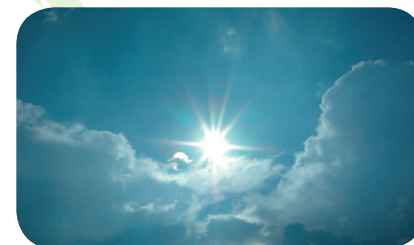
Le changement climatique

Le changement climatique joue un rôle relativement important dans le risque inondation. Ce sont en effet les conditions météorologiques qui définissent l'aléa mais il est difficile de prévoir avec certitude quel(s) impact(s) aura la modification du climat sur les phénomènes pluvieux ou de fonte des neiges. Des crues de plus en plus intenses ? Ou de plus en plus fréquentes ?

Les conséquences du changement climatique sont liées à la fois à la modification globale du cycle de l'eau et à la variabilité climatique pouvant engendrer des événements extrêmes que sont les sécheresses et les inondations. Les épisodes de **précipitations extrêmes** risquent d'être en augmentation. Les prévisions indiquent que les pluies intenses de l'automne vont diminuer et se décaler progressivement en hiver. Sur d'autres secteurs du territoire Français, le risque peut être lié à l'augmentation des fortes pluies et des orages au printemps et en été.

La baisse généralisée des débits des cours d'eau ne provoque pas la baisse des **fréquences de crue** et certaines simulations prévoient même une augmentation.

L'Homme peut difficilement agir sur l'aléa, cependant il est nécessaire de garder à l'esprit qu'il n'est pas figé dans le temps et évoluera.



L'évolution du climat - © Thomas Bresson



Sources et ressources

- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)
- Agences de l'eau

LA COP 21



© Ron Mader

Le changement climatique est une préoccupation majeure de nos sociétés à l'échelle planétaire. La conférence de Rio de Janeiro en 1992 a permis la mise en place de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Cette convention, approuvée par la quasi-totalité des pays membres, met en avant la part de responsabilité des activités humaines dans le changement climatique et stipule que les pays industrialisés ont la responsabilité de lutter contre ce phénomène. Chaque année, depuis 1995, la Conférence des Parties (COP) est organisée pour prendre les décisions et les accords nécessaires à la lutte contre le dérèglement climatique. En 1997 suite aux accords de Kyoto (COP3), 37 pays développés s'engagent à tenir des objectifs contraignants pour limiter leur émission de gaz à effet de serre.

En décembre 2015 s'est tenue à Paris la COP 21. Elle a pour objectif de trouver des accords mondiaux pour limiter le réchauffement de la planète à 2 °C. L'Accord de Paris a été adopté le 12 décembre par consensus par l'ensemble des 195 parties et 175 parties (174 pays et l'Union européenne) ont signé l'Accord de Paris le 22 avril à l'occasion de la « Journée de la Terre ».

• Augmentation de l'exposition

Les cours d'eau offrent de nombreux avantages au développement humain : proximité de ressources alimentaires, voie de communication, utilisation de l'eau pour les cultures... L'histoire des civilisations nous montre que très tôt les Hommes se sont rapprochés des cours d'eau alors que les crues, **phénomènes naturels**, ont toujours eu lieu de manière plus ou moins intense, plus ou moins sporadique. Les Hommes se sont d'abord mis à l'abri mais l'augmentation des activités et des populations ont induit un rapprochement du fleuve et progressivement la mise en place d'aménagements de protection contre les crues et les inondations.

L'exposition correspond à l'ensemble des populations, des milieux et des activités qui peuvent être affectés par les phénomènes d'inondation. Elle prend en compte à la fois la nature des biens et des personnes exposés (activités industrielles, habitations, bâtiments...) et de leur niveau d'exposition (un bâtiment, un quartier, une ville...).

Installation proche des cours d'eau

Les implantations en zone inondables peuvent avoir plusieurs explications :

- **Le besoin de cette proximité** : par exemple pour l'utilisation de l'eau dans les circuits de refroidissement des centrales nucléaires ou encore pour la navigation concernant les installations portuaires maritimes ou fluviales. La proximité des cours d'eau permet de combler facilement les besoins hydriques des usines;

- **L'implantation suite à la mise en place d'ouvrages de protection** : par exemple pour les zones d'habitations ou les zones d'activité économique.

Ainsi, pour faire face aux avantages qu'offre l'installation proche des cours d'eau, les Hommes ont mis en place des moyens pour se protéger de ces aléas par la construction de digues ou de barrages qui leur ont permis de se rapprocher davantage du lit du fleuve.

Aujourd'hui, cette évolution nous amène à coloniser fortement les bordures de fleuves et rivières, que ce soient pour l'habitat, l'agriculture, le commerce ou l'industrie;

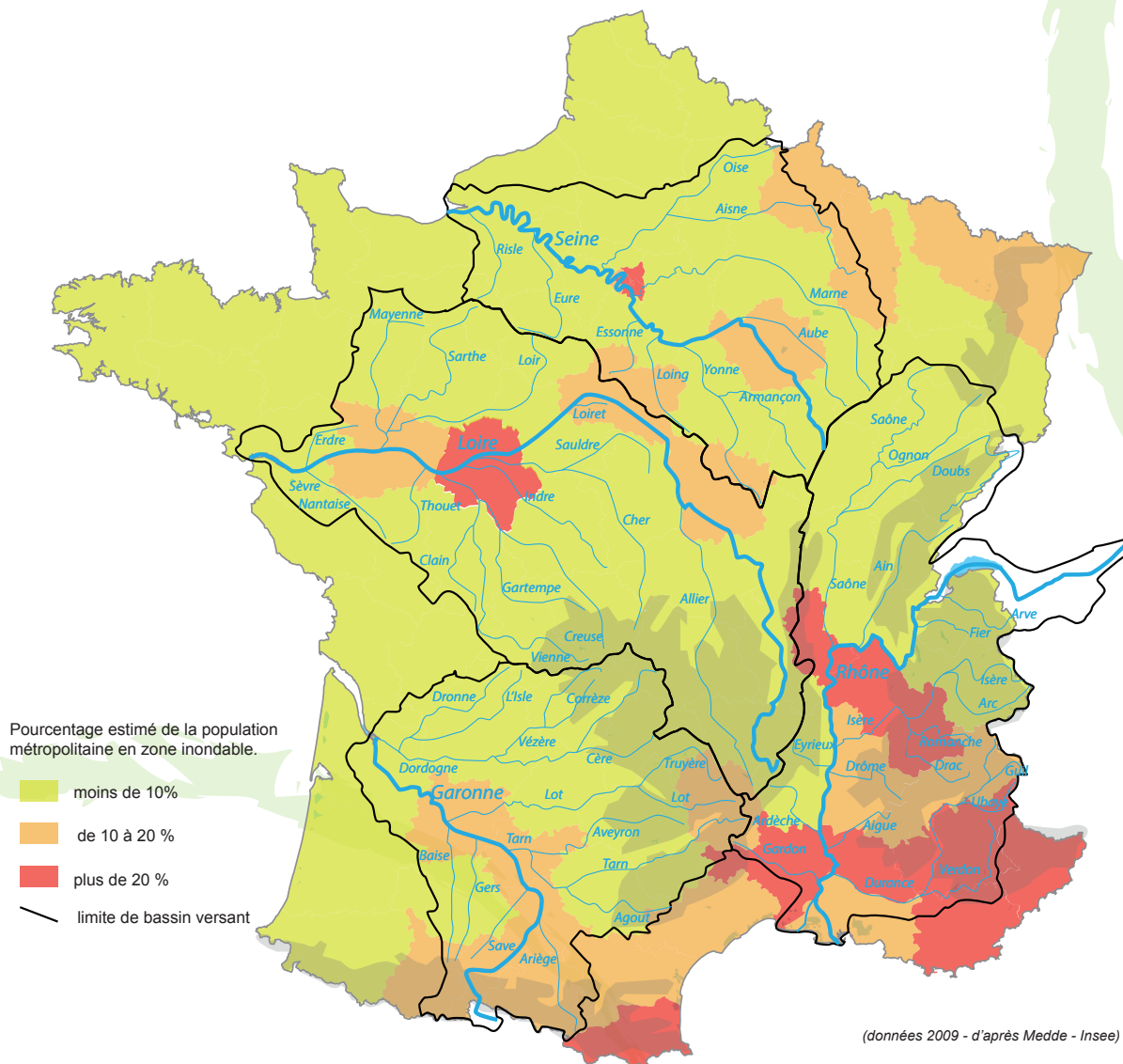
- **La mémoire du risque** : pendant longtemps les Hommes ont espéré pouvoir se protéger en édifiant des digues de plus en plus hautes et de plus en plus solides, derrière lesquelles les zones autrefois fréquemment inondables ont été progressivement urbanisées en oubliant le risque encouru. Mais ces ouvrages ont leurs propres limites. Lorsqu'ils sont submergés, ils peuvent se rompre de manière brutale, aggravant considérablement le risque dans les zones urbanisées installées en arrière.

Cette proximité augmente fortement le risque inondation car elle expose directement les enjeux humains.



Centrale nucléaire de Cruas en bordure du Rhône - © Esby

Cette carte nous indique le pourcentage de population installée sur des zones inondables en 2009 par département.



On remarque que les zones où la population est le plus exposée sont principalement les bordures méditerranéennes, la vallée du Rhône, de la Garonne, l'Île de France et certains territoires du val de Loire.

Le littoral méditerranéen, le pourtour parisien ainsi que la vallée du Rhône sont des zones très fortement peuplées. Dans ces secteurs, la pression foncière a conduit l'Homme à aménager, plus qu'ailleurs, le lit du fleuve sans prendre suffisamment en compte le risque d'inondation.

• Augmentation de la vulnérabilité

La vulnérabilité au phénomène d'inondation est caractérisée par le degré auquel un système peut être affecté négativement c'est-à-dire quelles sont les conséquences sur la vie, sur l'économie... Elle dépend directement de l'aménagement du territoire et de l'occupation des sols en zone inondable : les réseaux (routiers, ferroviaires, eau, électricité...), les activités économiques, les services (hôpitaux, ordures ménagères...) qui seront touchés ainsi que de la valeur des biens qui seront exposés, de l'ampleur et de la durée.

La vulnérabilité est donc directement liée à la valeur des biens qui seront exposés. En effet, pour un niveau d'inondation donné, un enjeu (bâtiment, infrastructure ou activité par exemple) est d'autant plus vulnérable que les dommages constatés seront importants, qu'il s'agisse de sa fragilité face au phénomène d'inondation, du coût de sa réhabilitation voire de l'importance de son usage.

En lien avec l'aléa (cf. *paragraphe Augmentation de l'aléa*), un certain nombre de facteurs liés aux activités et aux aménagements de l'Homme, contribue à modifier la vulnérabilité des biens exposés.

Accélération des vitesses d'écoulement

De nombreuses rivières et parfois des tronçons fluviaux ont été **recalibrés**, rectifiés : à la place des méandres qui sinuent à travers des zones humides en plaine et qui permettent de dissiper l'énergie de la crue. Les Hommes façonnent un lit mineur resserré et linéaire. Le trajet de l'eau est donc plus direct et la vitesse de l'eau est augmentée.

De même, l'**enrochement** et le **bétonnage** des berges ou du lit diminuent les forces de frottement sur les berges et le lit et donc augmentent la vitesse de l'eau.

Ce type d'aménagement est souvent associé à la **suppression des freins naturels** que sont la végétation, les îles et la connexion latérale du cours d'eau avec les zones d'expansion des crues.

Augmentation du ruissellement / Diminution de l'infiltration

Le ruissellement est un phénomène naturel, partie intégrante du cycle naturel de l'eau. Il correspond à l'écoulement de l'eau en surface des sols. Dans le risque inondation, le ruissellement est à mettre en opposition avec l'absorption, l'infiltration de l'eau dans le sol.

Lors d'un phénomène de crue, si l'eau ne s'infiltré plus dans le sol, cela sous-entend que la quantité d'eau en surface augmente et peut potentiellement intensifier les dégâts de la crue par son débit, sa force... Ce phénomène peut-être naturel par la saturation des sols en eau (beaucoup de pluie) mais il peut également être la conséquence de facteurs anthropiques.

- **L'imperméabilisation des sols** avec des surfaces non drainantes contribue à ce phénomène. Cela correspond aux zones urbaines et industrielles bétonnées, aux parkings, aux réseaux routiers... Sur ces surfaces imperméables, l'eau qui ne peut donc plus s'infiltrer dans le sol se met à ruisseler, les écoulements se concentrent au lieu de rester diffus, et leur vitesse s'accroît, ce qui augmente leur force de destruction.

Sur le territoire national, c'est l'équivalent de la surface d'un département qui est bétonné et donc imperméabilisé tous les 7 ans. Cet aménagement du territoire affecte très majoritairement les espaces agricoles.



Imperméabilisation - © TonyTheTiger

- **Certaines pratiques agricoles** vont également favoriser le ruissellement au détriment de l'infiltration.

Le **compactage des sols agricoles** est un phénomène multifactoriel qui les amène à se tasser. Le pouvoir d'absorption du sol est ainsi fortement diminué : plus un sol est compact, moins il permet l'infiltration.

L'utilisation d'engins agricoles a pour effet de tasser le sol sous l'effet de leur poids, surtout en cas de pression élevée de leurs pneumatiques : des pneus gonflés à 2 bars diminuent la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol de 30 %, contre 85 % avec des pneus gonflés à 4 bars*.

* Source : environnement.wallonie.be

La matière organique présente dans les sols agricoles joue également un rôle important en augmentant la capacité de rétention d'eau du sol, à la manière d'une éponge. Une diminution du taux de matière organique, sous l'effet du lessivage, lorsque les sols sont laissés à nu, accentue leur tassement sous le poids des engins.

La suppression des haies est également en facteur important. En effet la végétation joue un rôle mécanique fondamental pour la capacité de rétention en eau du sol. Beaucoup de haies en bordure de champs ont été supprimées suite au remembrement agricole mené tambour battant après la deuxième guerre mondiale. L'objectif était de regrouper les parcelles pour moderniser l'agriculture et augmenter les rendements: plus grandes parcelles, exploitables par des engins plus gros et plus puissants, fertilisation et traitements chimiques... pour une agriculture à bon rendement imposée alors fermement jusque dans les zones rurales reculées. Cette pratique intensifie donc le ruissellement qui gagne plus rapidement les cours d'eau. Cette pratique a eu pour effet d'intensifier le ruissellement et l'érosion des sols agricoles.



Suppression de haies - © DFerton

Le drainage agricole consiste à « assainir » certaines parcelles de l'eau présente en surface (les mouillères) souvent dues à la présence d'un sol imperméable ou argileux ou à la proximité de la nappe phréatique. La technique consiste à placer dans les couches superficielles du sol des rangées de tuyaux percés sur un substrat drainant (sable ou petits graviers) qui récoltent l'eau de pluie vers un ou plusieurs points de chute, généralement une rigole en bordure des champs. L'objectif est de permettre le passage avec des engins agricoles en toute saison mais l'eau se concentre par ruissellement en un point au lieu de s'infiltrer dans toute la parcelle. En 2013 on estimait à près de 3 millions d'hectares la surface des zones agricoles drainées sur le territoire français. Pour certains ce chiffre est même sous-estimé.

Enfin, **le labour** peut freiner ou accentuer le risque d'écoulement. Le labour dans le sens de la pente favorise la formation de rigoles et augmente fortement le ruissellement de l'eau jusqu'en bas. De plus après un labour la surface des sols est laissée nue avec les répercussions que cela peut engendrer détaillées plus haut. Un labour parallèle à la topographie favorise la pénétration de la pluie à condition que le sol ne soit pas déjà compacté. La suppression des zones humides, notamment les zones humides de tête de bassin (prairies humides, tourbières, fonds de vallons...), conduit également à augmenter les ruissellements et les volumes d'eau de pluie qui arrivent plus directement au cours d'eau.

Modification de la dynamique naturelle des cours d'eau

Naturellement, les annexes hydrauliques d'un cours d'eau (zones humides riveraines, ripisylve, bras morts...) écrètent le débit des crues et permettent d'en retenir une certaine quantité. Un des premiers facteurs l'aggravation des crues est donc **la suppression des annexes hydrauliques** ou de leur lien avec les cours d'eau qui empêche la diminution des vitesses d'écoulement et l'étalement de la crue.

Un autre aspect naturel de la dynamique fluviale est **l'équilibre sédimentaire**. C'est une notion importante car un déficit en sédiments (qui sont mobilisés lors des crues) génère des érosions car le cours d'eau cherche ailleurs des matériaux à transporter. Les berges et les ouvrages proches sont érodés tandis que le lit du cours d'eau a tendance à s'enfoncer.

Ainsi, les crues successives, ou une forte crue dite « morphogène », fragilisent ce lit jusqu'à effondrement des berges et des infrastructures comme les ponts. Le transport sédimentaire est biaisé par certains aménagements transversaux au cours d'eau comme les barrages.



Barrage de Génissiat, exemple de modification de la dynamique naturelle
© Хрюша

Augmentation de la valeur des biens exposés

Les enjeux économiques et sociaux qui s'implantent en zones inondables sont de plus en plus nombreux. Les berges des fleuves et leurs vallées qui avaient suscité la prudence face à ses « caprices » sont devenues attractives et font l'objet d'une mise en valeur souvent récréative ou touristique. Cette revalorisation se traduit par une augmentation de la valeur des biens alors que le risque est toujours présent. Cette condition seule permet d'augmenter la vulnérabilité des enjeux humains face aux inondations.

Des pistes de solutions pour limiter l'augmentation du risque inondation

Certaines de ces pistes sont déjà mises en place sur des territoires, d'autres sont en cours de développement et enfin certaines semblent difficiles à réaliser. A chacun d'en juger :



Les haies, un frein aux inondations
© Matthieu Debailleul

- Ne pas augmenter les surfaces imperméables, mettre en place une urbanisation raisonnée et favoriser l'infiltration sur place des eaux de pluie ;
- Rendre un aspect naturel à la rivière avec de la ripisylve et un accès aux zones d'expansion des crues. Plus généralement il est important de préserver les zones humides et la connexion des cours d'eau avec leurs annexes hydrauliques ;
- Rétablir le transport sédimentaire, par exemple en mettant en place sur les barrages des clapets amovibles ou des vannes de fond ;
- Entretien et surveiller les aménagements ;
- Rendre les sols agricoles plus perméables, moins compacts en travaillant la terre de manière adaptée (limiter le drainage, limiter le labour en pente, rétablir les haies en bordure de champs...) ;
- Ne pas construire dans le lit majeur (ou adapter fortement la conception architecturale en conséquence) ;
- Etre conscient du risque encouru et s'y préparer pour limiter les dommages en cas d'inondation.



La ripisylve, un ralentisseur des crues
© Domaine public

En résumé

- La crue est un phénomène naturel ayant des rôles indispensables.
- Certaines activités humaines augmentent le risque inondation.
- Augmenter le risque inondation signifie augmenter l'aléa et/ou augmenter l'exposition et/ou augmenter la vulnérabilité.
- Le changement climatique est l'un des facteurs potentiels d'augmentation de l'aléa, mais ce n'est pas le seul : l'imperméabilisation des sols ou certaines pratiques agricoles inadaptées favorisant le ruissellement contribuent aussi à augmenter l'aléa.
- L'installation de l'Homme dans le lit majeur des cours d'eau est le principal facteur d'augmentation de l'exposition.
- Augmenter l'urbanisation et développer certains usages non adaptés dans les zones inondables (zones industrielles ou commerciales, établissements de santé, hébergements touristiques, etc.) contribue à aggraver la vulnérabilité.
- Les aménagements en zone à risque et à proximité des cours d'eau doivent impérativement être conçus de manière à ne pas augmenter le risque inondation.
- Le risque zéro n'existe pas, et il est important que les personnes exposées au risque inondation en soient informées pour se préparer afin de limiter autant que possible les dommages en cas de crue exceptionnelle.
- Des solutions existent et se développent pour limiter l'augmentation du risque inondation.

La prise de conscience des pouvoirs publics (en lien avec les Directives imposées) a fait d'énormes progrès en matière d'inondation et de risque. Alors que l'on cherchait à protéger et aménager pour construire, on parle aujourd'hui de laisser des zones de débordement au fleuve, de penser les constructions en fonction du risque et d'améliorer la résilience : c'est-à-dire de pouvoir faire face à la crue et permettre un retour le plus rapide possible à la normale pour les populations et l'économie.

Remerciements :



La Ligue de l'Enseignement de la Loire, la Ligue de l'Enseignement et de l'Education Permanente de Belgique et Solidarci, co-porteurs et créateurs de « Fleuves Grandeur Nature », remercient l'ensemble des personnes et organismes qui ont contribué à la réalisation de « **Fleuves Grandeur Nature** ».

Les soutiens financiers sur le bassin-versant de la Seine



Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission Européenne. Cette communication n'engage que son auteur et la Commission n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues



"Ensemble donnons vie à l'eau"



Les réseaux, partenaires nationaux



UNION NATIONALE



Nos partenaires pédagogiques institutionnels



«Fleuves Grandeur Nature» a été réalisé sous le patronage de la Ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, Mme Najat VALLAUD-BELKACEM et accompagné dans sa création par la Direction des services départementaux de l'éducation nationale de la Loire.

Les partenaires cautions scientifiques

L'ensemble de ce document, ainsi que les autres recueils disponibles sur le site Internet ont été construits à partir de sources d'informations variées et référencées au fil des chapitres. Pour certaines parties, des acteurs spécialisés dans différents domaines scientifiques sont intervenus pour garantir la qualité et la fiabilité des informations. Ci-dessous, est d'abord présenté l'ensemble des partenaires étant intervenus comme caution scientifique dans l'ensemble du projet. Comme il est important pour chaque acteur éducatif de bien connaître la source de l'information qu'il transmet, le tableau ci-après précise la répartition du travail de caution sur cette publication.



Bernard Le Sueur
Chercheur, spécialiste
de l'histoire fluviale



Charles Berg

	 Les connaissances générales	 Les connaissances spécifiques
Villes et démographie	Documents sourcés	GIP Seine-Aval
Fleuves et rivières	GIP Seine-Aval	GIP Seine-Aval
Cycle naturel de l'eau	AE Artois Picardie, GIP Seine-Aval	-
Milieus aquatiques	SMEAG, GIP Seine-Aval, Logrami	GIP Seine-Aval, ERN, LPO CA
Entités paysagères	GIP Seine-Aval	GIP Seine-Aval
Faune et flore	GIP Seine-Aval, Logrami, LPO 42	-
Activités humaines	Documents sourcés	Documents sourcés
Risques inondations	ERN, GIP Seine-Aval, EPTB SGL, SMEAG	ERN, GIP Seine-Aval, EPTB SGL

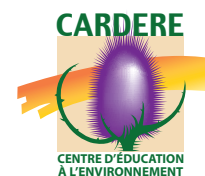
Les partenaires relais de terrain



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
CHAMPAGNE-ARDENNE



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
ÎLE-DE-FRANCE



Accueil de loisir de
Champagne-sur-Seine



Nos partenaires et prestataires techniques



LORKSOFT



Remerciements particuliers aux équipes de travail dans nos différents pays :

Ligue de l'Enseignement de la Loire :

Alexandra Andreu, Emilie Dufaux, Franck Beysson, Lucie Pras, Pierre-Alain Larue, Serge Beysson

Solidarci :

Giovanna Maciariello, Milvia Rastrelli, Ricardo Faggi, Caterina Faggi

Ligue de l'Enseignement et de l'Education Permanente de Belgique :

Charlotte Mathelart, Juliette Bossé, Patrick Hullebroeck, Sven Hanoteaux

«Fleuves Grandeur Nature» est dédié à Georges Emblanc, en hommage à l'ami et au fervent militant de la culture du fleuve pour des rivières vivantes...





UNION NATIONALE

