



Les guides du CEPRI

Gérer les inondations par ruissellement pluvial

Guide de sensibilisation



CEPRI

Centre Européen de
Prévention du Risque d'Inondation

Éditorial

Alors qu'à ce jour 72,5 % des communes françaises ont déjà connu au moins une fois une inondation par ruissellement, on ne peut que déplorer que de tels événements continuent de se produire chaque année de façon inchangée, générant des millions d'euros de dégâts, des dégradations environnementales et parfois malheureusement des décès.

Le caractère soudain et violent des inondations par ruissellement les rend en effet particulièrement destructrices, ce qui les érige au même niveau que les inondations par débordement de cours d'eau en matière de montants d'indemnisation assurantielle.

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations, liée au changement climatique, envisagée par certains experts, pourrait à l'avenir accroître encore ce risque sur certaines parties du territoire français.

Ainsi, malgré des événements marquants faisant émerger dans les années 1990 une prise de conscience de la gravité potentielle du phénomène, malgré le message porté par le Ministère en charge de l'environnement et ses services déconcentrés depuis plus de dix ans pour une nouvelle politique de gestion des eaux pluviales, de nombreux obstacles demeurent pour améliorer la situation.

En première ligne, la difficile appréhension du phénomène, dont le cadre législatif est le premier à pâtir. Vient ensuite un développement parfois inadapté du territoire, aussi bien urbain que rural, accompagné de l'ancrage du traditionnel "tout tuyau" pour répondre à l'aménagement des espaces.

Pourtant, certaines collectivités ont compris depuis des années que leurs incessantes inondations par ruissellement pouvaient être partiellement réduites ou maîtrisées en adoptant une stratégie globale et transversale de gestion des eaux pluviales et d'aménagement du territoire. Dans ce cadre, l'urbanisme profite des bienfaits de l'eau apportée par les petites pluies. Quant au service de gestion des risques, il prend le relais en cas de crise.

Ces exemples se multiplient et peuvent générer une dynamique de changement au sein de nos administrations locales. Certes, ce ne sera pas chose facile, car chaque stratégie est spécifique au territoire sur lequel elle s'applique, ce qui ne permet pas la diffusion généralisée d'une solution "clé en main". Mais je souhaite que le CEPRI, par le présent guide, participe à cette dynamique en apportant son support aux élus, aux aménageurs et techniciens souhaitant en savoir plus sur la problématique des inondations par ruissellement pluvial, leurs stratégies de gestion et les outils à disposition pour préparer leur territoire.

Marie-France Beaufile

Présidente du CEPRI

Maire de Saint-Pierre-des-Corps

Sénatrice



Ce document a pour objet :

- ✓ **de sensibiliser les élus, aménageurs et techniciens des collectivités territoriales à la problématique des inondations par ruissellement pluvial ;**
- ✓ **de dessiner un état des lieux du paysage de la gestion des inondations par ruissellement des eaux pluviales ;**
- ✓ **de mettre en lumière les obstacles rencontrés lors de la gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial ;**
- ✓ **de présenter et proposer des voies de progrès pour la problématique de gestion du ruissellement urbain.**



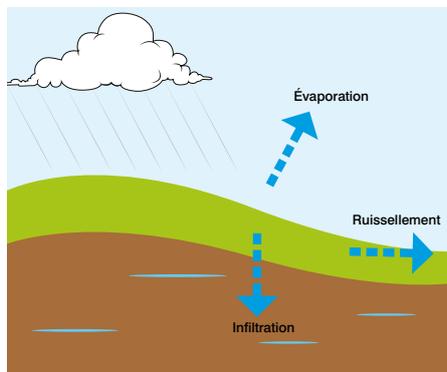
Ce document n'a pas pour objet :

- ✓ **de fournir une présentation détaillée des techniques de gestion des eaux pluviales et du ruissellement ;**
- ✓ **de donner une méthode d'élaboration des différents documents de gestion des eaux pluviales et du risque de ruissellement.**

Sommaire

Préambule	6
▶ Difficile définition du ruissellement	6
▶ Une présence évasive dans les textes	7
I. Pourquoi ce sujet ?	10
▶ Un territoire français particulièrement exposé aux inondations par ruissellement	10
▶ Des dommages considérables	12
▶ Le ruissellement pluvial, phénomène insaisissable ?	13
▶ Des impacts spécifiques	13
▶ Un risque sous-estimé par rapport aux autres types d'inondation	14
II. Le risque de ruissellement : des origines aux conséquences	15
▶ Origines du phénomène	15
▶ Vulnérabilité et enjeux	18
▶ Conséquences possibles	19
III. Stratégies de gestion	22
▶ Historique	22
▶ Entre gestion courante et gestion de crise, la maîtrise accrue de l'inondation	23
▶ L'approche de l'État pour la gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial	26
▶ Les apports de ces stratégies	27
▶ Les actions à appliquer	28
IV. Acteurs, outils et financements	31
▶ Des responsabilités fragmentées	31
▶ Les outils disponibles	31
▶ Les moyens de financement	65
▶ Synthèse	69
V. Voies de progrès	70
▶ Besoin d'évoluer...	70
▶ Apprendre à mieux connaître le risque de ruissellement	71
▶ Des organisations adaptées	77
▶ Des pratiques évolutives	78
▶ Des outils d'avenir	81
Conclusion	83
Des références pour aller plus loin	84
Glossaire	85
Abréviations	86
Remerciements	88

► Difficile définition du ruissellement



Lorsqu'il pleut sur un territoire, l'eau qui tombe au sol est en partie infiltrée, en partie évaporée et le reste ruisselle en surface. La répartition entre ces trois devenir de l'eau de pluie diffère suivant les territoires et la nature de la pluie (durée, intensité).

En 1999, lorsque le Ministère en charge de l'environnement propose un guide méthodologique pour l'élaboration des PPRN concernant les risques d'inondation¹, il mentionne tous les types possibles d'inondation et présente ses priorités, parmi lesquelles le risque d'inondation par ruissellement urbain. Ce risque n'est pas défini en lui-même, mais au travers d'une comparaison à une inondation marquante (Nîmes) et par exclusion d'autres phénomènes ("problèmes d'insuffisance du réseau de collecte des eaux pluviales et usées").

Depuis, la définition du phénomène de ruissellement a été complétée au fil des études menées. Se sont ainsi rajoutées les notions d'apport d'eaux pluviales engendrées par un bassin versant, de pluie intense, de limite de capacité des systèmes d'évacuation des eaux pluviales et de microtopographie. On mentionne également les phénomènes de coulée de boue et d'érosion des sols, souvent associés au ruissellement.

Le ruissellement est un phénomène d'écoulement de l'eau de pluie sur un bassin versant, de façon diffuse ou concentrée, qui se poursuit jusqu'à ce qu'il rencontre un élément du système hydrographique (une rivière, un marais), un réseau de drainage (enterré ou surfacique) ou un point bas où il s'accumulera.



Le phénomène de ruissellement peut être dû à des éléments naturels ou anthropiques. Il peut aussi bien être directement responsable d'une inondation sur un territoire éloigné de tout cours d'eau comme être contributeur à la formation de crues de cours d'eau permanents ou intermittents (talwegs), les deux types d'inondation pouvant d'ailleurs se cumuler lors d'un même événement.

Le ruissellement en lui-même n'est pas un problème, mais il commence à être gênant : en ville, lorsqu'il dépasse les capacités d'évacuation du réseau de drainage, entraînant alors une inondation ; en milieu rural, lorsqu'il contribue à l'érosion des terres ou qu'il occasionne des coulées de boue pouvant atteindre des aires agricoles ou urbaines.

L'inondation par ruissellement, qui se produit en dehors du réseau hydrographique, est à différencier d'une inondation par débordement de cours d'eau, même si ce débordement est dû à des apports massifs d'eaux pluviales ayant ruisselé sur un bassin versant. On parle en effet dans ce cas-là de crue soudaine, voire torrentielle. Il n'est cependant pas rare qu'un même territoire soit touché en même temps par les deux types d'inondation (inondations de Nîmes en 1988, de Vaison-la-Romaine en 1992, inondations dans le département du Var en 2010...), ce qui rend difficile la catégorisation des événements ainsi causés et l'évaluation de la part de chacun des phénomènes dans les dommages subis. En 2006, le Ministère en charge de l'environnement confirme cette distinction en citant M. Desbordes² : "Il ne s'agit donc pas d'inondation due au débordement d'un cours d'eau permanent, traversant l'agglomération, et dans lequel se rejettent les réseaux pluviaux."

Les inondations par ruissellement telles qu'elles sont entendues dans le guide sont des inondations liées à des pluies intenses localisées sans débordement de cours d'eau permanent.

¹ - MATE/METL (1999), *Plans de prévention des risques naturels - Risques d'inondation - Guide méthodologique*, La Documentation française.

² - MEDD (2006), *Les collectivités locales et le ruissellement pluvial*.

L'inondation qui résulte du phénomène de ruissellement présente les caractéristiques suivantes :

- souvent très localisée dans l'espace (bassin versant d'une dizaine de km²) ;
- rapide et soudaine : le temps de montée des eaux peut varier de quelques dizaines de minutes à quelques heures et peut être en décalage par rapport à l'événement pluvieux, suivant notamment le degré de saturation des sols ou les obstacles rencontrés par l'eau sur son parcours ;
- peut survenir même loin de tout cours d'eau, c'est-à-dire là où l'on ne s'attend généralement pas à être inondé ;
- violente, avec une énergie des flots qui entraîne souvent de nombreux dégâts matériels, ainsi qu'une érosion des sols, ce qui fait qu'elle est parfois accompagnée de coulées de boue ;
- des impacts très spécifiques, liés notamment aux caractéristiques ci-dessus.

Attention, si le refoulement des réseaux peut être une conséquence d'une inondation par ruissellement, nous n'étudierons pas ici les inondations résultant d'un tel problème pour des événements pluvieux courants. En effet, il s'agit là avant tout d'une question technique qui est exclue des textes de loi français traitant des inondations par ruissellement.

Pour aller plus loin

MEDD (2006), *Les collectivités locales et le ruissellement pluvial*.

► Une présence évasive dans les textes

Les textes de cadrage de la gestion du risque d'inondation font preuve dans l'ensemble d'un manque de clarté par rapport au risque d'inondation par ruissellement pluvial, souvent mêlé au risque d'inondation par crue soudaine. Il s'agit d'un risque difficile à définir, avec des limites qui jouxtent les problématiques des crues soudaines et de l'assainissement urbain, lequel est tout à fait hors champ de ce genre de documents.

De plus, face à un risque d'inondation par débordement de cours d'eau bien connu, la faiblesse de la définition de ce risque accroît le déséquilibre de traitement, dans un contexte économique tendu (restriction des moyens financiers et humains) et un cadre législatif pressant (dates butoirs pour l'application de la directive inondation).

Il y a donc des textes cadres tels que la **Directive inondation**³ et la **loi portant engagement national pour l'environnement**⁴ (LENE) qui ne font que mentionner vaguement les inondations par ruissellement pluvial en évoquant les "inondations urbaines", mais sans donner plus de détail.

3 - Directive 2007/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

4 - Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, NOR : DEVX0822225L.

Texte	Directive inondation	LENE
Définition de l'inondation	Submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal	Submersion temporaire par l'eau de terres émergées
Origines admises	Crues de rivières, de torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens	Toute origine
Exclusions	Exclusion possible des inondations dues aux réseaux d'égouts	Exclusion des inondations dues aux réseaux de collecte des eaux usées, y compris les réseaux unitaires

La stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) approuvée par un arrêté interministériel en date du 7/10/2014, présentée officiellement le 10 juillet 2014 par la ministre de l'Environnement, du Développement durable et de l'Énergie, mentionne spécifiquement, dans la partie "Cadre d'action : des principes directeurs au service des objectifs", la gestion des eaux pluviales et de ruissellement. Ainsi, les actions liées à cette gestion contribuent au principe de synergie des politiques publiques en permettant à la fois de réduire les risques d'inondation et d'améliorer la protection des milieux naturels. La gestion des eaux pluviales et de ruissellement apparaît également dans les indicateurs de suivi de la SNGRI au travers du "nombre de communes à qui le service [APIC (avertissement des pluies intenses à l'échelle des communes)] est offert".

Il faut bien noter que la SNGRI est un document cadre très large qui s'applique à tous les types d'inondation, ce qui explique que le risque d'inondation par ruissellement n'y soit pas très détaillé, au même titre que les inondations par débordement de cours d'eau, submersion marine ou remontée de nappe.

La loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique et d'affirmation des métropoles (loi MAPAM) a instauré une nouvelle compétence de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) pour les communes.

La gestion du ruissellement semble exclue de cette compétence GEMAPI, puisque l'alinéa "4° **La maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols**" de l'article L211-7 du Code de l'environnement n'a pas été pris en compte pour construire la compétence GEMAPI. Cela n'empêche cependant pas les entités prenant la compétence GEMAPI de prendre en charge d'autres compétences figurant dans l'article L211-7, comme par exemple la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement.

La situation devrait donc rester inchangée pour les acteurs du pluvial et du ruissellement. Il reste une incertitude quant aux limites de cette compétence vis-à-vis des inondations par ruissellement.

On trouve également des textes qui développent la notion de "ruissellement", mais en même temps que celle des crues soudaines. Cela semble lié au fait qu'alors le ruissellement considéré est un ruissellement concentré en fond de talweg ou en cours d'eau intermittent, le ruissellement "de versant", également appelé ruissellement diffus étant mis à part de façon tacite (Plan national submersions rapides, circulaire du 16 juillet 2012) ou explicite (Évaluations préliminaires des risques d'inondation - EPRI des bassins hydrographiques) et n'étant pas traité.

Le Plan submersions rapides (PSR) insiste sur l'impérative implication de l'État et des collectivités, ainsi que sur la pertinence de l'élaboration de plans de prévention des risques (PPR) spécifiques au risque d'inondation par ruissellement.

5 - 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.



Plan Submersions Rapides, 2011

“Les évènements [...] dramatiques du Var du 15 juin 2010, liés à un événement d’inondation par crues soudaines et ruissellement mettent en évidence la nécessité d’agir sans délai sur ce type d’inondation.

C’est l’objet du présent plan submersions rapides (PSR) qui s’intéresse à trois types d’aléas naturels : les submersions marines, les inondations par ruissellement ou crues soudaines, [et] les ruptures de digues fluviales ou maritimes et propose un ensemble d’actions prioritaires pour la sécurité des personnes pour les territoires les plus vulnérables.

L’objectif du PSR est d’inciter les différents territoires à bâtir des projets de prévention pour garantir en priorité la sécurité des personnes, pour ces aléas, par une démarche pragmatique, partant de projets ponctuels mais sur des zones cohérentes [...].”

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, fait un point sur les possibilités de cartographie du risque d’inondation par ruissellement, mêlé au risque de crue soudaine. La circulaire met en valeur les spécificités à prendre en compte lors de la cartographie du risque de ruissellement et liste quelques méthodes peu éprouvées pour effectuer cette cartographie.

Pour aller plus loin

Plusieurs guides méthodologiques ont par ailleurs été publiés au fil des années, afin d’aider les différents acteurs à appréhender le phénomène du ruissellement et les risques d’inondation qu’il engendre (voir page 84).

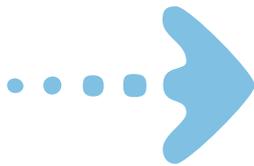


I. Pourquoi ce sujet ?

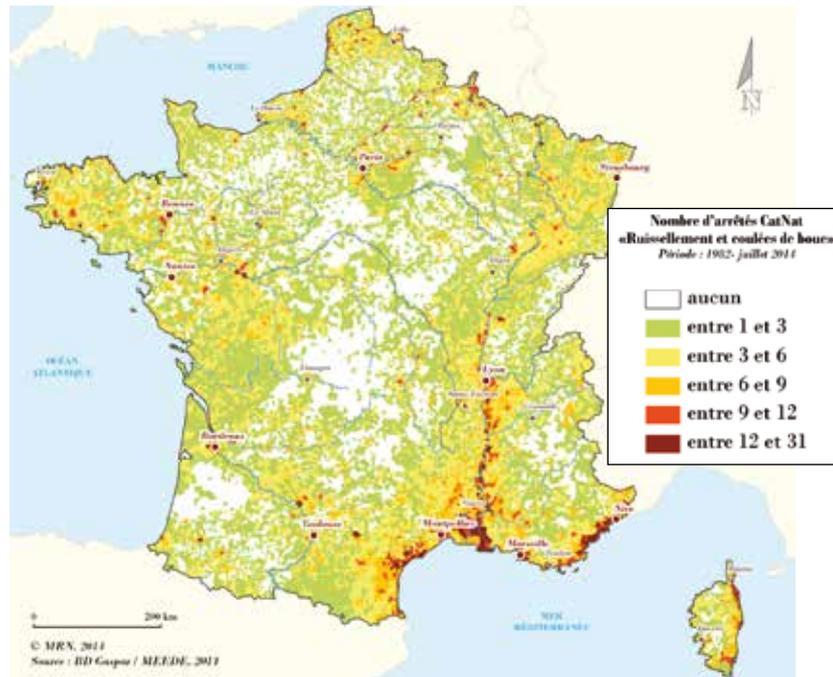
► Un territoire français particulièrement exposé aux inondations par ruissellement

Dès 1999, le Ministère en charge de l'environnement affirmait au sujet du ruissellement pluvial urbain qu'il "mérite [...] qu'on y porte une grande attention en raison **des risques graves qu'il génère dans de très nombreuses villes ou agglomérations** et qui correspondent à la **majorité des arrêtés** pris en application de la loi sur l'indemnisation du 13 juillet 1982".

En 1994, suite à la prise de conscience déclenchée par la catastrophe de Nîmes (1988), un programme de diagnostic à grande échelle a été lancé afin de recenser les villes vulnérables face au risque de ruissellement pluvial urbain ou de crues torrentielles dans 30 départements du sud de la France. Résultat, 2 600 communes ont à l'époque été identifiées comme étant exposées à ces types de risques, parmi lesquelles plus de 430 étaient concernées par un aléa fort à très fort⁶.



Ainsi, il est admis que tout le territoire national est concerné, que ce soit en montagne ou en plaine, en milieu urbain ou rural. Entre 1982 et 2014, 72,5 % des communes françaises ont fait au moins une fois l'objet d'un arrêté CatNat pour "ruissellement et coulée de boue"⁷.



Si l'on devait lister toutes les inondations par ruissellement ayant eu lieu ces 30 dernières années, la liste serait longue. On note en effet de tels événements quasiment tous les ans, parfois plusieurs fois dans la même année, pour des dommages allant de quelques millions à plusieurs dizaines, voire centaines de millions d'euros.

Il est cependant important de remarquer que les événements qui ont touché la France dernièrement étaient d'une relative faible ampleur comparée à ceux qu'ont pu subir des États voisins.

Quelques exemples marquants en France...

• Octobre 1988 - Nîmes

Une inondation par ruissellement se produit suite à une pluie de 260 à 420 mm en 6 h, faisant 9 morts, 10 blessés et occasionnant de nombreuses problématiques de

6 - MATE/METL (1999), *Plans de prévention des risques naturels - Risques d'inondation - Guide méthodologique, La Documentation française. Les résultats d'études ont été répertoriés sous forme d'atlas transmis aux collectivités locales et aux acteurs locaux (chambre de commerce, chambre d'agriculture). Ils apparaîtraient également dans les DDRM.*

7 - Source : MEDDE/BD Gaspar 2014 ; cartographie MRN.

réseaux vitaux endommagés. Le montant des dégâts s'élève à 4 milliards de francs (610 M€). Les eaux ont stagné pendant 6 jours en ville car les exutoires naturels étaient obstrués (remblais routiers et ferroviaires, embâcles). Elles auraient pu être évacuées en quelques heures.

• **Août 1989 - Narbonne**

Un orage particulièrement localisé s'abat le 5 août 1989 sur l'agglomération de Narbonne, soit moins d'un an après l'épisode de Nîmes. Les cumuls sont importants : 235 mm en 24 h, dont la majorité tombés en seulement quelques heures (127 mm en 2 h). Le résultat est la formation d'une lame d'eau dans les rues de la ville, atteignant par endroits 1,80 m, ainsi que la submersion de l'autoroute et de routes nationales, bloquant la circulation. Heureusement, l'événement n'a fait que des dégâts matériels et l'eau s'est évacuée rapidement.

• **Janvier 1996 - Puisserguier (Hérault)**

Le 28 janvier 1996, après un automne et un hiver particulièrement pluvieux, un épisode pluvio-orageux intense touche la ville de Puisserguier. Les sols, saturés, n'absorbent pas la pluie qui ruisselle fortement sur le relief marqué, formant une lame d'eau qui traverse le centre-ville en inondant de nombreux bâtiments au passage (école, logements, commerces). Une coulée de boue d'environ 1,50 m d'épaisseur (jusqu'à 2,50 m) se forme, tuant 4 personnes, emportant des véhicules et arrachant des vignes.

• **Juillet 2001 - Bassin parisien**

Un orage intense, dont les précipitations sont d'une période de retour en tout point supérieure à 100 ans, s'abat sur des sols déjà saturés en eau. S'en suivent des inondations par ruissellement rural et urbain, des crues soudaines, des coulées de boue et des phénomènes de geysier (remontées d'eau dans les collecteurs ou par les nappes souterraines). Les infrastructures routières sont ravinées ou s'affaissent sous l'effet de la circulation des eaux. Les dégâts matériels s'élèvent à 43 M€.

• **Juillet 2013 - Caen**

Le 22 juillet 2013, 80 mm de pluie tombent sur Caen et ses environs en seulement 1 h 40, ce qui correspond à un événement de période de retour centennal. Le réseau d'assainissement, surpassé, sature et l'eau ruisselle et s'accumule dans les rues, parfois sur 30 cm de hauteur. Les véhicules et les poubelles sont emportés, les circulations routière et ferroviaire sont perturbées, les sous-sols sont inondés, ainsi que des bâtiments importants : la maison d'arrêt, le tribunal de grande instance, la Banque de France, le musée des Beaux-Arts. Le coût des travaux et des réparations s'élève à 1 million d'euros pour la ville de Caen.

... et à l'étranger

• **Août 1975 - Hampstead (Royaume-Uni)**

Le 14 août 1975, une pluie intense touche le nord-ouest de la métropole londonienne (la majorité des 170 mm cumulés en 24 h tombe en moins de 3 h). L'eau, en débit trop intense pour être prise en charge par le réseau d'assainissement, ruisselle sur les surfaces imperméables et inonde les points bas. Les routes et voies ferrées sont sous les eaux, ainsi que les sous-sols et les commerces. Certains tunnels du métro sont inondés et le réseau subit des coupures de courant. Le réseau d'assainissement est dégradé : explosion de canalisations sous la pression des flots, geysers au niveau des regards... Les dégâts ont été estimés à plus de 1,2 M€.

• **Juin-juillet 2007 - Royaume-Uni**

Le Royaume-Uni a connu en 2007 l'été le plus humide jamais enregistré sur son territoire. Des événements pluvieux intenses se sont succédé, saturant les sols sans leur laisser le temps de dégorger. Inondations par ruissellement et par débordement de cours d'eau ont sévi sur une grande partie du pays, inondant 55 000 propriétés et faisant 13 morts. 350 000 personnes ont été privées d'eau potable pendant 17 jours, 10 000 personnes sont restées bloquées sur un axe routier national. Un an après, les assureurs estimaient à 3 milliards de livres les indemnités à verser (3,6 Mds €).

• Juillet 2011 - Copenhague (Danemark)

Le 2 juillet 2011, un épisode pluvio-orageux particulièrement intense touche la ville de Copenhague : 135 mm tombent en seulement 2 h. Le réseau d'évacuation des eaux de pluie ne peut pas faire face : l'eau submerge les routes et les voies ferrées. De nombreux sous-sols sont inondés, deux grands hôpitaux manquent de peu d'être évacués et un centre de recherche sur le cancer est inondé, ce qui occasionne de lourdes pertes pour l'avancée des laboratoires. Les voies permettant d'accéder à la ville resteront fermées durant plusieurs jours après l'événement. Les dégâts de cette pluie de 2 h sont estimés à 750 M€.

• Juillet 2012 - Russie

Début juillet, l'équivalent de 5 mois de pluie s'abat en une nuit dans la région de Krasnodar. Les eaux ruissellent sur le bassin versant et occasionnent une crue soudaine du cours d'eau de la vallée ainsi que des glissements de terrains. Le bilan fait état de 171 morts et 13 000 foyers touchés. La violence et la soudaineté de la montée des eaux de la rivière fait planer le doute d'un délestage du barrage situé en amont des villes impactées, bien que le phénomène du ruissellement à lui seul ait été à l'origine de l'apparition d'un "mur d'eau" là où il s'est concentré.



La liste est loin d'être exhaustive et pourtant des motifs reviennent de manière évidente : l'ampleur des précipitations (en intensité ou en cumul) à l'origine des phénomènes d'inondation, la rapidité de réaction des bassins versants, la violence des flots et les dégâts importants (humains et matériels). On notera également que les inondations par ruissellement pluvial sont souvent accompagnées d'autres phénomènes : inondations par débordement de cours d'eau gonflés par les eaux ruisselées, glissements de terrains, coulées de boue, ce qui rend difficile la distinction de ce qui est causé par le phénomène de ruissellement, d'où l'importance d'analyser avec attention les événements passés, et ceux qui continuent de se produire, afin de mieux cerner le potentiel destructeur des inondations par ruissellement pluvial.

► Des dommages considérables

Il semblerait, selon différentes sources assurancielles, qu'en volume global les inondations par ruissellement occasionnent presque autant de dommages que les inondations par débordement de cours d'eau, les inondations par submersion marine restant une cause de dommages minoritaire.

Mais l'étude de la part du ruissellement dans le montant des dégâts faisant suite à une inondation n'est pas facile, car le phénomène de ruissellement est souvent lié à d'autres aléas dommageables, tels que les crues soudaines, les mouvements de terrain ou les coulées de boue.

Cas de l'agglomération nancéenne en mai 2012

Dans la nuit du 21 au 22 mai 2012, des pluies exceptionnelles (période de retour de 500 à 1 000 ans) se sont abattues sur un territoire déjà gorgé d'eau suite aux événements pluvieux des semaines précédentes. Si les récents aménagements ont permis de gérer un peu plus de la moitié des volumes précipités avec succès en les évacuant vers la Meurthe sans aggraver la situation, les 5 millions de mètres cubes restants ont ruisselé dans toute l'agglomération nancéenne. De nombreuses caves ont enregistré plus d'un mètre d'eau et certains endroits ont même été immergés sous une hauteur d'eau atteignant 2 m. En tout, ce sont 60 communes qui ont été reconnues en état de catastrophe naturelle, avec un montant des dégâts estimé au-delà de 50 M€. Près de 3 000 habitations ont été touchées, ainsi que 400 entreprises et commerces. De nombreuses fuites d'hydrocarbures ont été constatées.

► Le ruissellement pluvial, phénomène insaisissable ?

En 1999, le Ministère en charge de l'environnement admet dans son guide méthodologique sur les PPRN-risques inondation que le ruissellement pluvial urbain est "un phénomène difficile à appréhender car il concerne des écoulements exceptionnels qui surviennent dans un milieu urbanisé donc artificialisé". En effet, si la trajectoire des écoulements peut être facilement repérable sur un terrain rural, cela devient beaucoup plus difficile en milieu urbain, où la microtopographie varie au cours du temps (travaux, voitures, remblais...).

Le maillage des modèles de prévision météorologiques n'est pas encore assez fin pour que l'on puisse prévoir avec précision où vont tomber les précipitations et comment elles vont évoluer exactement. Nous en sommes pour le moment à une prévision et une vigilance au niveau départemental mais, au niveau local, la prévision n'est que de quelques heures (voir le service APIC page 61). On dispose donc de peu de temps pour réagir face à un tel phénomène qui lui-même ne dure que quelques heures au maximum, mais peut être très intense.

► Des impacts spécifiques

Les impacts de ce phénomène sont pour certains très spécifiques.

- **La rapidité du phénomène provoque souvent un effet de surprise et laisse peu de temps pour réagir et prévenir la population.** C'est un vrai handicap pour les villes qui ne sont pas préparées, car alors les autorités n'ont pas le temps de diffuser les bons réflexes à la population. De plus, cette cinétique entraîne une grande violence des flots concentrés, lesquels peuvent s'avérer mortels pour ceux qui n'ont pas pu ou su se préparer.



Figure 1 : Ravines en formation suite au ruissellement.

Source : www.plateaudecauxmaritime.fr

- **En milieu rural, l'érosion des sols est très étroitement liée à la problématique du ruissellement.** En plus d'appauvrir les terres agricoles, cela entraîne des dépôts de boue et de fines dans les ouvrages de transport et de stockage en aval, ainsi que dans les espaces éventuellement inondés. Dans certains cas, le ruissellement rural peut se transformer en coulée de boue, en lave torrentielle, voire occasionner des glissements de terrain. Des études menées sur un site pilote en Belgique, dans le cadre du projet Interreg IIIa MESAM (Mesures contre l'érosion et sensibilisation des agriculteurs en faveur du milieu, 2003-2007), ont estimé, sur le site étudié, les pertes de terres arables dues à l'érosion à 10 tonnes par hectare et par an en moyenne.

- **Que l'on soit en ville ou à la campagne, une inondation par ruissellement entraîne de nombreux éléments et particules sur son passage.** Ainsi, en aval d'une zone rurale, les eaux se seront chargées en additifs agricoles (engrais, pesticides, herbicides...) et en matières organiques, tandis qu'à la sortie d'un bassin urbain, les eaux contiendront des hydrocarbures, des métaux lourds, des produits de chantier, des sels de déneigement ou encore des matières en suspension. Les conséquences sur le milieu récepteur peuvent alors être désastreuses.

Paris et le département de la Seine-Saint-Denis, 1990

Le 27 juin 1990, une pluie orageuse, dont la période de retour est estimée entre 25 et 50 ans selon les endroits, s'abat sur Paris et le département de la Seine-Saint-Denis, alors en période de sécheresse. Une nappe de ruissellement se forme dans les 10 min qui suivent le début de la pluie, pour s'estomper 45 min après seulement. Malgré la rapidité du phénomène, on aura mesuré des hauteurs d'eau allant de 20 cm dans les rues de Paris à 1,50 m à Aulnay-sous-Bois.

Suite à cela, le trafic, routier et ferroviaire, est bloqué pendant plusieurs heures dans la capitale. Cependant, ce qui a le plus marqué, c'est la mort de 80 t de poissons dans la Seine, suite à la pollution de celle-ci par les eaux ruisselées et les déversements du réseau unitaire. Cela marque un tournant dans la reconnaissance du pouvoir pollueur des eaux pluviales, de la nécessité de les séparer des eaux usées et de les traiter avant de les renvoyer au milieu récepteur.

► Un risque sous-estimé par rapport aux autres types d'inondation

La catastrophe de Nîmes en 1988 a fait naître une prise de conscience sur les dangers du ruissellement urbain mais, malgré les recommandations des experts, les villes à risque ont largement tardé (et tardent encore pour certaines) à prendre les mesures nécessaires minimales. Ce n'est qu'au début des années 2000, à la suite des événements dramatiques ayant sévi en plusieurs lieux en France (Seine-Maritime, Bassin parisien...), qu'il a été admis qu'il pouvait s'agir d'un risque beaucoup plus étendu, sévissant même en terrain plat et, surtout, loin d'un cours d'eau.

Le manque de considération qui touche le risque d'inondation par ruissellement est probablement un des facteurs qui font qu'aujourd'hui nous en savons si peu sur le ruissellement (phénomène, antécédents des territoires, amplitudes possibles...). La méconnaissance relative à ce type d'événement fait qu'il est souvent sous-estimé et que les populations sont régulièrement surprises lorsqu'il se manifeste.

Il y a encore beaucoup de travail à fournir pour mieux connaître l'aléa en lui-même et modéliser le phénomène afin de le comprendre et de s'y adapter.



II. Le risque de ruissellement : des origines aux conséquences

► Origines du phénomène

Événement pluvieux

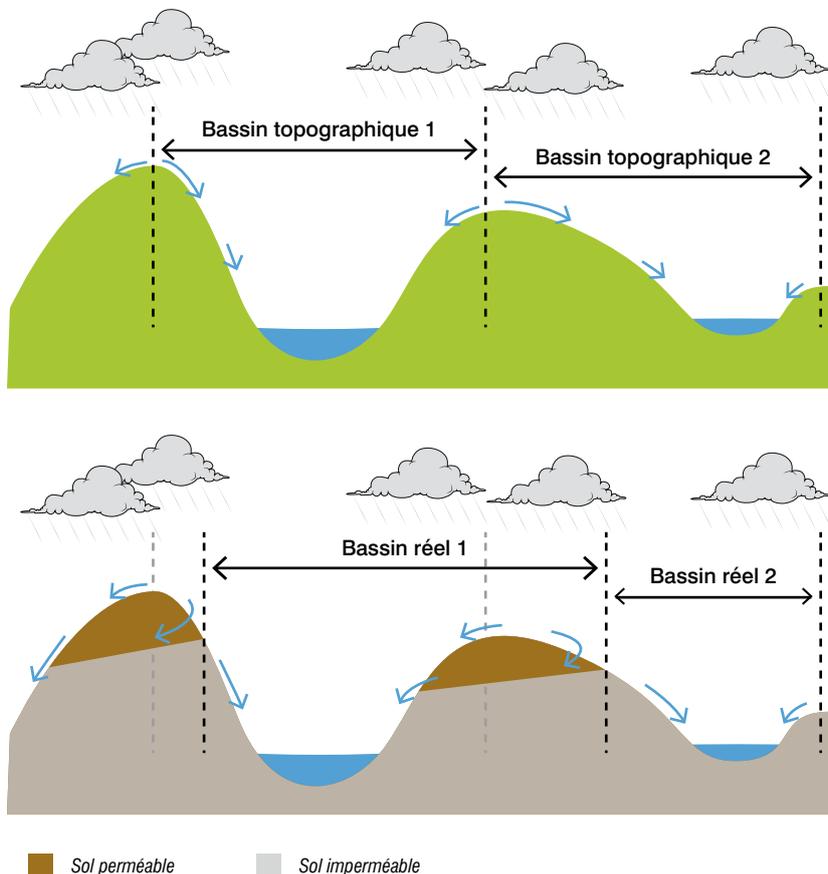
Pas de ruissellement pluvial... sans pluie ! L'étude du ruissellement pluvial demande une étude des pluies : intensité, durée, cumuls, étendue, fréquence.

En fonction des conditions locales, les inondations par ruissellement font donc généralement suite :

- soit à une pluie, éventuellement brève, mais de très forte intensité (plus de 50 mm/h). Dans ce cas, les débits d'eau arrivant au sol sont supérieurs aux capacités d'infiltration ou d'entrée dans le réseau d'assainissement et, la totalité des eaux ne pouvant être prise en charge, une partie ruisselle en surface. On parle alors de ruissellement hortonien ;
- soit à un cumul important de pluie pendant plusieurs jours, saturant sols, réseaux et ouvrages de rétention, et entraînant le ruissellement de l'eau.

Chaque surface émergée peut être découpée en bassins versants, qui sont des surfaces caractérisées par le fait que la totalité des eaux tombées sur celles-ci rejoint un seul et même exutoire. Les lignes séparant ces bassins versants sont des lignes de partage des eaux. On distingue les bassins versants topographiques, qui ne tiennent compte que du relief, des bassins versants "réels" qui prennent en compte le sens des écoulements souterrains, ce qui peut être utile pour anticiper d'éventuelles résurgences.

Les caractéristiques du bassin versant (relief, taille, nature des sols...) ont une grande influence sur le type d'écoulement des eaux (diffus, torrentiel) et sur le temps de concentration des eaux. Il est primordial de les connaître de façon à prévoir au mieux les débits arrivant à l'exutoire et pouvoir y faire face.



De plus, les conditions du territoire (état de saturation du sol et du sous-sol, urbanisation, réseau d'assainissement), pouvant évoluer au fil du temps, jouent un rôle important dans la réaction de celui-ci face à de tels événements. Ces facteurs sont d'ailleurs si importants que, lorsqu'ils sont très dégradés, ils peuvent être à l'origine d'une inondation suite à une pluie de période de retour fréquente.

Les points développés par la suite font partie des principaux facteurs influençant la formation du ruissellement.

Topographie

Un relief accidenté peut être propice à une concentration des flux de surface, accroissant ainsi leur hauteur et leur vitesse, sources de grands dégâts. À l'inverse, les plaines favorisent également le ruissellement, mais de manière diffuse, car elles sont peu propices à une bonne évacuation des eaux pluviales, ce qui peut conduire à une saturation plus rapide des sols et donc au ruissellement des eaux en surface.

Les ruptures de pente sont également des points sensibles. En cas d'accentuation de la pente, la concentration des flots augmente, érodant un peu plus le sol. Si on passe au contraire d'une pente raide à un terrain plus plat, le courant qui arrive à la ligne de rupture est très puissant, bien qu'il soit atténué par la suite. On observe d'importants dépôts de sédiments et autres matériaux au droit d'une telle rupture de pente.



Figure 2 :
Une ravine formée dans un champ nu suite à du ruissellement en Seine-Maritime. Source : www.smbvas.fr

La topographie peut évoluer au cours même du phénomène de ruissellement, avec l'apparition de ravines (voir photo ci-contre) et, à plus long terme, de ravins où les eaux se concentrent.

État du sol

La nature du sol peut influencer le volume et la vitesse du ruissellement. En effet, selon son caractère perméable ou sa rugosité, l'eau y sera plus ou moins bien infiltrée ou ralentie.

En ce qui concerne la vitesse, la rugosité et la microtopographie jouent un rôle essentiel. Par exemple, une surface lisse en asphalte laisse libre l'écoulement des eaux sans le ralentir. Par contre, un espace en prairie peut casser, dans une certaine mesure, la puissance des flots. De même, le sens de labour d'un champ peut aller contre ou accentuer l'écoulement des eaux.

Pour ce qui est des volumes ruisselés, on note deux phénomènes pouvant les accroître :

- la saturation rapide ou préalable des sols s'expliquant par :
 - la proximité immédiate d'une couche d'argile imperméable en sous-sol et donc une impossibilité pour l'eau de s'infiltrer au-delà de cette couche,

- la présence d'un aquifère peu profond qui se remplit pendant un épisode pluvieux et devient affleurant ;
- l'imperméabilité du sol due à :
 - l'extrême sécheresse du sol, empêchant toute pénétration de la pluie,
 - au gel des sols, les rendant imperméables,
 - l'apparition d'une croûte de battance sur les sols naturels et agricoles ou le colmatage des revêtements poreux (enrobé poreux, pavés filtrants...),
 - l'artificialisation du sol avec des matériaux imperméables.

On note donc que la nature du sous-sol a également son importance dans la formation du ruissellement (aquifère, couche d'argile). La contribution du sous-sol au ruissellement peut aussi se faire par certaines compositions géologiques qui sont propices aux résurgences. Il s'agit d'un retour en surface des eaux "ruisselant" dans le sol à cause de la nature plus ou moins perméable des couches du sol. Peu évidentes à prévoir et à modéliser, ces résurgences contribuent au ruissellement pluvial, même si l'eau est passée en souterrain avant de ruisseler en surface. Elles peuvent retarder ou accélérer le temps de concentration des eaux sur le bassin versant.

Pratiques agricoles et forestières

Les pratiques agricoles ont un rôle important à jouer dans la formation, l'aggravation et la dynamique du ruissellement. Avec l'évolution des pratiques et politiques agricoles, on a ainsi pu constater une suppression importante des espaces ayant une grande capacité de rétention et de ralentissement dynamique :

- réduction du linéaire de haies ;
- retournement massif des prairies pour leur artificialisation ou leur mise en culture ;
- uniformisation des cultures, notamment à cause de l'accroissement de la surface des exploitations agricoles ;
- utilisation de véhicules lourds qui compactent les sols.

Comme on peut l'entrevoir, chaque étape de gestion des cultures a son importance, qu'il s'agisse des techniques de travail de la terre (granulométrie, profondeur d'attaque et sens de passage) ou de la répartition, dans le temps et dans l'espace, des cultures gérées sur un bassin versant donné.

En ce qui concerne la gestion forestière, le tassement du sol et les ornières formées par le passage des véhicules lourds peuvent aggraver le phénomène de ruissellement. De plus, les branchages laissés dans les axes d'écoulement peuvent être emportés en cas de pluie intense et former des embâcles plus en aval.

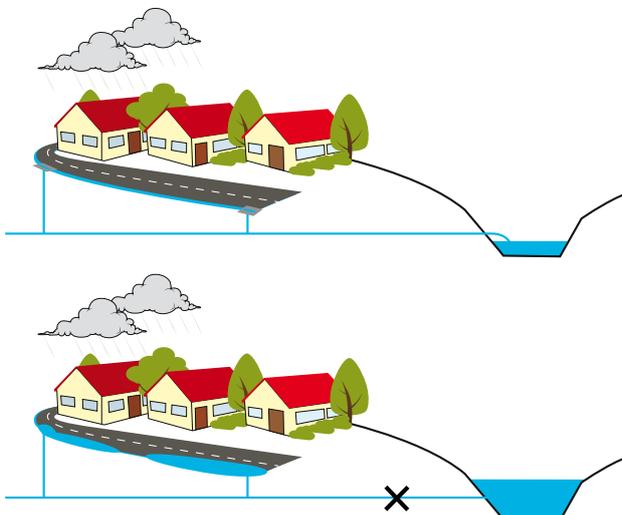
La gestion des talwegs, la mise en place d'ouvrages d'hydraulique douce, les itinéraires des véhicules... sont autant d'aspects à prendre en compte pour comprendre le phénomène de ruissellement et proposer des solutions adaptées.

Insuffisance du réseau d'assainissement

Qu'il soit unitaire ou séparatif, le réseau d'assainissement classique est dimensionné pour un événement de précipitation de période de retour donnée, dépassant rarement 10 ans. Cette capacité vaut aussi bien pour le débit entrant dans le réseau que pour les volumes qu'il est capable de transporter. Quel que soit le dimensionnement du réseau, il y a forcément un événement pour lequel celui-ci ne sera pas suffisant et où il y aura des débordements. Ainsi, lorsqu'un événement exceptionnel survient, plusieurs situations peuvent conduire à une insuffisance du réseau de drainage :

- entrée dans le réseau : il arrive que l'intensité de la pluie soit supérieure au débit possible d'entrée d'eau dans le réseau ;
- contenance du réseau : soit le volume de pluie est trop important pour la capacité du réseau, qui sature et ne peut plus accepter d'eau (avec éventuellement des mises en charge par endroit) ; soit le volume de pluie est tout à fait classique, mais le réseau est saturé par avance à cause d'un événement précédent ;
- sortie du réseau : il arrive que les points d'évacuation d'un réseau de gestion des eaux pluviales soient mis en eau par une crue de cours d'eau ou par une surcote marine, selon le type de milieu récepteur. Dans ces cas-là, le réseau ne joue plus correctement son rôle d'évacuation des eaux pluviales et il peut saturer rapidement.

Dans chacune de ces situations, le réseau est débordé, il n'accepte plus l'eau qui est en surplus et celle-ci n'a que la surface de la ville pour s'écouler, en suivant le tracé des rues, le plus souvent.



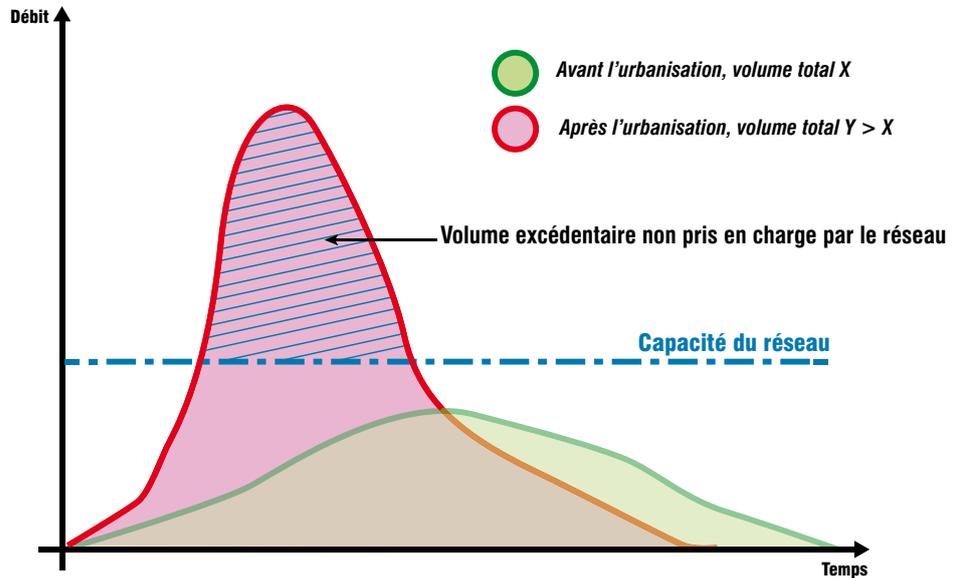
Enfin, dans le cas de réseaux mal entretenus (entrées ou conduites bouchées...), une pluie de probabilité d'occurrence annuelle peut entraîner un débordement de ce réseau et donc du ruissellement. Ce type de cause est cependant écarté dans les textes officiels, s'agissant plus d'un risque technique (défaillance d'entretien) que d'un risque naturel.

Urbanisation

Certaines villes se sont installées dans le lit majeur (voire mineur) d'un cours d'eau ou dans un talweg. Or, ce sont des espaces qui sont en eau en cas de ruissellement important, car ce sont des chemins naturels d'écoulement des eaux.

L'urbanisation des fonds de vallées et la rurbanisation des agglomérations, c'est-à-dire le développement des surfaces imperméabilisées en amont des villes, peuvent être aussi bien la cause qu'un facteur aggravant du phénomène de ruissellement.

Influence de l'urbanisation sur la cinétique et les volumes de ruissellement des eaux sur un bassin versant, après un événement pluvieux



Ce graphique, schématique mais représentatif des constats faits sur le terrain ou par des modélisations, présente l'évolution, après un événement pluvieux, des débits arrivant à l'exutoire d'un bassin versant, suite au ruissellement ayant eu lieu sur celui-ci.

En vert, dans le cas d'un bassin peu imperméabilisé, l'occupation des sols a un effet tampon sur l'écoulement des eaux : les débits progressent lentement du fait de la microtopographie (herbe, plantations, fossés et sillons de labour, lorsque ceux-ci ne sont pas dans le sens des écoulements) ; ils arrivent donc progressivement, de façon étalée dans le temps, à l'exutoire. Cela permet au réseau d'assainissement d'admettre la totalité des flots arrivant sur son domaine d'action, mais aussi de ne pas saturer, car les débits entrants ne dépassent pas sa capacité.

Le cas de l'évolution des débits arrivant en entrée d'un réseau d'assainissement après écoulement sur un bassin urbanisé est représenté en rouge. On constate tout d'abord une augmentation du volume total ruisselé (surface rouge > surface verte) du fait de l'absence d'infiltration en milieu urbain. De plus, comme les rues peuvent représenter des "raccourcis" dans le cheminement de l'eau et que les revêtements de sol sont lisses, l'écoulement des eaux n'est pas freiné, mais accéléré. Ceci explique l'arrivée soudaine, massive et beaucoup plus tôt à l'exutoire du bassin versant. Alors les capacités d'insertion dans le réseau sont dépassées et les eaux ne pouvant y entrer ruissellent dans la ville située en aval du bassin versant.

► Vulnérabilité et enjeux

"Les nuisances dues aux eaux pluviales et de ruissellement sont très importantes, sur le plan de la sécurité publique (inondations) mais aussi de la protection de l'environnement et de la santé publique (dégradation des eaux superficielles). Aussi, le ministère du Développement durable encourage-t-il très fortement depuis plusieurs années les collectivités locales à prendre en compte cette problématique dans les questions d'aménagement et d'urbanisme."

Ministère en charge de l'environnement, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Eau et Biodiversité/La gestion des eaux pluviales, 21 mars 2013.

Le risque d'inondation par ruissellement n'est pas dû qu'à des facteurs de formation du phénomène de ruissellement. Il provient également d'une exposition des enjeux au phénomène dangereux qu'est le ruissellement, le plus souvent à cause d'une méconnaissance ou de l'oubli des phénomènes locaux. Ainsi, l'urbanisation intensive qui s'est faite depuis l'après-guerre n'a pas su tenir compte de l'aléa ruissellement et des constructions ont été faites dans des lieux particulièrement exposés, tels que des fonds de talwegs ou des cuvettes.

De plus, la vulnérabilité des nouvelles installations va de pair avec l'accroissement du phénomène de ruissellement en lui-même. En effet, si l'urbanisation en zone exposée peut accentuer la gravité des phénomènes de ruissellement sur place (augmentation des volumes, des vitesses, des hauteurs...), l'aménagement des villes sur des espaces situés en dehors de la zone d'écoulement ou d'accumulation des eaux de ruissellements peut générer un aléa ruissellement ailleurs, posant la question de la vulnérabilité d'enjeux préexistants ainsi nouvellement exposés.

Les enjeux du ruissellement pluvial urbain sont d'ordres humain, matériel, agricole, environnemental et économique. Ce phénomène peut en effet générer, de façon simultanée ou en cascade, un débordement de cours d'eau, des inondations aux points bas et souvent une saturation des réseaux (unitaire ou pluvial) allant parfois jusqu'à un refoulement des eaux, potentiellement souillées par des eaux usées. Il n'est pas rare non plus, surtout dans le cas de bassins versants ruraux, de constater la formation de coulées de boue. Des mouvements de terrain peuvent également se produire. De manière générale, on constate toujours un encrassement du système d'assainissement (colmatage, obstruction...), que ce soit par les déchets solides emportés ou par les dépôts de fines en provenance des espaces verts.

Labastide-Rouairoux, novembre 1999

Les intempéries des 12 et 13 novembre 1999 ont généré dans le Tarn et les départements de la région Languedoc-Roussillon des inondations par débordement de cours d'eau, par ruissellement, des coulées de boue et des glissements de terrain.

L'événement marquant fut le glissement de terrain de Labastide-Rouairoux, déclenché par des pluies intenses sur un sol instable. Le phénomène a touché un bâtiment en aval, faisant 4 victimes.

► Conséquences possibles

Impacts sanitaires

Alors que les inondations par crue lente permettent une certaine anticipation limitant le nombre de victimes, le caractère soudain et violent des inondations par ruissellement pluvial ne permet pas toujours de prévenir les populations à temps ou de les évacuer, ce qui occasionne souvent des victimes, blessées ou décédées. Par exemple, l'inondation de Nîmes en 1988 a fait 9 morts. On compte bien sûr de nombreux blessés suite à ces épisodes extrêmes, qui laissent également derrière eux des personnes traumatisées sur le plan psychologique.

De plus, certaines conséquences des inondations par ruissellement pluvial peuvent à leur tour représenter un risque pour la santé publique :

- les coupures de réseaux (électricité, eau potable, eaux usées) nuisent au bon fonctionnement des établissements de soins et à la santé des personnes (dégradation de l'hygiène de vie, pas de chauffage, rations d'eau potable, difficultés pour s'alimenter...);
- l'exposition aux produits charriés par les eaux ruisselées (produits phytosanitaires, métaux lourds...) représente un danger pour les populations ;
- la situation peut devenir difficile lorsque les réseaux d'eaux usées refoulent sous la pression de l'eau qui les sature. On a alors en effet un déversement d'eau souillée dans les habitations et dans les rues, pouvant avoir des conséquences sanitaires

graves (maladies cutanées, diarrhéiques...) Dans ces cas-là, l'évacuation des eaux doit se faire au plus vite et être suivie de près par une désinfection soignée des lieux ;

- enfin, la population impactée par des inondations par ruissellement se trouve exposée, comme pour d'autres types d'inondations, à des dépôts de boue et fines, ainsi qu'à un fort taux d'humidité. Ces facteurs sont à éliminer rapidement pour éviter le développement des nuisibles ou des moisissures, lesquels représentent également un risque pour la santé.

Impacts économiques

La dégradation des infrastructures, des terres agricoles, des industries, des commerces et des équipements publics entraîne des pertes économiques directes du fait qu'elle génère un besoin de restauration, voire de reconstruction, et des pertes indirectes, car elles occasionnent un arrêt ou un fonctionnement dégradé des activités qui y siégeaient. Il en va de même pour les coupures temporaires des réseaux d'électricité, de communication, de gaz ou d'eau (potable ou usée).

La pollution du milieu naturel qui peut résulter de tels événements peut être à l'origine d'une impossibilité temporaire de maintenir les activités aquatiques. Ainsi, l'arrêt de la pêche, des sports nautiques et la fermeture des plages entraînent des pertes financières pour la ville et ses commerçants.

En milieu rural, les terres lessivées par les eaux de ruissellement sont appauvries en éléments nutritifs. De plus, qu'elles aient été érodées par l'eau ou ensevelies par les dépôts de sédiments, elles subissent généralement des pertes de récoltes. Le tout contribue à fragiliser l'économie agricole du territoire. Entre 1986 et 1987, la vallée de la Saône a ainsi été très touchée car son patrimoine vinicole a été en grande partie affaibli voire détruit suite à des événements d'inondation par ruissellement sur les coteaux.

Enfin, les biens des particuliers ne sont pas épargnés par les inondations par ruissellement, où l'on retrouve régulièrement des problèmes de caves et sous-sols inondés ou encore des véhicules emportés. À titre d'exemple, les inondations ayant eu lieu à Marseille en 2000 ont occasionné le transport par les eaux de milliers de véhicules (avec les embâcles que cela peut impliquer). Mais les dégâts peuvent être bien plus importants, notamment lorsque l'eau ruisselée est accompagnée de coulées de boue. Les dommages subis par les particuliers ont des répercussions économiques aussi bien dans leur sphère privée (jours d'arrêt pour remise en état, acquisition de nouveaux biens...) que dans la société (système d'indemnisation CATNAT en cas de déclaration de l'état de catastrophe naturelle).

Copenhague, juillet 2011

Avec des dégâts estimés à 750 millions d'euros suite à une pluie de seulement 2 heures (mais de forte intensité), l'inondation de Copenhague du 2 juillet 2011 est un exemple édifiant du coût d'un tel événement pour la société.

Impacts environnementaux

Les inondations par ruissellement pluvial peuvent entraîner une importante pollution des eaux de surface et souterraines, ainsi qu'une pollution des sols, ce qui peut porter atteinte à la qualité de l'environnement et à la survie de la faune et de la flore.

Cette pollution est due aux eaux de ruissellement qui lessivent les sols, emportant avec elles les pollutions agricoles et urbaines. À Nancy en 2012, l'inondation par ruissellement pluvial a ainsi provoqué la fuite de nombreux réservoirs d'hydrocarbures, lesquels se sont déversés dans la nature. La pollution des eaux peut également venir des déversements de réseaux (unitaires ou séparatifs) dans le milieu naturel du fait de leur surcharge (déversoirs d'orage, refoulement). À titre d'exemple, l'inondation ayant touché Paris et la Seine-Saint-Denis en 1990 a occasionné d'importants déversements des réseaux d'eaux usées dans la Seine, ce qui a provoqué la mort de 80 tonnes de poissons qui ont dû être repêchés. Enfin, la pollution des eaux et des sols peut aussi être due à la production soudaine de grandes quantités de déchets pleins d'eau et de boue, qui doivent être gérés de façon appropriée.

L'atteinte à l'environnement passe aussi par les forts apports sédimentaires dans les cours d'eau qui reçoivent les eaux ruisselées ayant érodé les sols ruraux, lesquels sont également dégradés par cette usure.

Pollution des villes, pollution des champs

Il est important de bien caractériser la pollution des eaux de ruissellement, laquelle est spécifique à ce phénomène, de manière à mettre en place des techniques de traitement adéquates.

Selon un rapport du Sénat⁸, seuls 15 à 25 % de la pollution contenue dans l'eau ruisselée seraient déjà présents dans l'eau avant que celle-ci ne touche le sol. Ainsi, c'est essentiellement au cours de son ruissellement que l'eau de pluie se charge en pollution, laquelle est en grande partie solide (90 %).

L'eau ruisselée charrie donc généralement :

- des déchets solides : feuilles, branches, plastiques, mégots... souvent accumulés dans les caniveaux et finissant ainsi dans le réseau de collecte des eaux pluviales, avec un risque non négligeable d'obstruction des entrées du réseau, voire des canalisations ;
- des minéraux sous forme solide, des fines : ils peuvent être issus de chantiers en cours, de la dégradation des revêtements de façades ou de l'érosion des sols ruraux. Ces matériaux auront tendance à colmater les canalisations et à adsorber les métaux lourds ;
- les particules de pollution atmosphérique s'étant déposées sur les surfaces (toits, chaussée...) : métaux lourds, solvants...
- des métaux lourds, dont la nature et la quantité varient suivant les territoires : ils peuvent provenir de la pollution des sols suite à une activité industrielle polluante, de la circulation automobile ou tout simplement de la corrosion progressive des éléments métalliques qui nous entourent (gouttières, rails de sécurité, toitures...) ;
- des hydrocarbures, issus essentiellement de la circulation, mais aussi parfois d'activités industrielles ;
- des produits liés à l'entretien du territoire ou à ses activités : sel de déneigement, produits phytosanitaires... ;
- des matières organiques potentiellement pathogènes : matières végétales en décomposition, déjections...

Impacts patrimoniaux

Tout comme les inondations par débordement de cours d'eau, les inondations par ruissellement pluvial peuvent occasionner des dégâts sur notre patrimoine, qu'il s'agisse d'ouvrages d'art, de musées, de sites archéologiques, de monuments historiques ou à valeur culturelle...

Caen, juillet 2013

Une inondation pluviale a eu lieu à Caen le 22 juillet 2013 suite à un orage intense (80 mm en 1 h 40). L'inondation a touché le centre-ville, recouvert par 30 cm d'eau et jusqu'à 1m dans certaines rues. Si de nombreux bâtiments publics ont été endommagés au niveau des plafonds, l'église Saint-Jean, à peine rénovée, a été inondée de 20 cm environ, ainsi que le sous-sol du musée des Beaux-Arts, qui n'a heureusement enregistré aucune dégradation d'œuvres.

8 - G. Miquel (2003), rapport sur "La qualité de l'eau et de l'assainissement en France", OPECST, déposé le 18 mars 2003.

III. Stratégies de gestion

► Historique

Au XIX^e siècle, l'hygiénisme domine et donne la priorité à l'évacuation des déchets solides et liquides hors de la ville et rapidement. Les méthodes de dimensionnement des réseaux d'assainissement créées spécifiquement pour Paris se succèdent et sont diffusées au niveau national, sans que celles-ci ne soient adaptées aux conditions locales de la province, si ce n'est généralement un sous-dimensionnement volontaire pour limiter les coûts.

Des réseaux d'assainissement se développent dans toute la France, avec un dimensionnement fait pour répondre au besoin du moment, le plus souvent pour des pluies courantes à rares. Mais les villes, ainsi que leurs réseaux d'assainissement, continuent de s'étendre, généralement vers l'amont des bassins versants naturels, tandis que la partie initiale des réseaux d'assainissement, servant d'exutoire aux parties plus récentes, reste inchangée. On commence donc à observer régulièrement des problèmes de saturation, voire de débordement, des réseaux aval suite au développement des villes en amont de ces réseaux déjà en place.

Par conséquent, apparaît, dans les années 1970, un besoin de stocker les eaux pluviales le long de leur parcours pour étaler les pointes de débit, ce qui motive la rédaction de l'Instruction technique 77-284 (1977), qui propose un cadre méthodologique pour l'élaboration des réseaux d'assainissement. On cherche à ralentir les écoulements dans les quartiers amont en évacuant et en stockant de manière à écrêter les pointes de débit dans les réseaux aval, évitant ainsi autant que possible les débordements. L'Instruction technique, diffusée à l'échelle nationale, propose un découpage en trois grandes régions de la France pour caractériser les pluies projet et présente des abaques de dimensionnement des réseaux en conséquence. On peut regretter plusieurs points sur l'Instruction technique de 1977 :

- on reste dans des dispositifs "tout tuyau" (tuyaux enterrés et bassins de stockage monofonctionnels et peu intégrés), donc difficilement adaptables à l'évolution du territoire, qui continue de s'urbaniser et donc d'augmenter les volumes d'eau pluviale à collecter ;
- les abaques sont limités à des périodes de retour de 10 ans et les services techniques n'ont aucun support technique de référence pour aller au-delà ;
- la division en trois régions de la France pour les conditions pluviométriques est très imprécise et ne permet pas de tenir compte des spécificités météorologiques locales.



En même temps que s'installe cette nouvelle politique de gestion des eaux pluviales au niveau national, des collectivités isolées commencent à prendre conscience du caractère limité, tant sur le plan technique qu'économique, des réseaux enterrés classiques. Elles prennent alors doucement le chemin des techniques dites "alternatives au tout tuyau" (infiltration, gestion de l'eau en surface...) pour arrêter d'aggraver la situation du pluvial au fur et à mesure qu'elles développent leur territoire.

À partir des années 1990, la gestion des eaux pluviales est à nouveau remise en question, d'une part car les problèmes de saturation de réseau continuent, mais aussi et surtout car de nouvelles réglementations environnementales se mettent en place au niveau européen : la directive sur les eaux résiduaires urbaines (directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, transcrite dans la loi sur l'eau en 1992) impose par exemple le traitement des eaux polluées même en période pluvieuse, ou encore la directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 dite Directive-cadre sur l'eau - DCE) instaure de nouvelles règles en matière de protection de la ressource en eau. Ainsi, depuis les années 1990, la gestion des eaux pluviales est passée à une pensée globale à l'échelle du bassin versant, avec un objectif de préservation de la qualité de l'environnement aquatique. Les différents acteurs concernés par la question, y compris l'État, via ses services déconcentrés, communiquent sur les techniques "alternatives au tout tuyau" traditionnel, qui sont présentées comme permettant la non-aggravation en cas de nouvelles constructions ou comme un soulagement du réseau en place si elles sont appliquées sur l'existant. En réintroduisant l'eau dans la ville et en raisonnant par niveau de service, on rapproche la gestion des eaux pluviales de celle de l'urbanisme et des risques. **La gestion par niveau de service permet en effet d'assurer la continuité entre la gestion quotidienne des eaux de pluie et la gestion de crise lors d'événements extrêmes où le réseau habituel n'est pas suffisant car, quel que soit le système de gestion des eaux pluviales, un jour ou l'autre celui-ci sera nécessairement dépassé.**

"Aujourd'hui, l'idée est largement répandue que la conception d'équipements d'assainissement pluvial annulant tout risque d'inondation est impossible. La prévention de tels désordres réside alors essentiellement dans la mise en place de techniques alternatives à la collecte en réseau des eaux de ruissellement. De plus, la prévention ne peut être l'affaire des seuls acteurs de l'assainissement ; elle devient une préoccupation majeure des responsables de l'urbanisme."

La gestion du risque inondation, B. Ledoux, Lavoisier, 2006.

► Entre gestion courante et gestion de crise, la maîtrise accrue de l'inondation

De manière générale, la gestion des eaux pluviales en milieu urbain se fait selon une approche à deux degrés :

- les événements fréquents mais sans gravité, que le réseau d'assainissement permet de gérer, jusqu'à l'événement projet, le plus souvent défini par une période de retour de pluie (durée et intensité), ayant permis de dimensionner le réseau mentionné et donc le portant près de la saturation ;
- les événements moins fréquents mais de plus grande ampleur, pour lesquels le réseau en place n'est plus suffisant (débordement, refoulement) et le déclenchement d'une procédure de gestion de crise nécessaire.

En France, la période de retour choisie pour dimensionner le réseau oscille généralement entre 10 et 30 ans selon les territoires et les conditions climatiques, mais l'événement décennal est tout de même majoritaire, notamment à cause des coûts d'installation et d'entretien de réseaux de plus grande capacité. Cela signifie que pour des événements relativement fréquents, le réseau n'est plus capable de maîtriser les écoulements et que la ville est inondée.

Afin de repousser un peu plus loin le passage à une inondation non maîtrisée, le CIRIA propose d'insérer un degré supplémentaire entre l'événement fréquent facilement géré et l'événement extrême : l'événement d'excédent maîtrisé. Il faut pour cela avoir une

bonne connaissance des phénomènes de débordement du réseau et accompagner ces derniers via un réseau de surface permettant de les prendre en charge de manière à limiter les dommages. Il s'agit donc, au-delà de l'événement projet, et dans une certaine mesure, d'accepter le débordement et de le "canaliser" sur des espaces peu ou pas vulnérables, afin de repousser plus loin les limites de l'événement maîtrisé.

Le CIRIA (Construction Industry Research and Information Association)

Le CIRIA est une association britannique neutre à but non lucratif qui rassemble des acteurs de la construction et de l'environnement pour faciliter et encourager les échanges. L'organisme propose des guides techniques, des journées de formation et organise également des colloques et des groupes de travail. Le CIRIA aborde des thèmes diversifiés tels que les technologies et procédés de construction, l'ingénierie des sols, l'eau, l'environnement et le développement durable.

Plus d'informations sur www.ciria.org

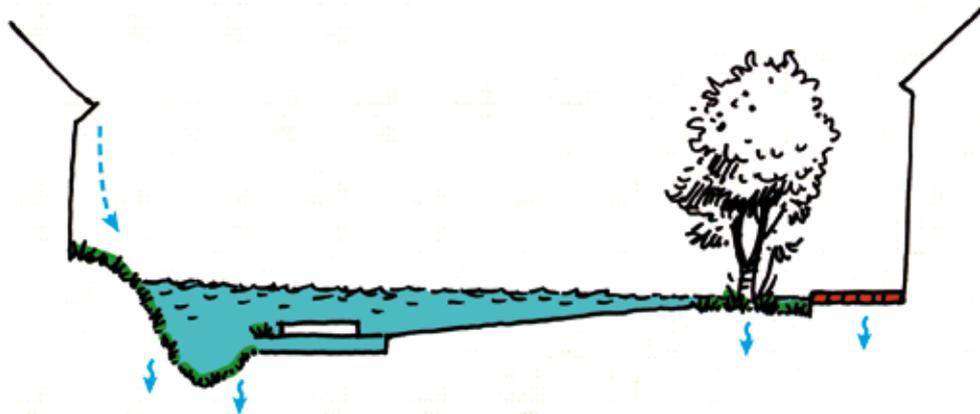
On introduit alors les notions de système mineur et de système majeur.

Le système mineur est celui que nous connaissons bien, qu'il soit enterré, surfacique ou les deux à la fois, usant des techniques dites "alternatives" ou non.



Écoulement des eaux résultant d'une pluie courante dans le système mineur : canalisation, noue, surfaces perméables. La vie et les fonctions de la ville ne sont pas perturbées.

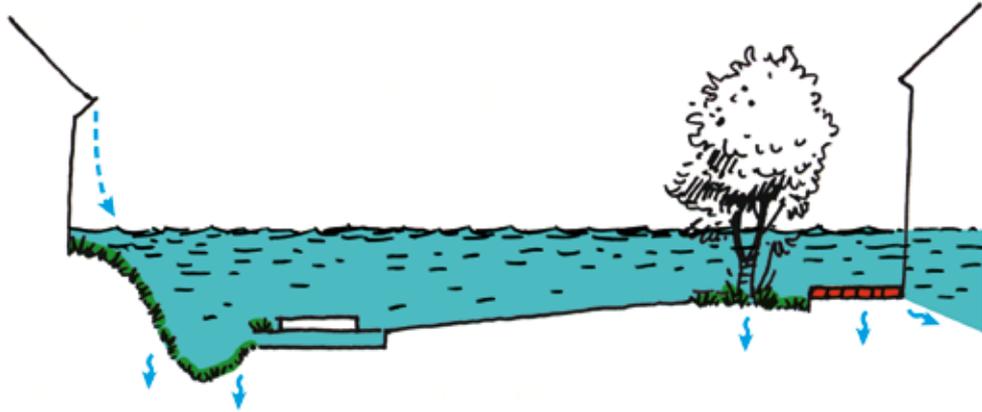
Le système majeur est uniquement surfacique et prend en charge l'excédent d'eau pluviale que le réseau mineur ne peut accepter. Il s'agira le plus souvent d'espaces publics ou collectifs : la voirie pour les écoulements et des places, terrains de sports ou encore des parcs pour les zones d'accumulation. Réciproquement, l'excédent d'eau pluviale se définit comme étant le flot empruntant le système majeur, à défaut d'entrer dans le système mineur.



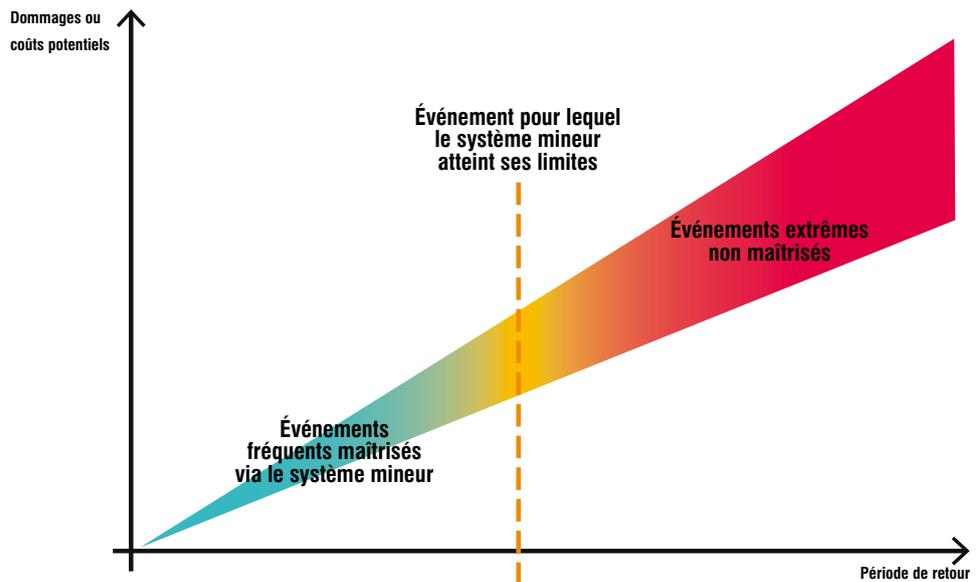
En cas d'événement important, le système mineur (noues, canalisations, surfaces perméables...) ne suffit plus à gérer les eaux de ruissellement. Les eaux excédentaires se déversent dans le réseau majeur, par exemple ici la chaussée, dont la forme a été adaptée à ce type d'usage. Certaines fonctions urbaines fonctionnent en mode dégradé le temps de l'événement, mais les impacts matériels (dommages aux maisons, commerces, infrastructures...) sont considérablement limités.

Les objectifs de performance de réseaux, mineur ou majeur, sont le fruit d'un consensus entre les différents acteurs concernés.

Lorsque le système majeur est saturé à son tour, alors on est véritablement en situation d'inondation par ruissellement, avec les enjeux et conséquences organisationnelles que cela implique.



En cas d'événement exceptionnel, le système majeur peut à son tour atteindre ses limites et devenir dangereux. Dans ces situations, c'est la protection des vies humaines qui prime.

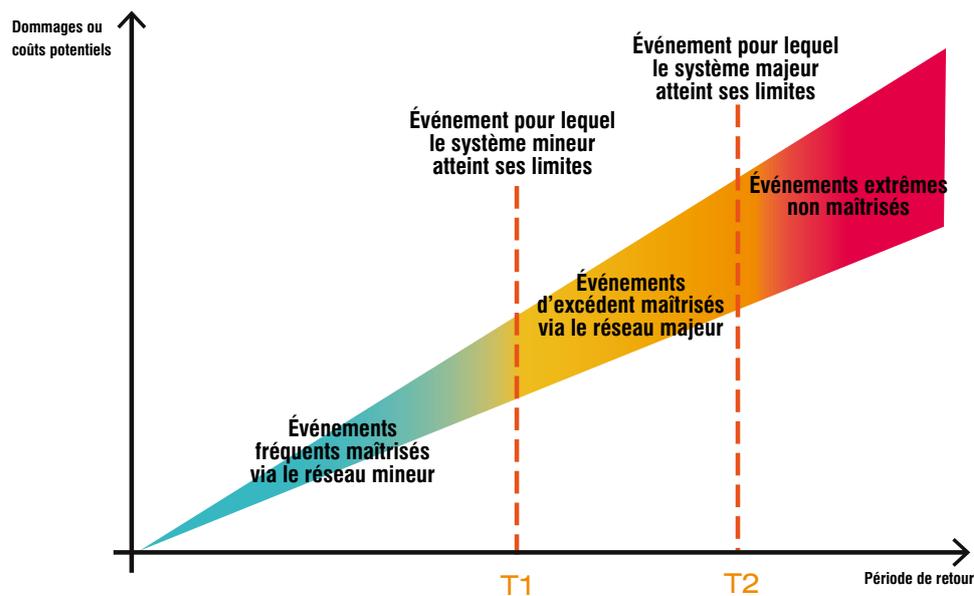


Inspiré de CIRIA (2014), *Managing urban flooding from heavy rainfall – encouraging the uptake of designing for exceedance*.

Figure 3 : La stratégie de gestion du ruissellement à deux degrés.

Ce graphique représente l'évolution des impacts d'un événement pluvieux en fonction de sa période de retour. Cette stratégie classique à deux degrés prévoit des mesures de gestion de l'événement, dans la limite des dimensions du système mineur. Au-delà de l'événement projet utilisé pour dimensionner le système, les écoulements excédentaires ne sont plus maîtrisés. Une pluie correspondant à l'événement projet peut également commencer à poser problème dans le cas d'un système mineur mal entretenu (obstructions partielles, envasement...).

L'événement projet est ici représenté par une surface, afin de traduire cette incertitude du comportement du système face à un événement correspondant à l'atteinte de ses limites de capacité.



Inspiré de CIRIA (2014), *Managing urban flooding from heavy rainfall – encouraging the uptake of designing for exceedance*.

Figure 4 : La stratégie de gestion du ruissellement à 3 degrés.

L'introduction du système majeur dans la gestion des eaux de ruissellement permet, dans une certaine mesure, de maîtriser les débordements du réseau mineur. Pour les pluies extrêmes où même le système majeur n'est plus suffisant pour gérer les écoulements, ce sont la capacité de gestion de crise et l'adaptation de l'existant qui permettent de limiter les pertes humaines et les dommages matériels.

► L'approche de l'État pour la gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial

“Choisir une période de retour, c'est choisir une fréquence de défaillance des ouvrages d'assainissement pluvial. Cette défaillance, lors d'événements pluvieux plus importants, devra être prise en considération lors de la conception et de la gestion afin de préserver les vies humaines et de réduire les impacts.”

**Plan de prévention des risques - Les risques d'inondation -
Le ruissellement périurbain, note complémentaire, MEDDTL, septembre 2004.**

Le CEREMA, au nom de l'État français, recommande depuis le début des années 2000 une stratégie par niveaux de services, permettant d'assurer une continuité de gestion des eaux pluviales au risque d'inondation par ruissellement. On y retrouve les notions de systèmes mineur et majeur, le deuxième assurant la gestion des débordements du premier.

Niveau	Pluviométrie	Fonctionnement du système de gestion des eaux pluviales	Services rendus et incidences	
1	Pluies faibles 	Pas de rejet brut en milieu récepteur vulnérables Pas de mise en charge, ni de débordement des ouvrages du système mineur	Pas d'incidence sur la qualité des milieux récepteurs : maîtrise de la pollution apportée par les eaux pluviales si la dilution n'est pas favorable Pas d'inondation	Système mineur : réseaux et techniques alternatives
2	Pluies moyennes 	Surverses brutes Pas de débordement des ouvrages du système mineur	Impacts limités et contrôlés sur les milieux récepteurs Pas d'inondation	
3	Pluies fortes 	Débordements localisés du système mineur dans le système majeur	Détérioration de la qualité des milieux récepteurs acceptée Priorité donnée à la gestion du risque d'inondation : submersions d'espaces publics localisées	Système majeur : espaces publics
4	Pluies exceptionnelles 	Débordements généralisés dans le système majeur	Gestion du risque majeur : la priorité est d'éviter les dommages aux personnes et de limiter les dommages aux biens	

Figure 5 : Quatre niveaux de services pour la gestion des eaux pluviales. CEREMA.

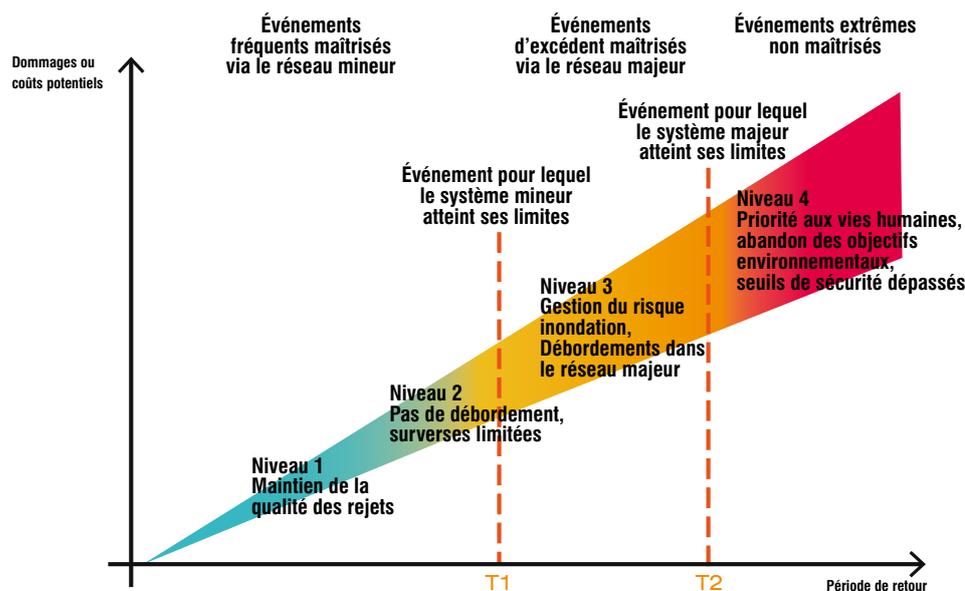
► Les apports de ces stratégies

À la lecture des niveaux de services assurés en fonction de l'évolution de la situation, on voit nettement les priorités se transformer et s'inverser, en cherchant à protéger l'environnement au quotidien, pour se concentrer avant tout sur les vies humaines en cas de crise grave, c'est-à-dire la gestion d'une catastrophe naturelle lors des pluies exceptionnelles.

Avec la notion de niveaux de services, des messages importants apparaissent :



- **les réseaux d'assainissement ont tous leurs limites ;**
- **il faut connaître ces limites et savoir ce qui se passe au-delà ;**
- **il faut savoir revoir ses priorités en fonction de la criticité de la situation ;**
- **mieux connaître son réseau et le comportement des écoulements, c'est pouvoir préparer les espaces publics pour mieux gérer les débordements.**



Inspiré de CIRIA (2014), *Managing urban flooding from heavy rainfall – encouraging the uptake of designing for exceedance*.

Figure 6 : Les objectifs de l'approche française croisés avec la stratégie à 3 degrés.

À noter que les services d'assainissement (eaux usées et réseaux unitaires) ont intégré cette notion de niveaux de services rendus depuis déjà plusieurs années. Ce ne serait pas la première fois que la gestion des eaux pluviales profite tardivement des avancées de ce service voisin.

Bien que la plupart des raisonnements se fassent suivant des périodes de retour de pluie, il semble plus pertinent de raisonner par période de retour d'événement ou de débit d'eau à prendre en charge. En effet, à pluviométrie égale, un événement pourra résulter en une gestion courante ou en gestion de crise suivant d'autres paramètres qu'il importe de prendre en compte : degré de saturation des sols, état du réseau... Ce n'est donc pas que la pluie qui va déterminer la criticité de la situation mais bien un panel de paramètres.



Ainsi, la stratégie de gestion du risque d'inondation par ruissellement associe des objectifs à des périodes de retour d'événements.

► Les actions à appliquer

Les stratégies de gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial associent des objectifs à des périodes de retour d'événements. Afin d'atteindre ces objectifs, on peut organiser les actions possibles suivant 6 axes qui viennent couvrir la problématique dans sa globalité.

Axe 1. Réduction du phénomène de ruissellement

Le risque d'inondation par ruissellement pluvial résulte de la conjonction de deux éléments : d'une part, la présence d'un aléa de ruissellement, d'autre part, une exposition des enjeux socio-économiques, humains, environnementaux et culturels à cet aléa. Afin de réduire le risque d'inondation par ruissellement, il convient de travailler sur ces deux aspects.

Ainsi, la réduction du phénomène de ruissellement pluvial est une première façon d'aborder le sujet. Elle consiste à agir sur la situation existante pour l'améliorer, par exemple en remplaçant certaines surfaces imperméables par des dispositifs favorisant l'infiltration (dans le cas de sols le permettant) ou en dégagant des espaces pour la rétention des eaux pluviales. L'idée étant de réduire les débits, voire les volumes, qui iront dans le réseau de collecte des eaux pluviales. Mais ce n'est pas chose facile, car il est toujours plus délicat et coûteux de mettre en place des dispositifs (structurels ou

organisationnels) une fois les choses établies que de les concevoir en même temps que le projet de développement urbain. Dans le cas de mesures visant l'existant, il faudra prévoir un certain délai de mise en œuvre et des travaux.

Une politique de réduction du phénomène de ruissellement pluvial a donc tout intérêt à se saisir de chaque occasion de projet de renouvellement urbain (ANRU, rénovation thermique, réfection de voirie...) pour y introduire des exigences en matière de gestion des eaux pluviales et du risque d'inondation par ruissellement.

Axe 2. Non-aggravation du phénomène de ruissellement

Non seulement il n'est pas aisé d'améliorer la situation existante, mais on ne peut s'en contenter lorsqu'il s'agit de prévenir le risque d'inondation par ruissellement. En effet, notre territoire est en perpétuel développement et si celui-ci n'est pas réfléchi ni cadré, de manière à limiter l'imperméabilisation des sols et ses effets, on pourrait revenir à une situation critique où les inondations par ruissellement seraient chroniques, du fait du mauvais aménagement du territoire.

C'est pourquoi il est si important de bien planifier le développement urbain, mais aussi les évolutions agricoles, de manière à anticiper l'apparition ou l'aggravation de l'aléa ruissellement. Ainsi, tous les dispositifs mis en place pour cadrer les futurs projets d'aménagement visent à la non-aggravation du phénomène de ruissellement, que ce soit pour éviter qu'ils ne soient inondés, mais aussi pour éviter que leur installation ne dégrade la situation de quartiers aujourd'hui non impactés.

Axe 3. Maîtrise des écoulements excédentaires

Toujours dans le cadre de la gestion de l'aléa ruissellement et comme évoqué dans la stratégie à 3 degrés du CIRIA ou dans celle des niveaux de services du CEREMA, il est possible de mettre en place des dispositifs structurels (réseaux majeurs) ou organisationnels afin de maîtriser les écoulements liés aux débordements des réseaux (mineurs).

On reste alors dans le domaine de gestion de l'aléa car il s'agit non pas de travailler sur les enjeux, mais bien de canaliser les écoulements en surplus en surface, et ce avant d'en arriver au point critique où plus aucun contrôle n'est possible.

La maîtrise des écoulements de surface non gérés par les réseaux "habituels" est donc très importante puisqu'elle permet de repousser plus loin le moment où l'on ne pourra plus rien faire pour limiter les débordements de l'eau sur les secteurs vulnérables. Il s'agit d'un plan de fonctionnement en mode dégradé des réseaux hydrauliques et viaires de la ville, puisqu'on envisage alors la mise en eau de certaines voies ou espaces publics. Dans ce genre de situation, on ne peut plus faire grand-chose pour limiter la production du ruissellement. Cet axe de la stratégie se concentre donc sur les axes d'écoulement et sur les zones d'accumulation des eaux ruisselées, lesquels auront été repérés grâce à une analyse du territoire concerné.

Les espaces dédiés à la gestion des écoulements excédentaires seront de préférence multifonctionnels, car ils seront destinés à ne servir que peu fréquemment pour la gestion des eaux de ruissellement. Le fait de dédier ces espaces uniquement à cette fonction ne serait donc pas favorable à un bon entretien ni à une bonne maintenance et encore moins au rendement de l'installation. La multifonctionnalité des espaces ainsi choisis permet d'assurer leur bon fonctionnement, mais également de rentabiliser les coûts de travaux et de projet ou encore de faire face à la pression foncière.

Axe 4. Limitation de l'exposition d'enjeux vulnérables en zone inondable

Face aux débordements que l'on ne peut gérer, la réduction de la vulnérabilité commence par la non-exposition des enjeux socio-économiques. Si aujourd'hui le territoire est si exposé au risque d'inondation par ruissellement pluvial, c'est en partie parce que les villes se sont développées de façon inadaptée dans le lit majeur - voire mineur - des cours d'eau (intermittents ou permanents), dans les fonds de talwegs secs ou encore

dans des cuvettes. De nombreux enjeux se retrouvent ainsi aujourd'hui en zone exposée au risque d'inondation par ruissellement.

Il est donc important de prendre des dispositions quant aux zones les plus à risques ou présentant de forts enjeux pour la gestion de l'aléa, en y prescrivant des mesures adaptatives conditionnant les autorisations d'installation (hauteur de seuil minimale pour les bâtiments, forme de la chaussée...).

Axe 5. Adaptation de l'existant

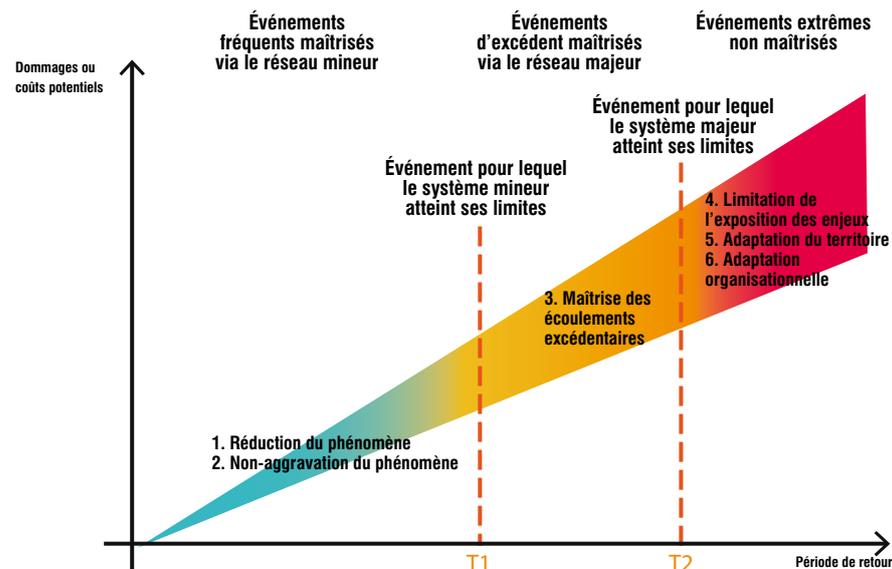
Lorsque que les inondations par ruissellement touchent un territoire déjà aménagé, il est nécessaire de l'adapter pour réduire la vulnérabilité des enjeux face aux débordements non maîtrisés. Cette adaptation concerne les bâtiments (logements, bâtiments publics), les entreprises, les services publics et les réseaux.

Axe 6. Adaptation organisationnelle

Dans le cadre d'une inondation par ruissellement non maîtrisée, il existe, en plus des mesures d'évitement et d'adaptation des aménagements, des moyens d'adaptation organisationnelle portant aussi bien sur les services publics que sur la population.

Il s'agit d'organiser la prévision des événements et la réaction à avoir en cas de dépassement des systèmes mineur et majeur de gestion des eaux pluviales (systèmes d'alerte, plan communal de sauvegarde, plan de continuité d'activité...), mais également de sensibiliser la population et les acteurs du territoire.

Les 6 axes proposés ici s'inscrivent dans la stratégie présentée auparavant :



Inspiré de CIRIA (2014), *Managing urban flooding from heavy rainfall – encouraging the uptake of designing for exceedance.*

Figure 7 : La stratégie à 3 degrés et les 6 axes d'action.



Pour compléter...

Gestion à la parcelle ou gestion collective : une question prioritaire ?

Cette question importante occupe souvent une place de premier plan dans les réflexions stratégiques sur la gestion des eaux pluviales. Mais cette interrogation ne concerne finalement qu'une partie du travail en 6 axes que l'on vient de présenter, à savoir la réduction et la non-aggravation du phénomène de ruissellement, dans le cas d'événements fréquents et maîtrisés. Car lorsqu'il s'agit d'aborder la question des inondations par ruissellement dans sa globalité, il y a bien d'autres questions tout aussi importantes concernant par exemple la gestion des débordements ou la planification de la gestion de crise en cas d'événement extrême. On peut cependant déjà dire que la gestion des eaux pluviales et du phénomène de ruissellement sera toujours une combinaison entre une gestion à l'échelle individuelle et collective des eaux pluviales, car il n'est pas toujours possible ou pertinent d'appliquer l'une ou l'autre de ces méthodes. Ainsi, la question à se poser est moins de savoir si l'on veut une gestion collective ou individuelle, mais plus quelle importance on souhaite donner à l'une ou à l'autre.

IV. Acteurs, outils et financements

► Des responsabilités fragmentées

La gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial relève de deux types de responsabilités : celle de la gestion des eaux pluviales en situation maîtrisée et celle de la gestion de l'inondation non maîtrisée. Ces deux responsabilités doivent se coordonner et se compléter pour assurer une continuité de la gestion des différentes situations.

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales urbaines, l'article L2333-97 du Code général des collectivités territoriales (CGCT) indique que "la gestion des eaux pluviales urbaines [correspond] à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales des aires urbaines [et] constitue un service public administratif relevant des communes". Rien n'indique si cette prise de compétence est obligatoire ou non. Il est possible pour la commune de déléguer tout ou partie de ce service public à un Établissement public de coopération intercommunale (EPCI) ou un syndicat mixte. Pour ce qui est du budget, contrairement à la gestion des eaux usées, il n'existe, dans le budget général des communes, aucun budget spécifique dédié à la gestion des eaux pluviales, à moins que la collectivité en charge de la gestion des eaux pluviales n'instaure la taxe correspondante, qui est facultative.

Côté gestion des inondations suite à un ruissellement non maîtrisé, les choses sont en revanche bien définies. C'est le maire qui, en cas de crise, assure la fonction de directeur des opérations de secours (DOS), en s'appuyant sur le plan communal de sauvegarde dont il aura au préalable encadré l'élaboration. À ce titre, il choisit les orientations stratégiques de la gestion de crise et valide les décisions. Il est assisté du commandant des opérations de secours (COS) qui assure la mise en œuvre opérationnelle des décisions. Dans le cas de crises dépassant l'échelle communale, c'est le préfet qui prend le relais au poste de DOS. Le maire reste alors responsable des opérations de sauvegarde de sa population et peut être amené à effectuer des tâches demandées par le préfet.

La gestion du risque d'inondation par ruissellement fait l'objet de responsabilités fragmentées. La continuité entre la gestion des événements courants et des événements exceptionnels s'annonce donc peu cadrée et malaisée, mais certains bons exemples sont à suivre.

Exemple de la ville d'Antibes

La ville d'Antibes a bien compris l'importance de mettre en relation gestion des eaux pluviales et gestion de crise et son service de gestion de crise se réfère régulièrement au service "eaux pluviales et lutte contre les inondations" en tant qu'expert technique. La ville est ainsi allée plus loin en créant ce service qui relie eaux pluviales et inondations, permettant d'assurer une continuité de service entre l'événement courant et l'événement extrême.

La loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique et d'affirmation des métropoles a instauré une nouvelle compétence de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) pour les communes (voir p. 8). La situation devrait cependant rester inchangée pour les acteurs du pluvial et du ruissellement. Il reste une incertitude quant aux limites de cette compétence vis-à-vis des inondations par ruissellement.

► Les outils disponibles

Les différents outils qui vont être présentés par la suite permettent de couvrir de manière assez complète l'ensemble des 6 axes d'action proposés plus haut, même si la liste proposée ne se veut pas exhaustive. Certains ne correspondent qu'à un seul de ces axes, tandis que d'autres ont plusieurs facettes qui chacune peut servir ces briques stratégiques.

Le tableau ci-dessous présente un aperçu des outils proposés et leur utilité suivant les axes étudiés.

	Gestion des eaux pluviales					Aménagement du territoire							Sensibilisation											
	Solidarité amont-aval	Zonage pluvial	Schéma directeur de gestion des EP	Règlement d'assainissement	Techniques de gestion des écoulements	Pratiques agricoles	PPRI	SCoT	PLU	SDAGE	SAGE	Opérations de rénovation urbaine	Procédures d'aménagement	Trames bleues et vertes	Acquisition amiable/Expropriation	Information préventive	Concertation et implication des acteurs	Formation du personnel	Prévision	Système d'alerte	Dispositif ORSEC	PCS	Réduction de la vulnérabilité	RCSC
1. Réduction du phénomène de ruissellement																								
2. Non-aggravation du phénomène de ruissellement																								
3. Maîtrise des écoulements excédentaires																								
4. Limitation de l'exposition d'enjeux vulnérables en zone inondable																								
5. Adaptation de l'existant																								
6. Adaptation organisationnelle																								

Gestion des eaux pluviales

Le zonage pluvial, correspondant au volet pluvial du zonage d'assainissement, est un document obligatoire qui devient opposable une fois soumis à enquête publique. Il peut faire partie intégrante d'un schéma directeur de gestion des eaux pluviales, document facultatif permettant une planification de la gestion des eaux pluviales.

Le règlement d'assainissement, document obligatoire, peut comporter un volet pluvial indiquant les obligations des acteurs concernés par la gestion des eaux pluviales : la collectivité, le gestionnaire de réseau et l'utilisateur.

Enfin, la gestion des eaux pluviales passe par des techniques concrètes applicables aussi bien en ville qu'en milieu rural, avec la mise en place d'aménagements spécifiques et une adaptation des pratiques agricoles.

Les indispensables

Principe de solidarité amont-aval

Le principe de solidarité amont-aval est un principe de base que l'on peut avancer, que ce soit pour améliorer une situation de ruissellement récurrent ou pour limiter une dégradation de l'écoulement des eaux dans le cadre de nouveaux aménagements. Ce grand principe est inscrit dans le Code civil aux articles 640 et 641, qui expliquent à la fois que nul ne peut s'opposer ou se plaindre des écoulements naturels qui se font sur son terrain (servitude naturelle d'écoulement), mais également qu'il est interdit d'effectuer des aménagements qui puissent aggraver ces écoulements sur les terrains amont ou aval, sous peine de devoir payer des indemnités.



Code civil, article 640

“Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l’homme y ait contribué.

Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.

Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.”

Code civil, article 641

“Tout propriétaire a le droit d’user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l’usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d’écoulement établie par l’article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. [...]

Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenants aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d’écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents.

Les contestations auxquelles peuvent donner lieu l’établissement et l’exercice des servitudes prévues par ces paragraphes et le règlement, s’il y a lieu, des indemnités dues aux propriétaires des fonds inférieurs sont portées, en premier ressort, devant le juge du tribunal d’instance du canton qui, en prononçant, doit concilier les intérêts de l’agriculture et de l’industrie avec le respect dû à la propriété. [...]”

Par conséquent, en cas de litige ou de problème dû à des installations qui ne respectent pas le principe de solidarité amont-aval, on peut utiliser le levier que représentent ces articles du Code civil pour faire évoluer la situation. En ce qui concerne les projets d’aménagement des bassins versants, les aménageurs sont obligés d’étudier et concevoir leur projet de manière à ne pas aggraver la situation à l’amont ou à l’aval du projet. Cela va dans le sens d’une gestion à la source des eaux pluviales, car alors l’aménagement doit gérer de manière autonome des eaux de ruissellement supplémentaires générées par l’imperméabilisation des surfaces (toitures, voirie...). On a donc, à une échelle relativement réduite, une gestion in situ des eaux pluviales.

Zonage pluvial (ZP)

Obligatoire [CGCT, art. L2224-10], le zonage pluvial est en fait la partie “eaux pluviales” (points 3° et 4°) du zonage d’assainissement. Souvent élaboré par les services d’assainissement et de gestion des eaux pluviales (parfois distincts), le zonage pluvial fait un point sur les textes en vigueur sur le territoire concerné, ainsi qu’un état des lieux hydraulique pour justifier au mieux les choix techniques préconisés, en traitant de manière distincte zones rurales et zones urbaines. Ce document permet également d’aborder la problématique du risque de pollution liée au ruissellement.

Le ZP se présente sous la forme d’une note de présentation accompagnée de documents cartographiques, qui n’a pas de valeur réglementaire tant qu’il n’a pas été soumis à enquête publique ainsi qu’à l’approbation de l’assemblée délibérante compétente. Il permet de fixer des prescriptions (qualitatives et quantitatives), comme par exemple des limitations de débits de fuite ou des principes techniques de gestion des eaux pluviales. Ces prescriptions s’appliquent aussi bien à l’existant qu’aux futures constructions. Elles demandent un travail de contrôle et de suivi de la part de la collectivité compétente.



Code général des collectivités territoriales, article L2224-10

Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre I^{er} du Code de l’environnement : [...]

3° les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l’imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l’écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;

4° les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu’elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l’efficacité des dispositifs d’assainissement.



Attention, ce document n'a pas de valeur réglementaire tant qu'il n'a pas été soumis à enquête publique ainsi qu'à l'approbation de l'assemblée délibérante compétente. Il peut être annexé au PLU et il devra alors être consulté pour chaque instruction de permis de construire.

Schéma directeur de gestion des eaux pluviales (SDGEP)

Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales est un document facultatif qui n'est pas clairement défini dans la législation française. Il est cependant récurrent d'une collectivité à l'autre pour venir cadrer la politique de gestion des eaux pluviales et du risque de ruissellement. En fonction du contexte politique et administratif local, de la nature du risque et des documents déjà en place, le SDGEP peut être élaboré à différentes échelles : commune, intercommunalité, bassin versant, département.

Il s'agit d'un moyen de tracer les grandes lignes de gestion des eaux pluviales et du risque de ruissellement pluvial urbain et rural, ainsi que de planifier la construction coordonnée d'ouvrages collectifs, ou encore de communiquer auprès de la population.

L'élaboration du zonage pluvial est une étape dans la réalisation de tels schémas directeurs, qui peuvent eux aussi être annexés aux PLU, et voir leurs prescriptions retranscrites dans certains articles du règlement du PLU.

Le SDGEP peut venir cadrer aussi bien le ZP que le PLU dans le contrôle du développement du territoire, afin de limiter l'implantation d'enjeux socio-économiques dans des espaces exposés au risque d'inondation par ruissellement pluvial.

Documents pouvant influencer le schéma directeur de gestion des eaux pluviales - Exemples

Le Conseil général de la Seine-Maritime (76) a conçu un cahier des charges pour l'élaboration des schémas de gestion des eaux pluviales dans ses communes. L'idée est avant tout d'assurer un contenu correct de ces documents communaux. Cependant, le manque de temps et de moyens au sein des communes sont un véritable obstacle à l'approfondissement de documents tels que les SGEP.

Le SCoT du Pays du Grand Amiénois (80), au travers d'une prescription, demande également à ses communes et leurs groupements de se doter d'un schéma de gestion des eaux pluviales, en respectant le principe de solidarité amont-aval. Cela permet d'éviter de simplement déplacer le risque, mais aussi de déterminer de façon concertée les espaces à réserver pour positionner les ouvrages collectifs.

Le PPRI de Veurey-Voroize (38) propose une cartographie des axes et versants à risque de ruissellement, avec en conséquence la délimitation de zones inconstructibles et de zones à construction maîtrisée. Ce zonage est donc à reprendre lors de l'élaboration du zonage pluvial par les communes.



Règlement d'assainissement

Le règlement d'assainissement est un document obligatoire [CGCT, L2224-12] qui, au même titre que le règlement du service d'eau potable, fixe les termes de l'accord liant le propriétaire du réseau d'assainissement, son exploitant et les usagers desservis. Dans ce cadre, il définit, entre autres, les modalités de déversement des eaux usées/pluviales et eaux potables dans les réseaux de la collectivité. Le règlement peut proposer, réglementer, imposer ou interdire la réalisation de raccordements d'eaux pluviales au réseau public. Il est également possible de proposer un règlement spécifique aux eaux pluviales, en plus d'un règlement spécifique à l'assainissement des eaux usées.

Or, c'est en réglementant les déversements d'eaux pluviales dans le réseau que la collectivité peut inciter à une autre gestion qui sorte du "tout tuyau". Une collectivité qui interdit les rejets au réseau en deçà d'une pluie projet donnée va pouvoir influencer les nouveaux aménagements en ne les autorisant à se raccorder que si des mesures adaptées en conséquence sont prévues.

Extrait du règlement eaux pluviales du Syndicat pour l'assainissement et la gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres (SyAGE)

"Article 2 - Définition du service public de gestion des eaux pluviales (SP-EP)

Le SP-EP correspond, en tout ou partie, à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales issues des voiries publiques. Ce service peut également être amené à recueillir les eaux pluviales provenant des propriétés publiques et privées qui sont raccordées, soit directement, soit indirectement, sur les ouvrages de ce service.

Ce service comprend différents types d'ouvrages : canalisations, fossés, noues, tronçons de cours d'eau...

Le SP-EP est un service public facultatif et qui ne constitue pas un droit. Aussi, il n'est pas tenu d'accepter les rejets d'eaux pluviales provenant des voiries privées et des terrains publics et privés. Et tout nouveau rejet doit impérativement faire l'objet d'une autorisation préalable et écrite du SyAGE.

Article 3 - Principe de "zéro rejet" au SP-EP et de gestion des eaux pluviales à la parcelle

Pour limiter les effets négatifs de l'imperméabilisation des sols, il est indispensable d'infiltrer dans le sol toutes les eaux pluviales non polluées de façon à réalimenter les nappes et à réduire les inondations. Dans les secteurs peu perméables, les eaux pluviales peuvent aussi être stockées et réutilisées pour l'arrosage par exemple.

C'est la raison pour laquelle il est institué le principe du zéro rejet dans le présent règlement.

Aussi, les propriétaires doivent mettre en place tout dispositif évitant le rejet des eaux pluviales dans les ouvrages du SP-EP. Ces dispositifs doivent être dimensionnés pour infiltrer et/ou stocker à minima les eaux d'une pluie de période de retour décennale.

Les caractéristiques de l'événement pluvieux décennal retenues par le SyAGE sont les suivantes :

- la hauteur de pluie tombée durant les 4 heures les plus intenses de l'événement pluvieux est de 43 mm, ce qui représente 43 litres par m² ;

- la hauteur de pluie tombée au paroxysme de l'événement pluvieux (soit 30 min) est de 30,6 mm, ce qui représente 30,6 litres par m².

Dans le cas où le respect du "zéro rejet" s'avère impossible pour des raisons techniques, réglementaires ou de configuration des lieux, un raccordement peut être accepté à titre dérogatoire après mise en œuvre de dispositifs limitant le rejet des eaux pluviales (dans les conditions prévues au chapitre 2)."

Les actions opportunes

Techniques de gestion des écoulements

La maîtrise des écoulements passe par le contrôle de leur trajectoire, ou du moins une adaptation à celle-ci. Cela est rendu possible par une bonne connaissance du terrain, que ce soit grâce à des modélisations (encore difficiles) ou à l'historique des événements passés (bases de données locales et nationales, témoignages...).

Dans cette optique, on peut par exemple :

- décaisser des voies concernées par la concentration des écoulements, de manière à mettre les seuils des maisons à l'abri ;
- surélever les seuils d'entrée des nouvelles constructions en bord d'axe d'écoulement ;
- adapter les revêtements ou la structure de la chaussée qui fait l'objet d'un ruissellement important ;
- développer des espaces de recueil des eaux pluviales le long des axes d'écoulement concentrés, notamment pour les routes rurales installées dans des talwegs (voir photo au paragraphe suivant) ;
- en milieu plus rural, on peut terrasser les terrains pour maîtriser les chemins de l'eau.

Attention, lorsqu'on modifie la trajectoire des écoulements, et donc potentiellement leur volume, leur vitesse ou hauteur, il est essentiel de s'intéresser aux changements que cela peut induire à l'aval du territoire ainsi adapté (pollution des milieux naturels, devoir de solidarité amont-aval). Il est d'ailleurs généralement nécessaire de travailler non seulement sur les chemins d'écoulement, mais également sur leur vitesse, qu'il faut souvent réduire avant l'arrivée au réseau ou au milieu récepteur.

Par ailleurs, le ralentissement des écoulements pluviaux peut être pertinent à plusieurs titres :

- il réduit le lessivage des sols, donc leur érosion (milieu rural) et la pollution des eaux ruisselées, que ce soit en milieu rural ou urbain ;
- il réduit les dégâts matériels, que ce soit directement, car la force réduite des flots peut emporter moins d'objets (voitures, mobilier urbain...), ou indirectement, car les eaux rapides charrient des solides qui peuvent entrer en collision avec des installations vulnérables (cuves d'hydrocarbure, murs...) ou générer des embâcles, empêchant l'évacuation correcte des eaux pluviales et fluviales ;
- il limite la dangerosité des écoulements, car la vitesse des eaux ruisselées devient rapidement un problème pour la sécurité des personnes en déplacement au moment de l'événement ;
- il atténue les impacts sur le milieu récepteur (réseau ou cours d'eau), que ce soit en termes qualitatifs (pollution réduite) ou quantitatifs (pic de débit différé ou étalé).

Les méthodes de ralentissement dynamiques sont multiples. On peut travailler sur différents facteurs :

- la rétention des eaux tout au long de leur parcours vers l'aval : toitures végétalisées, noues ou fossés à débit limité (fossé à redans), jeux sur la perméabilité des clôtures... ;
- la microtopographie : plantations, traitement des sols... ;
- la dynamique de l'eau : méandres, ruptures de charge...

Attention, lorsqu'il s'agit de ralentir les flots de ruissellement, de ne pas aggraver le risque d'inondation sur site, du fait d'un débordement imprévu des ouvrages par exemple.



Figure 8 : Entre deux champs ou à l'amont d'une zone urbanisée, les fascines permettent de ralentir les écoulements et de retenir les matières charriées par les flots, limitant ainsi les coulées d'eau boueuse. Photo d'origine : AREAS.



Figure 9 : Fossé avec limiteurs de débit, mais permettant l'écoulement des eaux en surplus en cas d'événement extrême. Photo d'origine : Yves Nédélec.

Lors des événements pluvieux, en plus des axes d'écoulement, on note l'apparition de zones d'accumulation des eaux ruisselées, que ce soit parce qu'elles se retrouvent dans une cuvette, parce qu'elles sont en terrain plat sans exutoire évident, ou que leur évacuation vers l'aval est gênée (remblai, construction, évacuations insuffisantes...).

Une fois que de telles zones sont repérées, il faut pouvoir prendre des mesures adaptées pour gérer les eaux qui s'y accumulent. Il peut s'agir par exemple d'accepter ces eaux et de les stocker temporairement et/ou de les infiltrer lorsque cela est possible, grâce à des bassins de rétention secs ou en eau, mais aussi en prévoyant la mise en eau possible d'espaces publics tels que des places, des parcs ou des terrains de sport.

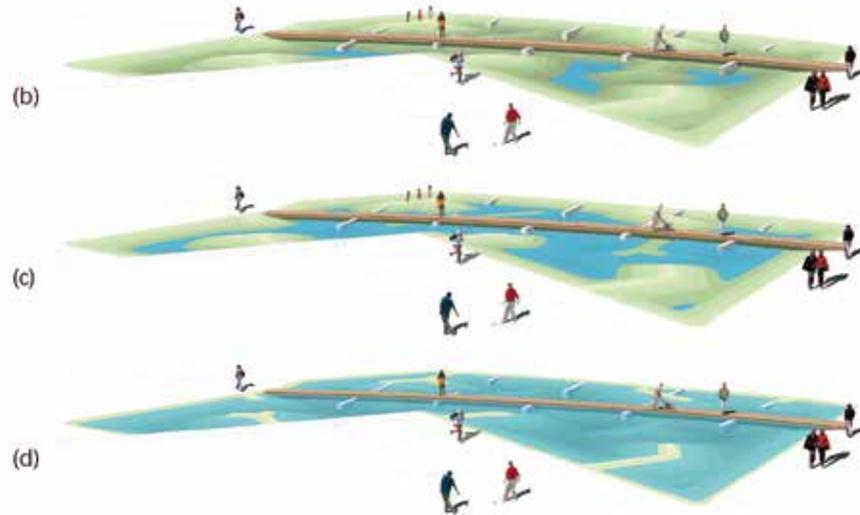
Attention, accepter de stocker des eaux pluviales de façon temporaire dans des lieux publics prévus à cet effet nécessite de prendre certaines dispositions :

- prendre en compte l'indisponibilité, partielle ou totale, de l'espace ainsi occupé par les eaux pluviales ;
- gérer les questions de sécurité liées aux hauteurs d'eau : alerter la population, éventuellement interdire l'accès au lieu de façon temporaire ;
- prévenir la population de la mise en eau volontaire de l'espace : des personnes mal informées pourraient solliciter inutilement les services de la collectivité pour signaler ce qu'elles pensent être une inondation, ou entraver la mise en eau de tels espaces ;
- prévoir le nettoyage et le curage de ces espaces après des événements exceptionnels.

Figure 10 : Le parc multifonctionnel de La Sausaie à Saint-Denis (93) est progressivement mis en eau en fonction du volume d'eau pluviale à gérer. Croquis du parc après une pluie semestrielle (b), biennale (c) et décennale (d). La hauteur d'eau peut atteindre 60 cm.

© Composante urbaine.

Source : Composante urbaine, maître d'œuvre, 2003-2004.



À noter qu'il est possible de créer des zones d'accumulation "artificielles" afin de faire de la rétention pour étaler le pic de débit vers l'aval.

On peut également travailler sur l'évacuation des eaux pluviales lorsque celles-ci s'accumulent du fait d'obstacles à leur écoulement normal : éviter les goulots d'étranglement autour des entrées de buses, pratiquer des percées dans les remblais en travers du cheminement des eaux ruisselées, éviter les constructions perpendiculaires à la pente...

Pour aller plus loin

L'Office international de l'eau (OIEau) a mis en place sur son site à Limoges un espace pédagogique dédié aux techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. La plate-forme présente des installations intégrées au site (noues, tranchées drainantes, toitures stockantes...) ainsi que les matériaux et éléments disponibles. L'espace s'adresse aussi bien aux élus qu'aux profils plus techniques de collectivités ou de bureaux d'études.

Plus d'informations sur www.oieau.fr.

Pratiques agricoles

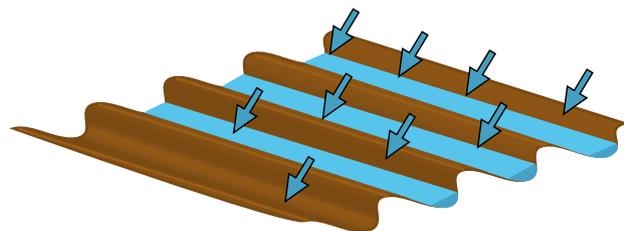
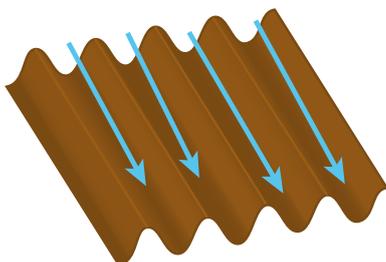
Les pratiques agricoles peuvent avoir une influence relativement importante sur la formation du ruissellement en milieu rural.

Ainsi, les étapes de gestion des cultures ont leur importance :

- techniques du travail de la terre : la granulométrie, la profondeur d'attaque et le sens de passage peuvent faciliter ou non les phénomènes de battance, l'infiltration, la prise de vitesse et la concentration du ruissellement ;

Influence du sens du labour sur le ruissellement

Labour dans le sens de la pente : les sillons encouragent et concentrent le ruissellement, qui peut ainsi prendre de la vitesse et éroder davantage les sols.



Labour perpendiculaire à la pente : les sillons font obstacle au ruissellement en servant de minuscules barrages. Les écoulements restent plus diffus.

- techniques et temporalité des semis : selon qu'il est linéaire ou aléatoire, en surface ou en profondeur, recouvert de mulch... le semis peut participer à limiter le ruissellement sur les parcelles agricoles (et limiter sa propre vulnérabilité également).

L'assolement concerté permet de répartir intelligemment, dans le temps et dans l'espace, les cultures gérées sur un bassin versant donné. Cela permet de fragmenter les types d'occupation du sol en alternant dans l'espace les cultures facilitant plus ou moins les phénomènes de ruissellement. La pratique de l'inter-culture évite d'avoir des terres à nu entre deux saisons, limitant ainsi les phénomènes de battance et de ruissellement.

La gestion des talwegs, la mise en place d'ouvrages d'hydraulique douce... sont autant d'aspects à prendre en compte pour comprendre le phénomène de ruissellement et proposer des solutions adaptées.

C'est pourquoi, si un agriculteur passe à un mode de culture plus propice au ruissellement, il est souhaitable qu'il compense son changement de pratique de manière à ne pas aggraver la situation sur ses terres et en aval. Par exemple, s'il fait le choix de passer à un type de culture tel que le maïs, il pourra adopter des techniques limitant le ruissellement (semis aléatoire, travail de la terre...) et mettre en place par ailleurs des bandes enherbées en bord de champ ou aménager un espace de rétention des eaux ruisselées en aval du champ.

Pour aller plus loin

AREAS (2012), *Maîtrise du ruissellement et de l'érosion des sols en Haute-Normandie - Expérimentations sur les pratiques culturales 2001-2010 - Synthèse des résultats de ruissellement et d'érosion.*

Parc naturel régional du Haut-Languedoc (2008), *La forêt et la prévention des risques d'inondations en vallée du Thoré - Démarches et conseils à l'usage des forestiers*, Les cahiers techniques du Parc.

Le territoire français fait preuve d'une grande diversité, que ce soit sur le plan géologique, topographique, pédologique ou encore de l'aménagement. Il est primordial de tenir compte des spécificités du territoire que l'on traite lorsqu'il s'agit du ruissellement pluvial. En effet, les solutions adéquates pourront différer en fonction des contextes.

Quelques exemples de pratiques à éviter :

- mettre en place des techniques d'infiltration sur un sol pollué, imperméable, à risque d'effondrement ou sensible au retrait/gonflement des argiles ;
- mettre en place une chaussée drainante dans un environnement rural ou, en ville, le faire avant la fin du chantier, car alors les fines viennent rapidement colmater le matériau qui ne peut plus remplir sa fonction ;
- mettre en place des installations conduisant à l'accélération ou au ralentissement de l'arrivée d'une hausse de débit dans le milieu récepteur, sans en étudier les conséquences, notamment vis-à-vis d'autres bassins versants qui pourraient se déverser également dans ce milieu aval.

Cas de l'infiltration en Seine-Maritime

Malgré son occupation majoritairement rurale, la Seine-Maritime n'est, comme beaucoup d'autres territoires en France, pas considérée comme étant propice à l'infiltration des eaux de pluie. En effet, en surface, les sols sont très limoneux, donc facilement sujets à la battance et peu perméables. En sous-sol, on trouve des cavités d'origine naturelle (bétoires, à cause des sols karstiques) ou anthropique (anciennes carrières de marne), qui rendent dangereuse l'infiltration des eaux.

Ainsi, pour dimensionner leurs ouvrages, les aménageurs urbains ne peuvent généralement pas compter sur l'infiltration pour l'évacuation des eaux. Ils ont des objectifs de temps et de débit de vidange de leurs ouvrages : cela permet de rendre rapidement disponibles les espaces de rétention dans l'éventualité d'une nouvelle pluie et d'atténuer les impacts au milieu récepteur aval.



Figure 11 : Un espace pour la rétention des eaux pluviales à proximité d'un lotissement neuf en Seine-Maritime. L'ouvrage, constitué de plusieurs bassins en cascade, permet de rejeter les eaux ruisselées au milieu naturel avec un débit contrôlé. Photo : SMBVAS.

La police de l'eau sur le département (DISE76) porte cependant une doctrine de gestion des eaux pluviales qui propose, entre autres, des règles à respecter pour pouvoir envisager l'infiltration des eaux pluviales, dans les cas où la perméabilité du sol et la nature du sous-sol le permettent.

Aménagement du territoire

Les indispensables

Plan de prévention du risque inondation (PPRI)

Le PPRI est un outil réglementaire élaboré par la préfecture de département avec l'aide des services déconcentrés de l'État. Il est soumis à enquête publique ainsi qu'à l'approbation des collectivités locales concernées. Dédié à tous les types d'inondations, son élaboration nécessite, dans le cas du ruissellement, d'effectuer un état des lieux assez général sur le bassin de risque étudié, ainsi qu'une étude hydraulique pour caractériser l'aléa de manière quantitative et qualitative. Enfin, l'évaluation des enjeux permet de cartographier les zones de risque.



Code de l'environnement, article L562-1

“I. - L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations [...].

II. - Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :

1° de délimiter les zones exposées aux risques, dites “zones de danger”, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation [...] ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations [...] pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

2° de délimiter les zones, dites “zones de précaution”, qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations [...] pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

3° de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

III. - La réalisation des mesures prévues aux 3° et 4° du II peut être rendue obligatoire en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. À défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur. [...]”

Le PPRI vise à localiser les zones de danger plus ou moins important, pour elles-mêmes ou pour d'autres lieux (zones de danger, zones de précaution), et à émettre des règles et des préconisations quant à leur occupation et gestion, de manière à réduire leur vulnérabilité ou leur contribution à l'aggravation du risque. Le PPRI offre ainsi un certain nombre de possibilités pour prévenir le risque de ruissellement pluvial urbain (entre autres risques), ou du moins réduire le phénomène observé, en agissant aussi bien sur les espaces déjà aménagés que sur ceux qui ne l'ont pas encore été. Il peut par exemple :

- créer des servitudes d'utilité publique auxquelles toute demande de construction ou de rénovation doit être conforme ;
- préconiser des mesures de réduction et de limitation du ruissellement aux endroits stratégiques (amont, voirie, surfaces imperméabilisées...) ;
- prescrire des normes constructives (ce que ne peuvent pas faire les documents d'urbanisme) ou des pratiques culturelles ;
- anticiper, en réservant des espaces disponibles pour l'installation d'ouvrages de rétention des eaux pluviales ;
- délimiter le contour des lits majeurs et fonds de talwegs afin qu'ils restent préservés (interdiction à la construction ou construction maîtrisée).

Le PPRI permet d'émettre des prescriptions et recommandations pour l'existant, dans les zones de danger ou de précaution, et pour le neuf dans les zones de précaution (les nouvelles constructions étant interdites en zone de danger). Il peut fixer des délais pour l'exécution de ces prescriptions et permet d'engager des procédures à l'encontre de ceux qui ne s'y conforment pas.

Bien que le risque d'inondation par ruissellement ait parfaitement sa place dans un PPRI, il semble que certaines préfectures aient décidé d'attaquer la problématique de manière spécifique (Lille, Val-de-Marne), en travaillant à l'élaboration de PPRI-Ruissellement.

PPRI du bassin versant de La Lézarde - Rapport de présentation

“Outre les axes des vallons clairement identifiés par la topographie les versants des vallées peuvent aussi être soumis à des ruissellements quelquefois plus ou moins diffus en fonction de nouveaux aménagements et de la modification de l'occupation des sols.”

“Les méthodes d'évaluation des ruissellements du PPRI sont de nature qualitatives et empiriques. Elles ne font généralement pas appel à des modélisations, excepté pour les talwegs où des enjeux sont actuellement présents. Ils ont été classés en deux priorités selon l'importance de leurs enjeux.”

PPRI du bassin versant de La Lézarde - Règlement

7. Réglementation pour le phénomène de ruissellement

7.1 Zone marron [zone de danger]

“7.1.2 Prescriptions particulières aux projets autorisés en Zone marron

*Les constructions autorisées qui ne pourraient pas être implantées en dehors du champ d'expansion des ruissellements doivent se situer **en dehors de l'axe de ruissellement** et doivent respecter les prescriptions suivantes :*

- *le niveau du premier plancher habitable (habitations) ou technique (activités) des constructions et extensions autorisées est placé à une cote supérieure de + **0,80 m**, forfaitaire (niveau de référence fixé à 0,50 m correspondant à la limite basse de l'aléa fort ;*
- *+ 0,30 m (de précaution) par rapport à celle présentée au niveau de l'axe de ruissellement au droit du projet. Illustration en annexe 3. [...]*

7.1.2.3 Aménagement hydraulique et gestion des eaux

Sont autorisés :

- *la création d'ouvrages de régulation des écoulements dans le cadre de lutte contre le phénomène de ruissellement ;*
- *la réalisation d'aménagements de type “hydraulique douce” (fossés, bandes enherbées, mare, talus de protection...) résultant d'une étude préalable du fonctionnement hydraulique des bassins versants dans le cadre d'une gestion cohérente des écoulements et la réduction des risques liés aux inondations. Ils devront faire l'objet de mesures de surveillance, d'inspection et d'entretien particulières permettant leur pérennité ;*
- *les travaux liés à l'entretien des ouvrages hydrauliques existants. [...]*

7.1.2.7 Aménagement de voirie - Franchissement

Sont autorisés :

- *tout projet d'aménagement de voirie ou de franchissement, sous réserve de démontrer qu'il n'aggrave pas la situation hydraulique en cas d'inondation. Dans la mesure du possible, des matériaux favorisant l'infiltration (chaussée drainante) doivent être utilisés. **Les plateformes des chaussées doivent assurer une transparence hydraulique ;***
- *la création de parkings à usage privatif non souterrain ou nécessaire au bon fonctionnement d'une activité à condition :*
 - *de les réaliser au niveau du terrain “naturel” ;*
 - *de **ne pas modifier l'écoulement des eaux, ni aggraver les risques** ou de collecter et d'évacuer les eaux de ruissellement via des aménagements adéquats ;*
 - *d'**utiliser des matériaux de revêtements perméables n'aggravant pas l'imperméabilisation** du type revêtement poreux (techniques alternatives d'hydraulique douce...)* ;
 - *de comporter **une structure de chaussée résistante à l'aléa ruissellement.***

Toutes dispositions (techniques alternatives, fossés) sont prises pour gérer les écoulements superficiels sur les voiries existantes. **Le risque encouru par les usagers doit être clairement affiché sur place : l'affichage du risque doit être visible et permanent.**

En cas de survenue de phénomène d'inondation, l'exploitant ou le propriétaire prend toute disposition pour interdire l'accès aux ouvrages et organise l'évacuation à partir de la première diffusion des messages d'alerte.

À l'occasion de l'entretien de la chaussée, des dispositions sont prises pour protéger les voies contre l'érosion due au ruissellement. **L'entretien de ces dispositifs est assuré par le maître d'ouvrage ou le gestionnaire.**

Schéma de cohérence territoriale (SCoT)

Bien qu'il ne puisse pas, à la différence d'un PPRI, prescrire des mesures constructives, le SCoT permet cependant d'imposer une politique globale de gestion du risque à l'échelle d'un bassin de vie et de suggérer des pistes techniques pour sa mise en œuvre.

Dans le cadre de la réduction du phénomène de ruissellement ou de sa non-aggravation, le SCoT peut par exemple demander aux communes et intercommunalités de son territoire d'élaborer des schémas de gestion des eaux pluviales, de limiter le taux d'imperméabilisation des nouveaux aménagements, de limiter les débits de fuite des zones urbanisées, de favoriser l'infiltration à la parcelle ou encore de réserver des espaces dédiés à la rétention des eaux pluviales... tout en restant conforme au contenu du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

Même si ces prescriptions ne sont pas chiffrées ou détaillées, elles imposent aux communes et à leurs groupements d'étudier leur territoire du point de vue des eaux pluviales dans l'optique de prévenir le risque d'inondation par ruissellement. Il apporte en plus une cohérence d'ensemble sur un territoire, chose essentielle lorsqu'il est question de gestion des eaux pluviales.

En reportant ces règles dans les documents locaux d'urbanisme (PLU), la collectivité locale s'assure qu'elles seront systématiquement prises en compte dans les procédures de demande de permis de construire.



Code de l'urbanisme, article L121-1 :

“Les schémas de cohérence territoriale, les plans locaux d'urbanisme et les cartes communales déterminent les conditions permettant d'assurer, dans le respect des objectifs du développement durable :

1° l'équilibre entre :

a) le renouvellement urbain, le développement urbain maîtrisé, la restructuration des espaces urbanisés, la revitalisation des centres urbains et ruraux ;

b) l'utilisation économe des espaces naturels, la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et la protection des sites, des milieux et paysages naturels ; [...]

3° La réduction des émissions de gaz à effet de serre, la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables, la préservation de la qualité de l'air, de l'eau, du sol et du sous-sol, des ressources naturelles, de la biodiversité, des écosystèmes, des espaces verts, la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques et la prévention des risques naturels prévisibles, des risques technologiques, des pollutions et des nuisances de toute nature.”



Pour aller plus loin

CEPRI (2013), *La prise en compte du risque d'inondation dans les Schémas de cohérence territoriale*.

SCoT du Dijonnais, projet d'aménagement et de développement durables (PADD)

“4.2.2 - Limiter l'exposition aux risques

Le risque naturel auquel est le plus confronté le territoire du SCoT du Dijonnais est celui des inondations. Dans ce cadre, le SCoT veillera à ce que l'urbanisation soit maîtrisée dans les zones inondables, voire totalement interdite dans les zones inondables non urbaines.

Cela passe par le maintien ou la création d'espaces naturels d'épanchement des crues mais aussi par l'instauration de nouvelles pratiques en milieu urbain pour éviter le ruissellement des eaux de pluie en favorisant l'infiltration à la source.

Il s'agit notamment de limiter les coefficients d'imperméabilisation des sols, d'instaurer davantage d'espaces végétalisés comme les fossés ou les noues paysagères, de favoriser le recours à des revêtements perméables pour les voies piétonnes et cyclables ou encore à des chaussées drainantes. Enfin, pour compenser les futures extensions urbaines ainsi que les nouvelles infrastructures, le SCoT préconise des mesures nécessaires à une bonne gestion des eaux pluviales (aménagement de bassins de rétention...).”

SCoT du Dijonnais, document d'orientations générales (DOG)

“Maîtriser le cycle de l'eau et la gestion des eaux de pluie

Le SCoT doit formuler des dispositions pour garantir que le développement, tel qu'il est projeté, s'effectue bien dans le respect d'une gestion durable du cycle de l'eau. Le développement durable ne pourra également s'envisager que dans la maîtrise des conséquences en termes de risque inondation. À ce titre, il s'agira de limiter les possibilités d'imperméabilisation des sols et d'occupation des espaces utiles à l'écoulement des eaux ou à l'amortissement des crues, ainsi que d'identifier les secteurs sensibles au ruissellement urbain.”

“Prescriptions

Pour contribuer à la préservation de la ressource en eau face aux pollutions et limiter le risque inondation, le SCoT prescrit :

- 1. de limiter et maîtriser l'imperméabilisation des sols pour toutes les futures opérations de construction et d'aménagement dans les communes concernées par le risque ruissellement pluvial défini dans le DDRM et les communes de l'agglomération dijonnaise, afin de diminuer la part des eaux pluviales rejetées dans le réseau public d'assainissement ou pluvial ;*
- 2. de favoriser le principe d'infiltration des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle ou au plus près par les techniques alternatives existantes.*

Dans le cas contraire, il faudra prouver que la gestion à la parcelle n'est pas possible et que le rejet dans le réseau à débit limité est la seule solution (article R. 123-9 5°). La technique d'infiltration devra tenir compte des prescriptions des arrêtés préfectoraux de DUP (déclaration d'utilité publique) des captages AEP qui, le plus souvent, imposent une évacuation en aval du bassin ;

- 3. en lien avec la lutte contre les inondations, de déterminer les espaces réservés pour la création de zones dédiées spécifiques ou d'ouvrages de transfert et de stockage capables de retenir et de filtrer une partie des polluants consécutifs au ruissellement en milieu urbain ;*

4. d'inscrire les plans de prévention des risques d'inondation, prescrits ou en cours, dans les documents de planification. Toute construction nouvelle dans les zones d'aléas forts identifiés dans les PPRI sera interdite ou soumise à des normes limitant le risque identifié (interdiction d'excaver...) ;

5. en zone inondable connue (PPRI et atlas des zones inondables), il est prescrit :

- d'interdire toute nouvelle ouverture de zone à l'urbanisation et de prévoir, pour toute construction en zone urbaine (U) des PLU, une rehausse des planchers en référence à une crue historique connue ou une crue centennale pour les communes dotées d'un PPRI,
- de réaliser, pour les zones d'urbanisation futures (AU) des PLU, des aménagements permettant une totale mise hors d'eau des constructions ou installations pour l'événement de référence connu. Des mesures compensatoires devront systématiquement être mises en œuvre en cas de soustraction de surfaces inondables (réduction des champs d'expansion de crue) conformément aux orientations du SDAGE ;

6. que les aménagements liés à la LINO et à la LGV, dans la traversée des zones inondables, soient conçus pour minimiser globalement les impacts et préserver les champs d'inondation et les écoulements des crues. La perméabilité des ouvrages pourra être obtenue par la construction des ouvrages au niveau du terrain naturel sans faire obstacle à l'écoulement des eaux, par des ouvrages en superstructure transparents d'un point de vue hydraulique (viaduc, ouvrage d'art...) ou par tout autre moyen approprié à l'objectif."

“Recommandations

La récupération des eaux pluviales sera favorisée dans les projets de construction de logements, les bâtiments industriels et les équipements publics. Ces eaux seront réservées exclusivement à des usages non sanitaires.

Par ailleurs, pour conforter les dispositions réglementaires, le SCoT pourra accompagner des démarches visant à :

- délimiter des terres agricoles par bassin versant sur lesquelles des cultures spécifiques peuvent jouer un rôle pour atténuer le risque d'inondation et de ruissellement ;
- définir au niveau intercommunal les emprises foncières à réserver pour créer les dispositifs de rétention et pour résorber à la source les problèmes d'inondation et de ruissellement sur les territoires situés à l'aval ;
- favoriser la concertation avec les professionnels du monde agricole, qui permettra le cas échéant de changer les techniques agricoles afin de limiter les phénomènes d'écoulement des eaux pluviales et ainsi participer à la lutte contre les inondations : le sens des sillons de culture seront perpendiculaires à la pente, le maintien, la création et l'entretien des haies seront favorisés...

Les communes qui figurent sur la liste “risque de ruissellement pluvial” du Document départemental des risques majeurs (DDRM) pourront caractériser dans leurs documents d'urbanisme les secteurs à risque sur les bassins de l'Ouche et de la Tille.

Les communes concernées par le risque inondation par débordement des cours d'eau (liste DDRM) sont invitées à élaborer leur Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM).”

Plan local d'urbanisme (PLU)

Le PLU est à l'initiative de la commune ou du groupement de communes compétent en aménagement du territoire. Il fixe les règles d'aménagement du territoire selon les secteurs de celui-ci, en restant compatible avec le SDAGE et un éventuel SAGE ou SCoT.

Il s'agit à la base d'un document de planification qui émet des règles selon les zones du territoire auxquelles doivent se conformer les aménageurs et constructeurs pour toute opération nécessitant un accord de la part des services d'urbanisme. Il peut également émettre des règles sur certains territoires déjà aménagés, auxquelles les aménageurs et constructeurs devront se soumettre dès qu'ils auront une rénovation à faire ou toute autre opération nécessitant un accord de la part des services d'urbanisme.

En annexant le ZP au PLU (l'enquête publique de ces deux documents pouvant d'ailleurs se faire de manière conjointe), les prescriptions du zonage pluvial deviennent opposables et sont systématiquement prises en compte pour l'attribution des permis

de construire et pour tous les projets d'aménagement, ce qui permet d'assurer une application forte du document.

Dans ce cadre, le PLU peut faire figurer sur sa carte des espaces à préserver en les désignant comme des zones inconstructibles ou comme des zones naturelles et forestières (N) à préserver. Le PLU peut aussi imposer, selon les zones du territoire, des taux d'imperméabilisation des sols, des débits de fuite, des zones de servitude pour la gestion des eaux pluviales ou encore préserver les zones humides. Attention, le PLU ne peut pas imposer de disposition constructive précise, mais il lui est tout de même permis de prescrire des grands principes de construction (hauteur de seuil) ou d'aménagement.

Ainsi, même en l'absence de PPRI, le PLU peut être un document phare dans la gestion du risque de ruissellement pluvial urbain.



Portail d'information sur l'assainissement communal, MEDDE

“Une commune peut adopter dans le règlement de son PLU des prescriptions sur les eaux pluviales opposables aux constructeurs et aménageurs. Ces prescriptions, pouvant découler d'un schéma directeur de gestion des eaux pluviales et/ou de l'intégration du zonage pluvial (art. L 123-1-5 du Code de l'urbanisme), peuvent être introduites dans différents articles du règlement. À titre d'exemple :

- **Art. 4 - Conditions de desserte des terrains par les réseaux publics. L'article peut aborder les principes d'infiltration ou de stockage préalable des eaux pluviales.**
- **Art. 9 - Emprise au sol des constructions. L'article peut inclure la définition d'une surface maximum construite permettant ainsi de s'assurer d'un espace suffisant pour la mise en place d'un ouvrage d'infiltration des eaux pluviales.**
- **Art. 11 - Aspect extérieur et aménagement des abords. L'article peut définir des règles de végétalisation des abords des constructions.**
- **Art. 12 - Réalisation d'aires de stationnement. L'article peut fixer le choix de revêtements (végétalisation, surfaces poreuses), de dispositifs de traitement des eaux pluviales le cas échéant.**
- **Art. 13 - Réalisation d'espaces libres [...]. L'article peut définir des coefficients de pleine terre, des techniques de végétalisation des ouvrages de gestion des eaux pluviales...**

D'autres pièces constitutives d'un PLU peuvent utilement être mises à profit pour la prise en compte des eaux pluviales :

- **le Rapport de présentation peut contenir différents éléments de diagnostic utiles au choix d'aménagement qui seront faits : état des milieux aquatiques, fonctionnement et insuffisances du système d'assainissement actuel, zones de production et d'accumulation du ruissellement, capacités d'infiltration des sols, sensibilité des milieux récepteurs aux rejets d'eaux pluviales...**
- **les Orientations d'aménagement et de programmation (OAP) peuvent préciser, au titre de la mise en valeur de l'environnement et des paysages, des partis d'aménagement en interaction avec la gestion des eaux pluviales (préservation de points bas, d'un talweg, d'une coulée verte).**

C'est également le cas des emplacements réservés et des annexes sanitaires.”

PLU Lille Métropole, rapport de présentation du règlement

Article 4 - Conditions de desserte par les réseaux

II) Assainissement

B) Eaux pluviales

“L’infiltration sur l’unité foncière doit être la première solution recherchée pour l’évacuation des eaux pluviales recueillies sur l’unité foncière. Si l’infiltration est insuffisante, le rejet de l’excédent non infiltrable sera dirigé de préférence vers le milieu naturel.

L’excédent d’eau pluviale n’ayant pu être infiltré ou rejeté au milieu naturel est soumis à des limitations avant rejet au réseau d’assainissement communautaire.

Sont concernés par ce qui suit :

- toutes les opérations dont la surface imperméabilisée est supérieure à 400 m² (voirie et parking compris). En cas de permis groupé ou de lotissement, c’est la surface totale imperméabilisée de l’opération qui est comptabilisée ;*
- tous les cas d’extension modifiant le régime des eaux : opérations augmentant la surface imperméabilisée existante de plus de 20 %, parking et voirie compris ;*
- tous les cas de reconversion-réhabilitation dont la surface imperméabilisée est supérieure à 400 m² : le rejet doit se baser sur l’état initial naturel du site. La surface imperméabilisée considérée est également celle de l’opération globale. Le volume à tamponner est alors la différence entre le ruissellement de l’état initial naturel du site et le volume ruisselé issu de l’urbanisation nouvelle (une étude de sol sera demandée pour déterminer l’état initial naturel du site) ;*
- tous les parkings de plus de 10 emplacements.*

Sur l’ensemble du territoire communautaire, le débit de fuite maximal à la parcelle est fixé à 2 litres par hectare et par seconde.

Pour les opérations définies ci-dessus de surface inférieure à 2 hectares, le débit de fuite est forfaitairement fixé à 4 litres par seconde. En l’absence de réseau ou en cas de réseau insuffisant, les aménagements nécessaires au libre écoulement des eaux pluviales, et éventuellement ceux visant à la limitation des débits évacués de l’unité foncière, sont à la charge exclusive du propriétaire qui doit réaliser les dispositifs adaptés à l’opération et au terrain.

L’évacuation des eaux et matières usées dans les fossés ou les réseaux pluviaux est interdite.”

“Les risques majeurs :

secteurs “i” de risques naturels d’inondation,

secteurs “zp”, “n” et “n1” de risques technologiques

1. Les risques naturels

La révision du plan d’occupation des sols est l’occasion pour la communauté urbaine d’asseoir sa politique de maîtrise des eaux de ruissellement, dans un souci de prévention du risque d’inondation et de préservation du milieu naturel. Des zones du territoire communautaire ont été identifiées comme étant propices au risque de débordement par temps de pluie, par leur configuration et leur topographie (point bas, cuvette). La programmation de travaux d’assainissement ne pourra pas résoudre le problème d’inondation inhérent à ces zones de façon absolue : il existera toujours un risque d’orage “cataclysmique” susceptible de provoquer une inondation.

C’est pourquoi, conformément aux dispositions de l’article R.123-111 du Code de l’urbanisme, le PLU repère certains secteurs inondables, tant en zone urbaine qu’en zone rurale, et les accompagne d’un dispositif réglementaire prenant en compte le risque de débordements : saturation du réseau d’assainissement ou zone d’expansion naturelle du milieu hydrographique. [...]

Les prescriptions réglementaires relatives à ces secteurs de constructibilité limitée sont celles énoncées à l'article 2 du règlement du PLU et reprises ci-dessous :

a) toute construction nouvelle doit respecter les dispositions suivantes :

- la sécurité des occupants et des biens doit être assurée ;
- le premier niveau de plancher des constructions doit être situé à plus de 0,50 m au-dessus du niveau des plus hautes eaux de référence ;
- le niveau des postes vitaux tels que l'électricité, le gaz, l'eau, la chaufferie, le téléphone et les cages d'ascenseurs doit être situé à 1 mètre au-dessus du niveau des plus hautes eaux de référence ;
- la surface imperméable maximum doit être inférieure à 20 % de la surface de l'unité foncière ;
- les caves et les sous-sols sont strictement interdits."

PLU du Grand Lyon (69), extraits du règlement

Chapitre 2 : Dispositions communes à l'ensemble des zones

Section 4 : Les dispositions écrites applicables à l'ensemble des zones

Sous-section 2 : Accès, voirie et réseaux

Article 4 - Desserte par les réseaux :

"Article 4.3 : Eaux de drainage des terrains

Le rejet des eaux de drainage des terrains dans le réseau n'est pas admis.

Toutefois, le rejet de ces eaux peut être autorisé ou imposé lorsqu'il contribue à la réduction des mouvements de terrain dans les secteurs ainsi identifiés.

Article 4.4 : Eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales est de la responsabilité du propriétaire et le rejet dans le milieu naturel est à privilégier.

En l'absence de réseau, des dispositifs appropriés tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif doivent être aménagés pour permettre l'évacuation des eaux pluviales dans le milieu naturel.

Dans les zones pourvues d'un réseau, il n'existe pas d'obligation de collecte et de traitement des eaux pluviales par la collectivité. Toutefois, en cas d'acceptation dans le réseau public, des dispositifs appropriés, tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif, peuvent être imposés afin de permettre la limitation des débits évacués et les traitements éventuels des eaux rejetées dans le réseau.

Dans les zones de limitation de l'imperméabilisation et de maîtrise des eaux de ruissellement, délimitées dans les annexes sanitaires, toute opération doit faire l'objet d'aménagement visant à limiter l'imperméabilisation des sols et à assurer la maîtrise des débits et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement."

Chapitre 13 : Règlement des zones / Règlement des zones Grand Lyon

Zone UIL

Article 13 UIL - Espaces libres et plantations, espaces boisés classés

"13.3.2 : Ouvrages techniques de gestion de l'eau

Dans les opérations d'aménagement ou de constructions d'ensemble, les ouvrages techniques de gestion de l'eau et leurs abords, communs à ces opérations (tels que le bassin de rétention ou d'infiltration...), doivent, sous réserve de leurs caractéristiques propres, d'une emprise au sol suffisante et des contraintes de fonctionnement :

- faire l'objet d'un aménagement paysager à dominante végétale contribuant à leur insertion qualitative et fonctionnelle dans leur environnement naturel et bâti ;
- être conçus pour répondre à des usages ludiques ou d'agrément compatibles avec leur destination (espaces verts de détente, de jeux...)."

Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux a été instauré par la loi n° 92-3 sur l'eau du 3 janvier 1992. Il s'agit d'un document de planification fixant, pour chaque district hydrographique, les grandes lignes directrices d'une politique d'aménagement et de gestion des eaux permettant d'être conforme à la directive cadre sur l'eau et à la loi sur l'eau, ainsi que d'assurer une gestion équilibrée de la ressource dans le respect de l'environnement et de l'intérêt collectif.

Chaque SDAGE fixe également des objectifs environnementaux pour chaque masse d'eau qu'il recouvre. À cet effet, ce document peut établir les aménagements à mettre en place et les mesures à prendre pour atteindre ces objectifs.

Le SDAGE fonctionne sur des cycles de 6 ans (2010-2015,...) pendant lesquels il est évalué grâce à un dispositif de suivi qui l'accompagne. Il s'impose à la police de l'eau ainsi qu'à ses procédures d'instruction et d'autorisation, comme la procédure d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. PLU et SCoT doivent être compatibles avec le SDAGE ou être mis à jour dans les 3 ans suivant le début du SDAGE pour y parvenir.

Il s'agit ici plus du volet "pluvial" de la gestion du risque d'inondation par ruissellement, même si les orientations proposées ne peuvent qu'être bénéfiques à l'atténuation des inondations.

SDAGE Seine-Normandie 2010-2015, extrait

Orientation 2 - Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbain par des voies préventives (règles d'urbanisme notamment pour les constructions nouvelles) et palliatives (maîtrise de la collecte et des rejets)

Disposition 6 : Renforcer la prise en compte des eaux pluviales par les collectivités

"Les collectivités doivent réaliser, après étude préalable, un " zonage d'assainissement pluvial ", en vertu des 3° et 4° de l'article L.2224-10 du CGCT. [...]

Il est recommandé que ces collectivités exécutent ou fassent exécuter les travaux de réduction de pollutions issues des eaux pluviales dans les délais assignés au respect des objectifs fixés en annexe 4.

D'une manière générale et à titre préventif, il est recommandé à l'ensemble des collectivités de conduire des études sur l'impact du ruissellement des zones dont l'influence sur le milieu, en temps de pluie, est présumée importante. Les résultats issus de ces études permettent notamment :

- de définir des priorités en termes de lutte contre le ruissellement et de les intégrer dans le zonage d'assainissement pluvial ;
- de prévoir la réduction de ces impacts en amont des politiques d'aménagement du territoire, via les documents d'urbanisme.

Les collectivités situées en zones sensibles aux pollutions microbiologiques sont particulièrement concernées par cette disposition."

Orientation 4 - Adopter une gestion des sols et de l'espace agricole permettant de réduire les risques de ruissellement, d'érosion et de transfert des polluants vers les milieux aquatiques

Disposition 12 : Protéger les milieux aquatiques des pollutions par le maintien de la ripisylve naturelle ou la mise en place de zones tampons

Disposition 13 : Maîtriser le ruissellement et l'érosion en amont des cours d'eau et des points d'infiltration de nappes phréatiques altérés par ces phénomènes

Disposition 14 : Conserver les éléments fixes du paysage qui freinent les ruissellements

Disposition 15 : Maintenir les herbages existants

Disposition 16 : Limiter l'impact du drainage par des aménagements spécifiques."

Orientation 33 - Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation

“Les dispositions mentionnées dans l’orientation 4 contribuent à la limitation des risques en milieu rural. La disposition 6, traitant de la limitation des ruissellements en zones urbaines, est complétée pour prendre en compte le risque d’inondation en privilégiant les principes suivants :

- **répartir l’effort entre l’amont et l’aval ;**
- **favoriser le préventif par rapport au curatif ;**
- *rechercher les mesures les plus efficaces à moindre coût.”*

Disposition 144 : Étudier les incidences environnementales des documents d’urbanisme et des projets d’aménagement sur le risque d’inondation

“[...] Les collectivités participent à l’étude des incidences environnementales et financières de l’imperméabilisation lors de l’élaboration des documents d’urbanisme, en référence :

- *aux capacités d’acceptation du milieu naturel ;*
- *à l’aggravation des inondations à l’aval ;*
- *à la maîtrise des coûts de traitement.*

En cas de risque accru en aval, obligation est faite de chercher des solutions de compensation (sur site ou de participation aux compensations en aval) et d’information des populations concernées.”

Disposition 145 : Maîtriser l’imperméabilisation et les débits de fuite en zones urbaines pour limiter le risque d’inondation à l’aval

“Dans les zones urbaines soumises à de forts risques de ruissellement et aux fins de prévention des inondations et de préserver l’apport d’eau dans les sols pour pérenniser la végétation, la biodiversité, l’évapotranspiration et l’alimentation des nappes phréatiques, il est nécessaire :

- *de cartographier ces risques dans les documents graphiques des documents d’urbanisme en application de l’article R.123-11 du Code de l’urbanisme ;*
- *de déterminer les zones où il convient de limiter l’imperméabilisation des sols, d’assurer la maîtrise des débits et de l’écoulement des eaux pluviales en application du L.2224-10 du CGCT.*

Ces zonages et leur règlement peuvent notamment définir les critères relatifs à :

- *la limitation d’imperméabilisation (en distinguant les centres urbains anciens) ;*
- *au débit de fuite maximum [...] ;*
- **la préservation des axes d’écoulement : l’aménagement urbain doit intégrer les situations exceptionnelles en permettant d’utiliser temporairement les espaces publics comme zones de rétention mais aussi en préservant les axes majeurs d’évacuation des eaux sans que maisons ou équipements ne barrent l’écoulement des eaux.**

Aux fins de prévention des inondations et de prise en compte du cycle naturel de l'eau, les règles relatives à ces zonages doivent encourager l'infiltration des eaux pluviales et rendre à nouveau perméable les sols afin de ne pas aller au-delà du débit généré par le terrain naturel.

Il est souhaitable que les règlements d'urbanisme ne fassent pas obstacle aux techniques permettant le stockage et l'infiltration des eaux pluviales, par exemple, le stockage sur toiture, en chaussées poreuses, les puits et tranchées d'infiltration, ... si c'est techniquement possible, notamment si les conditions pédo-géologiques le permettent."

Disposition 146 : Privilégier, dans les projets neufs ou de renouvellement, les techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle limitant le débit de ruissellement

"Pour l'ensemble des projets neufs ou de renouvellement du domaine privé ou public, **il est recommandé d'étudier et de mettre en œuvre des techniques de gestion à la parcelle permettant d'approcher un rejet nul d'eau pluviale dans les réseaux**, que ces derniers soient unitaires ou séparatifs."

NB : Avec l'arrivée du Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) et le renouvellement du SDAGE en 2016, certaines dispositions vont être transférées du SDAGE vers le PGRI.

Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

À l'échelle d'un ou plusieurs sous-bassins versants, le SAGE, élaboré par une commission locale de l'eau nommée par le préfet, est un outil de planification qui doit être conforme au SDAGE. Produit à l'issue d'un état des lieux du territoire et d'études approfondies sur son fonctionnement, le SAGE se présente sous la forme d'un règlement associé à un plan d'aménagement et de gestion de la ressource. Il peut être le relais d'une meilleure prise en compte de la gestion des eaux pluviales auprès d'autres outils plus spécifiques et plus locaux qui doivent être compatibles avec lui (PLU, ZP). Il définit les objectifs en matière de gestion des eaux pluviales et peut même imposer les dispositions permettant de les atteindre.

Pour aller plus loin

MEEDDAT & ACTeon (2008), *Guide méthodologique pour l'élaboration et la mise en œuvre des Schémas d'aménagement et de gestion des eaux* - Guide national.

SyAGE, CLE du bassin versant de l'Yerres (2013), *Rendre les Plans locaux d'urbanisme compatibles avec le Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau de l'Yerres*.

SAGE de l'estuaire de la Loire - Plan d'aménagement et de gestion durables (PAGD)

“QE 12 : Réalisation de schémas d'aménagement de l'espace

Sur les sous-bassins versants prioritaires identifiés lors du diagnostic du SAGE [...], la CLE souhaite que les communes ou EPCI en lien avec la structure “référente” réalisent des schémas d'aménagement de l'espace dans un délai de 4 ans après l'approbation du SAGE. Ces schémas seront réalisés :

- dans l'objectif :

- d'affiner le diagnostic réalisé ;
- de limiter les ruissellements et l'érosion des sols ;

- à partir d'un cahier des charges unique [...].

Les éléments cartographiques issus des schémas pourront être repris dans les documents d'urbanisme des communes ou EPCI concernés lors de leur élaboration, révision ou modification. **Les communes ou EPCI définiront des règles d'occupation des sols faisant en sorte :**

- qu'aucune destruction de talus et de haies jouant un rôle avéré dans la limitation des ruissellements et l'érosion des sols ne puisse avoir lieu, sinon avec la mise en place de mesures compensatoires ;
- que les restructurations foncières n'annulent pas le rôle joué par le maillage bocager dans la limitation des ruissellements et de l'érosion des sols.”

SAGE de l'estuaire de la Loire - Règlement

“Article 10 - Règles relatives à la limitation des ruissellements et à l'érosion des sols (en lien avec les dispositions QE 12, QE 13 et I 8 du PAGD)

Afin de répondre aux objectifs de réduction de l'eutrophisation des eaux de surface et de leur contamination par les produits phytosanitaires, dans les bassins prioritaires (cf. carte page suivante), **la destruction d'éléments stratégiques (haie, talus, etc.) ayant une fonction dans la limitation des ruissellements et de l'érosion des sols est à éviter.** En cas de destruction, ils devront être compensés a minima par la création, dans le même bassin versant, d'un linéaire identique à celui détruit et présentant des fonctions équivalentes.

Cet article est notamment applicable aux projets, aménagements, installations... visés aux articles L.214-1 et L.511-1 du Code de l'environnement.”

Les actions opportunes

Les opérations de rénovation urbaine

On peut distinguer deux types d'opérations d'amélioration du réseau de gestion des eaux pluviales : les opérations “opportunistes”, effectuées sur des emprises restreintes et dont le moteur n'est pas l'amélioration de la gestion des eaux pluviales, mais qui représentent cependant une occasion de s'en préoccuper ; les opérations stratégiques, de plus grande ampleur qui s'inscrivent dans un projet complet de gestion des eaux pluviales, tels qu'un SDGEP ou éventuellement le volet pluvial d'un SAGE.

On pourra donc profiter par exemple :

- de la réhabilitation d'un bâtiment pour installer sur son toit une structure de stockage des eaux pluviales ou une toiture végétalisée, ou pour mettre en œuvre des mesures destinées à protéger le bâtiment ou réduire sa vulnérabilité à l'inondation (batardeaux amovibles...) ;
- de travaux de voirie ou de réseaux pour mettre en place un enrobé drainant, une nouvelle chaussée à structure réservoir ou encore pour décaisser une rue à fort écoulement lors des événements pluvieux ;
- d'une opération de renouvellement urbain pour développer les trames bleues et vertes qui sont d'une aide précieuse dans la gestion du ruissellement, ou encore pour installer des citernes, ou rendre une place publique inondable pour des événements extrêmes ;
- de la rénovation d'un quartier pour en sensibiliser les habitants à la démarche de gestion des écoulements excédentaires et les impliquer dans la gestion des eaux pluviales...



Il est très important de prendre conscience qu'étant données les difficultés rencontrées pour faire évoluer les aménagements existants, chaque opération de réhabilitation (bâtiment), de rénovation (bâtiminaire ou urbaine) ou de renouvellement urbain est une opportunité de faire évoluer la situation en concentrant à la fois les temps de travaux et les coûts.

L'amélioration des procédures d'aménagement

Les procédures relatives à l'autorisation d'aménagements de grande ampleur pâtissent d'une grave déconnexion entre les procédures issues des codes de l'urbanisme (demande d'autorisation) et de l'environnement (dossier loi sur l'eau). Un aménageur doit en théorie déposer les deux dossiers aux deux services concernés (service urbanisme et police de l'eau) et attendre une validation de la part des deux parties avant de commencer son chantier. Or, force est de constater que certains profitent de la déconnexion entre les deux services concernés pour se contenter d'un seul des deux accords (celui du service urbanisme) pour commencer les travaux. Il faut donc veiller à lier ces deux services pour éviter les aménagements illégaux qui auraient été refusés ou admis sous prescription dans le cadre de la loi sur l'eau, mais qui n'ont pas été soumis à temps à la procédure. Dans l'attente d'une évolution des procédures en vigueur, il faut s'appuyer sur les acteurs concernés pour faire avancer la situation : sensibiliser les services d'urbanisme à la question des eaux pluviales et des inondations, établir un lien entre ce service et la police de l'eau (ce peut être la collectivité compétente en matière de gestion des eaux pluviales ou le maire pour des communes plus modestes) et sensibiliser les aménageurs sur les procédures à suivre.

L'action du SMBVAS : faire le lien entre police de l'eau et services d'urbanisme

Dans la mesure où, en l'absence de réglementation locale (type zonage d'assainissement pluvial, PLU...), l'avis technique du Syndicat mixte du bassin versant de l'Austreberthe et du Saffimbec (SMBVAS) n'est plus pris en compte pour la délivrance de permis de construire ou d'aménager, le syndicat a mis en place une charte de partenariat avec les communes de son territoire. Celle-ci vise à engager les maires à prendre contact le plus tôt possible avec eux lorsqu'ils ont à traiter une demande de permis de construire d'"ampleur" (plus de trois lots, zone à risque fort et/ou grande surface imperméabilisée). Il fait ainsi un grand travail de sensibilisation des maires pour les appuyer techniquement le plus en amont possible lors de l'instruction des dossiers.

De plus, les relations solides qui existent entre la police de l'eau de Seine-Maritime et le SMBVAS leur permettent des échanges dans les procédures :

- d'une part, bien que la consultation du SMBVAS ne soit pas une obligation en cas de demande de permis d'aménager, l'avis de celui-ci est toujours demandé par la police de l'eau ;*
- d'autre part, lorsque le SMBVAS est sollicité par un maire pour un dossier de demande de permis d'aménager, le syndicat oriente l' élu vers la police de l'eau quand le projet est soumis à la loi sur l'eau.*

L'utilisation des trames vertes et bleues

Les trames vertes et bleues sont un outil d'aménagement du territoire qui vise à préserver ou restaurer la biodiversité en constituant un réseau de corridors terrestres et aquatiques reliant des espaces naturels entre eux. Si l'objectif premier affiché est celui de la préservation de la biodiversité, le potentiel bénéfique des trames vertes et bleues va bien au-delà : amélioration du cadre de vie, durabilité des aménagements, support d'espaces de loisir, sport ou détente, rôle phare dans le cycle de l'eau... Les trames vertes et bleues ont un haut potentiel multifonctionnel qui leur donne, entre autres, une place importante dans la gestion des inondations par ruissellement pluvial, avec des répercussions positives potentielles sur l'homme, son environnement et son économie.

On les retrouve dans les codes de l'environnement et de l'urbanisme, le premier donnant une définition de la notion et présentant les différents éléments pouvant en faire partie, le deuxième obligeant les documents locaux d'urbanisme (SCoT, PLU, carte communale) à préserver ces trames. D'ailleurs, les trames vertes et bleues peuvent être annexées au PLU et devenir ainsi opposables au tiers. Ainsi, les exigences actuelles en matière de développement durable et de qualité du cadre de vie tendent à encourager et même à imposer le développement des trames bleue et verte en ville.

Si elles sont plutôt très efficaces pour la gestion des événements pluvieux fréquents (techniques alternatives végétalisées), leur effet en cas d'événement extrême est très variable et dépend vraiment de la nature du réseau majeur qu'elles constituent. S'il s'agit de techniques alternatives telles que des fossés ou des noues végétalisées, effectivement, leur impact sera limité.

Par contre, face à un risque de débordement non maîtrisé du système de gestion des eaux de ruissellement, les éléments de trames verte et bleue de type zone humide, mare ou étang sont le genre de mesures que l'on peut développer "sans regret". Il est donc pertinent de les préserver ou les rétablir car ils sont très intéressants pour leur rôle "tampon" qui diffère l'écoulement des flots vers l'exutoire et permet d'ailleurs généralement une dépollution pendant ce temps transitoire. Même si leur effet n'est pas suffisant pour maîtriser la totalité des écoulements, il atténuera le phénomène dans une certaine mesure.



Code de l'environnement, article L371-1

“I. La trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural. [...]

II. La trame verte comprend :

1° tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre I^{er} du livre IV ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;

2° les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;

3° les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14.

III. La trame bleue comprend :

1° les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux [...] ;

2° tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1 et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 ;

3° les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importants pour la préservation de la biodiversité et non visés aux 1° ou 2° du présent III.

IV. Les espaces naturels, les corridors écologiques, ainsi que les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux ou zones humides mentionnés respectivement aux 1° et 2° du II et aux 2° et 3° du III du présent article sont identifiés lors de l'élaboration des schémas mentionnés à l'article L. 371-3 [Schéma régional de cohérence écologique].

V. La trame verte et la trame bleue sont notamment mises en œuvre au moyen d'outils d'aménagement visés aux articles L. 371-2 [Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques] et L. 371-3.”

Il est important de profiter des opérations de renouvellement urbain pour développer ces trames au sein de la ville déjà construite et de prévoir des espaces qui leur seront dédiés dans les opérations d'aménagement. En plus d'aider à la gestion des eaux pluviales et des risques d'inondation par ruissellement, les trames bleue et verte permettent souvent de structurer l'espace urbain, de lui donner une identité. Elles améliorent nettement la qualité de l'environnement urbain, et donc son attractivité, grâce à leur potentiel multifonctionnel déjà mentionné.

Attention, ces implantations nécessitent souvent un entretien spécifique, qui est parfois peu coûteux, mais qui ne doit pas être négligé de manière à assurer leur pérennité et leur bon fonctionnement.

Le déclenchement des procédures d'acquisition à l'amiable ou d'expropriation

Pour les biens situés dans des axes particulièrement dangereux, il n'y a parfois pas d'autre solution que la délocalisation des enjeux. Ainsi, dans ce genre de situation exceptionnelle, l'acquisition à l'amiable des biens exposés est une mesure envisageable. Si celle-ci échoue, l'expropriation pour risque naturel majeur est un recours possible.



Code de l'environnement, article L561-1

“[...] Lorsqu'un risque prévisible de [...] crues torrentielles menace gravement des vies humaines, l'État peut déclarer d'utilité publique l'expropriation par lui-même, les communes ou leurs groupements, des biens exposés à ce risque, dans les conditions prévues par le Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique et sous réserve que les moyens de sauvegarde et de protection des populations s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation. [...]

La procédure prévue par les articles L. 15-6 à L. 15-8 du Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique est applicable lorsque l'extrême urgence rend nécessaire l'exécution immédiate de mesures de sauvegarde.

Toutefois, pour la détermination du montant des indemnités qui doit permettre le remplacement des biens expropriés, il n'est pas tenu compte de l'existence du risque [...].”

La procédure d'expropriation pour risque naturel majeur est la même que pour une expropriation pour cause d'utilité publique, mais avec quelques spécificités :

- la procédure ne peut être lancée que si le bilan financier est favorable à l'option "expropriation" ou s'il est justifié que le danger est tel, ou les travaux à prévoir si complexes, que l'expropriation est le seul moyen de protéger les vies humaines ;
- le dossier d'enquête publique contradictoire contient des pièces supplémentaires comme une étude de danger, laquelle permet d'exposer à la fois l'évaluation de la menace pour les vies humaines, ainsi que les calculs justifiant de l'avantage financier de choisir l'expropriation.

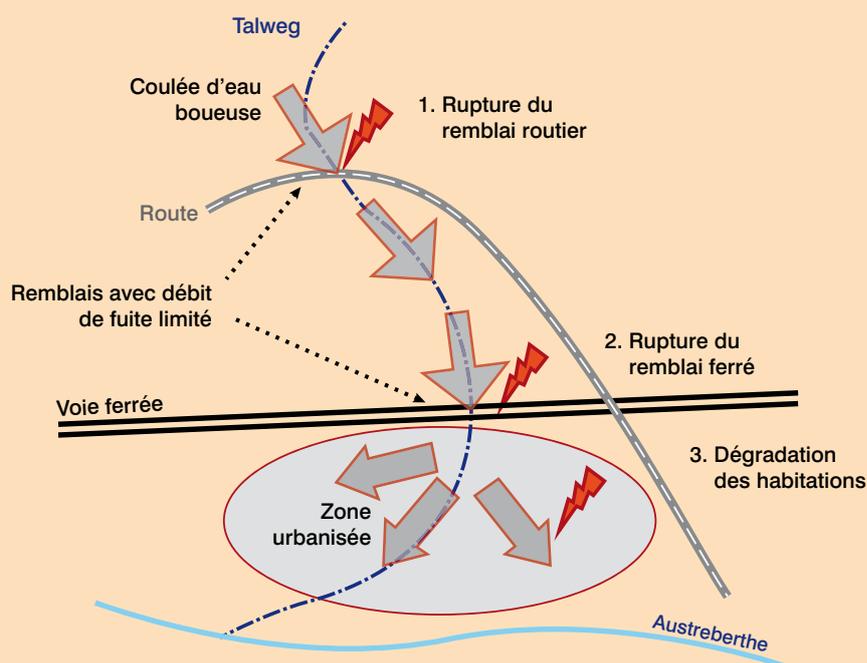
Ce type de démarche, qui doit rester très occasionnel, peut être très mal perçu par la population, parfois même malgré un événement ayant endommagé les biens visés (car les habitants ont alors l'impression de perdre une deuxième fois leur logis), mais il s'agit avant tout d'assurer la sécurité des personnes et de préserver les espaces de danger.

Cas de l'impasse du Glu (Saint-Paër, Seine Maritime), mai 2000

Le 10 mai 2000, dans le bassin versant de l'Austreberthe, un épisode pluvieux génère un important ruissellement mêlé de boue dans un talweg entravé par une route et une voie ferrée. Mais le phénomène est d'une ampleur telle que la route cède, ainsi que le remblai de la voie ferrée. Une vague de plus d'un mètre et très rapide se propage alors jusqu'à l'exutoire en contrebas, l'impasse du Glu, où sont implantées 13 maisons. Les dégâts matériels sont considérables : voirie détruite, bâti endommagé, voie ferrée partiellement emportée.

Le préfet déclare alors la zone inhabitable et les habitants, traumatisés, acceptent pour la plupart de quitter leur logement. Ce sont donc 11 acquisitions à l'amiable et 2 expropriations qui permirent dès 2003 d'entamer les travaux de déconstruction, jusqu'en 2005. Le tout a coûté 1,5 M€ financés par l'État (30 %), le département (50 %), la réserve parlementaire (2,5 %) et le SMBVAS (17,5 %).

Dès 2006, la localité, classée inconstructible, a été réaménagée sous la forme d'une zone naturelle partiellement humide en bord de cours d'eau : une partie a été boisée, l'autre sert de pâturage.



Sources : témoignages et livret L'impasse du Glu, Commune de Saint-Paër (76) - 6 siècles d'inondations !, SMBVAS, septembre 2011

Sensibilisation des acteurs

Les indispensables

L'information préventive sur le risque d'inondation par ruissellement pluvial

La loi du 22 juillet 1987 consacre le droit à l'information des citoyens sur les risques naturels et technologiques : "Les citoyens ont un droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Ce droit s'applique aux risques technologiques et aux risques naturels prévisibles."

À ce titre, il existe différents outils réglementaires en matière d'information préventive de la population :

- le Document départemental sur les risques majeurs (DDRM), élaboré par le préfet afin de porter à la connaissance du maire les informations concernant les risques majeurs présents sur sa commune ;

- le Document communal sur les risques majeurs (DICRIM), élaboré par le maire pour informer à son tour ses citoyens - obligatoire pour les communes ayant un PPR prescrit ou approuvé ;
- l'information des habitants, au moins tous les deux ans, sur les risques auxquels ils sont exposés, sous la forme de réunions publiques ou d'animations autres - obligatoire pour les communes ayant un PPR prescrit ou approuvé ;
- l'inventaire et la matérialisation de repères de "crue" dans la commune - obligatoire pour les communes ayant un PPR prescrit ou approuvé ;
- l'information acquéreur locataire (IAL), qui est l'obligation, pour les vendeurs et bailleurs de biens immobiliers, d'informer l'acquéreur ou le locataire des risques menaçant le bien.

Bien sûr, on ne peut que recommander, en plus de la mise en place de ces documents réglementaires, l'organisation d'actions de sensibilisation auprès de publics plus ciblés, tels que les enfants, les personnes âgées, mais aussi les professionnels tels que les aménageurs, constructeurs, agriculteurs... qui ont leur rôle à jouer dans la réduction de la vulnérabilité et la lutte contre le phénomène de ruissellement.

La communication avec le public et les acteurs de la gestion du risque d'inondation est également importante pour repérer les risques perçus, qu'il conviendra d'étudier et de prendre en compte dans la planification de gestion du risque.

DICRIM de la ville de Nice, extrait du volet "inondations"

Pendant

Mettez en place les mesures de protection

- *Informez-vous de la montée des eaux et des consignes par la radio.*
- *Utilisez les dispositifs de protection temporaires si nécessaire (batardeaux,...).*
- *Réfugiez-vous en un point haut préalablement repéré : étage, colline, zone de refuge...*
- *Ne tentez pas de rejoindre vos proches ou d'aller chercher vos enfants à l'école.*
- *N'évacuez les lieux que sur ordre des autorités ou si vous y êtes forcés.*
- *Ne vous engagez pas sur une route inondée (à pied ou en voiture).*
- *Signalez, depuis les étages, votre présence et attendez les secours.*

La nécessaire implication de l'ensemble des acteurs

C'est peut-être ce qu'il y a de plus difficile et de plus coûteux en temps et en ressources humaines, mais il s'agit d'un point inévitable dans la stratégie de gestion des eaux pluviales et du risque d'inondation par ruissellement. Car si les objectifs d'une stratégie ne sont pas expliqués, le programme d'actions permettant de les atteindre se mettra difficilement en place et le suivi et l'entretien des outils (structurels ou non) mis en place seront négligés, car les personnes sollicitées n'auront pas été impliquées dans la démarche.

Ainsi, lorsqu'il est envisagé d'élaborer une démarche de gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial, l'entité porteuse du projet doit consulter les acteurs concernés et les impliquer dans le processus. Il s'agit des élus, des particuliers, des aménageurs et constructeurs, mais aussi des services autres que ceux de la gestion des inondations ou du pluvial, comme les services d'urbanisme, des espaces verts, de la propreté... Les acteurs institutionnels potentiels doivent également être sollicités : le département, la Région, l'agence de l'eau, les services déconcentrés de l'État...

Tout cela passe par des réunions de concertation, des interviews pour mieux connaître le bassin versant et son fonctionnement, d'éventuelles enquêtes publiques, de la communication (presse, web, courriers), des animations grand public...

L'action du Syndicat mixte du bassin versant de l'Austreberthe et du Saffinbec

Sur son territoire, le SMBVAS effectue depuis longtemps un travail de sensibilisation et de communication auprès des élus au sujet des risques d'inondation liés aux eaux pluviales. Ce travail de longue haleine et la durabilité des relations installées entre le syndicat et les élus permettent aujourd'hui au SMBVAS d'être sollicité régulièrement pour émettre un avis technique sur des demandes d'aménagement, lesquelles sont de plus en plus nombreuses et importantes du fait du développement de l'agglomération rouennaise.

Le SMBVAS fait également le lien entre services d'urbanisme et police de l'eau lorsque le projet nécessite l'élaboration d'un dossier loi sur l'eau.

Dans le cas des écoulements excédentaires maîtrisés, étant donné le caractère peu habituel de l'utilisation d'un réseau majeur en ville, il est fortement recommandé aux gestionnaires de cette problématique de bien communiquer auprès de la population impactée par ce type de mesures.

Il s'agit tout d'abord de rappeler la présence du risque d'inondation par ruissellement pluvial, des conséquences potentielles que cela peut avoir et des actions mises en place par les gestionnaires du territoire pour y remédier.

Il faut ainsi expliquer au public qu'en cas d'événement pluvieux important, certains espaces de la ville sont prévus pour accueillir les écoulements pluviaux ou pour les recueillir aux points d'accumulation. Ainsi, en cas de survenance d'un tel événement, cela permet au public :

- de comprendre le phénomène qui se produit dans sa ville et d'en mesurer les risques ;
- d'évacuer en connaissance de cause les espaces prévus pour servir d'axe d'écoulement ou de zone d'accumulation ;
- de ne pas s'alarmer de la mise en eau d'espaces habituellement secs même par temps de pluie modérée, évitant ainsi des plaintes et des alertes inutiles.



Les actions opportunes

La formation du personnel

Former le personnel en lien direct avec la gestion des eaux pluviales ou potentiellement impacté par une inondation par ruissellement est une mesure intéressante sur plusieurs plans.

Au quotidien, les agents sont mieux sensibilisés à la gestion des eaux pluviales et pourront être plus attentifs au bon entretien de leur réseau de gestion (personnel de l'assainissement, mais aussi de la propreté, de la voirie et des espaces verts).

Quant aux situations de crises, avoir des agents publics formés au sein de la population du territoire est un avantage certain. Les agents formés adoptent un comportement adapté leur permettant de sauvegarder leur vie dans l'exercice de leurs fonctions, ou sur un plan plus personnel, ainsi que celle de leur famille et de leurs biens s'ils sont en zone inondable. Dans ce cadre, ils peuvent devenir "ambassadeurs" des messages qu'ils auront reçus auprès de la population exposée de leur voisinage. De plus, un personnel formé peut mieux gérer sa propre crise et se rendre ainsi plus facilement disponible pour revenir à ses fonctions.

On rejoint ici la nécessité de former les agents aux tâches qui leur incomberont dans le cadre du déclenchement du Plan de continuité d'activité (PCA), afin qu'ils aient un comportement adapté à la situation de crise.

Pour aller plus loin

CEPRI (2013), *Sensibiliser les populations exposées au risque d'inondation - Comprendre les mécanismes du changement de la perception et du comportement.*

Préparation à la gestion de crise et retour à la normale

Les indispensables

La prévision

Vigilance Orange Météo-France pour le risque "Pluie-inondation"

Exemple

"Qualification du phénomène :

Épisode pluvieux notable arrivant sur des sols déjà saturés et nécessitant une vigilance accrue.

Conséquences possibles :

- *de fortes précipitations susceptibles d'affecter les activités humaines sont attendues ;*
- *des inondations sont possibles dans les zones habituellement inondables ;*
- *des cumuls importants de précipitation sur de courtes durées peuvent, localement, provoquer des crues inhabituelles de ruisseaux et fossés ;*
- *risque de débordement des réseaux d'assainissement ;*
- *les conditions de circulation routière peuvent être rendues difficiles sur l'ensemble du réseau secondaire et quelques perturbations peuvent affecter les transports ferroviaires en dehors du réseau "grandes lignes" ;*
- *des coupures d'électricité peuvent se produire."*

À la différence des inondations par crue fluviale que l'on peut parfois anticiper avec plusieurs jours d'avance, les inondations par ruissellement pluvial sont des phénomènes pouvant être relativement spontanés. La prévision, aussi bien spatiale que temporelle, des événements pluvieux déclencheurs reste très difficile pour le moment. En effet, les modèles météorologiques ont une maille d'étude qui ne permet pas encore de prendre en compte ce type de phénomène de trop petite échelle, du moins sur un territoire aussi vaste que la France. Ainsi, les alertes orageuses sont données à l'échelle des départements, sachant que l'événement sera très certainement beaucoup plus localisé.

C'est pour cette raison que les territoires régulièrement touchés s'équipent depuis plusieurs années pour améliorer le suivi des phénomènes météorologiques à l'échelle de leur territoire (technologies ayant un rayon d'action de quelques dizaines de kilomètres). Ils complètent les informations fournies par Météo-France grâce à leurs propres données (ou celles fournies par un prestataire privé) en provenance de radars ou de capteurs sur le terrain (pluviomètres...). Ils connaissent en plus les périodes critiques de l'année spécifiques à leur territoire et sont alors plus vigilants.

Les technologies de mesure des précipitations sur le terrain ou à distance permettent non seulement de prévoir les inondations par ruissellement (jusqu'à 2 h avant maximum), mais également de suivre l'évolution de la situation au moment de la crise et de faire un retour d'expérience plus complet en caractérisant l'événement et ses impacts, ce qui permet de mieux connaître le territoire et de sans cesse recalibrer les modèles de simulation ou de prévision, afin de mieux se préparer à la prochaine crise. Pouvoir caractériser l'événement permet également d'argumenter dans la demande d'une déclaration de l'état de catastrophe naturelle en cas de sinistre.

Attention, ce type d'équipement doit être soit très résistant, soit redondant, car c'est bien en cas de fortes intempéries qu'ils sont à la fois les plus utiles et les plus vulnérables. Il faut également savoir que certaines installations ne sont que difficilement viables, comme les capteurs pour mesurer les hauteurs d'eau dans les talwegs ou les cours d'eau torrentiels, qui seraient alors exposés à de forts courants et au transport de matières solides (terre, roches...). La vidéosurveillance peut être une alternative à ce genre de problème, mais rend plus difficile la mise en alerte automatique, car il y a alors besoin d'analyser les images.

La plate forme RAINPOL à Antibes

La plateforme RAINPOL est une application pour la prévision et la gestion des crises hydrométéorologiques, utilisant un radar de technologie Bande X. Elle a été développée par la société Novimet dans le cadre d'un programme de coopération européen, piloté par l'IRSTEA, la région du Piémont italien et le Conseil général des Alpes-Maritimes.

Associée depuis 2010 à l'expérimentation dans un contexte de crues torrentielles urbaines, la ville d'Antibes l'utilise comme un outil d'anticipation des précipitations et d'aide à la décision destiné aux services opérationnels.

Le radar mis en place traite des données en temps réel sur un rayon de 60 km avec une maille de précision très fine. Un calculateur convertit ces données en précipitations et permet de simuler à une échéance d'environ 2 h les précipitations à venir. Il estime et met à jour ses informations grâce au réseau de pluviomètres disposés sur le territoire et envoyant leurs relevés. Grâce à ces mesures et ces calculs, le logiciel peut déclencher des alertes en fonction de seuils adaptables par les services de la ville. La conservation des données permet de suivre les cartes d'accumulation des précipitations et d'analyser les épisodes a posteriori. Pour les bassins versants d'une certaine taille, ce logiciel peut être couplé à un modèle pluie-débit.

Dans la mesure où la mise en place d'ouvrages de rétention est très coûteuse dans un contexte de pression foncière importante et que les outils réglementaires d'aménagement et de planification du territoire ont un effet différé, la mise en place d'outils d'anticipation et d'alerte tels que RAINPOL permet d'optimiser l'organisation des services de gestion de crise et la sécurisation des personnes.

Les systèmes d'alerte

Les alertes aux événements orageux à l'échelle d'un département viennent en principe avec plusieurs heures d'avance, ce qui permet aux maires de prévenir leurs concitoyens. Les habitants peuvent alors prendre des précautions "au cas où" et se tenir prêts, notamment en ce qui concerne la mise en sécurité de leurs biens. Les services concernés quant à eux peuvent adapter en fonction l'organisation de leurs astreintes et préparer des équipements éventuellement nécessaires en cas de crise effective.

Une fois que l'alerte locale est déclenchée, l'enjeu de sécurité des personnes prend une dimension très importante, car il n'y a généralement plus assez de temps pour les préoccupations matérielles. Les équipes concernées sont rapidement mobilisées sur le terrain pour bloquer les routes dangereuses, vérifier les points stratégiques, évacuer si nécessaire certains axes d'écoulement ou espaces d'accumulation des eaux... Plus l'alerte locale est déclenchée tôt, mieux c'est ; d'où l'intérêt de bénéficier d'un système de prévision performant.

Cependant, malgré l'initiative de quelques collectivités pour s'équiper en dispositifs de prévision et d'alerte, force est de constater que la grande majorité des communes ne dispose d'aucun outil lui permettant d'anticiper les événements extrêmes, à part le bulletin Météo-France, valable à l'échelle départementale. Les raisons de ce manque d'équipement sont variables : sentiment de sécurité de part l'absence d'événement marquant ou la présence d'ouvrages de protection ; attentisme envers le réseau de surveillance de l'État ou méconnaissance de ses limites ; fatalisme face à un risque difficile à prévoir.

Le service APIC de Météo-France

Constatant qu'il reste difficile de prévoir avec précision la localisation et la caractérisation des précipitations au sein d'une cellule orageuse et suite aux grandes orientations fixées par le Plan national sur les submersions rapides (PSR, 2011), Météo-France a mis au point un système d'avertissement gratuit des responsables communaux en cas de pluie intense détectée.

Le service d'avertissement de pluie intense à l'échelle des communes (APIC) est basé sur les mesures radar de Météo-France qui permet de caractériser les précipitations en temps réel avec une précision au kilomètre. Le territoire est donc pixelisé selon un maillage de 1 x 1 km² et chaque pixel est analysé. L'intensité de la pluie est comparée à des références climatologiques locales. Si une commune comporte plusieurs pixels caractérisés par une pluie intense ou très intense (2 niveaux d'avertissement : "pluie intense" et "pluie très intense"), les responsables de la commune sont alertés par mail, appel téléphonique ou sms, selon les caractéristiques de leur abonnement.

Il ne s'agit donc pas d'une prévision, mais bien d'un avertissement établi à partir d'observations. Cela permet de signaler aux responsables de la commune que les pluies qui s'abattent sur leur territoire sont d'une intensité forte, voire exceptionnelle et donc de les aider dans leur prise de décision par rapport aux mesures d'urgences prévues au sein des services communaux et dans le PCS par exemple.

Ainsi, le service APIC vise surtout les communes ne disposant pas de leur propre service d'avertissement. Il n'a d'intérêt que si les responsables connaissent assez bien leur territoire pour comprendre les implications d'une pluie intense qui pourrait inonder des portions précises du territoire communal et s'ils sont organisés pour gérer la situation par la suite (PCS, mise à l'abri des personnes...).

À noter que Météo-France, en partenariat avec le Ministère en charge de l'environnement, œuvre de façon permanente pour développer et améliorer son réseau radar en France métropolitaine afin de parvenir à une couverture maximale du territoire. Depuis septembre 2014, 85 % des communes sont couvertes par le réseau radar, les zones de montagne étant les moins bien loties pour le moment.

Attention, le service APIC caractérise bien l'aléa météorologique et non pas la vulnérabilité du territoire.

À chaque responsable de faire le lien entre l'intensité de l'aléa et les conséquences pour son territoire.

Le service APIC de Météo-France, suite

Ce service a tout de même ses limites. Il est très sensible à la nature des précipitations (grêle) et est peu efficace pour des épisodes très brefs (< 1 h).

NB : *Les préfets, SDIS et SPC peuvent également être alertés et suivre l'évolution de la situation sur un portail cartographique dédié.*

Pour les communes situées en dehors de la couverture radar ou pour celles qui sont situées à l'aval d'un bassin versant, il est recommandé de s'inscrire pour recevoir les alertes des communes limitrophes (jusqu'à 10).

Enfin, les communes qui ont reçu un APIC ont accès, pendant 48 heures, à la carte disponible sur le portail géographique dédié.

Le dispositif ORSEC

Depuis la loi de modernisation de la sécurité civile en 2004, le plan ORSEC est devenu le dispositif ORSEC (Organisation de la réponse de sécurité civile) de réaction en cas de crise de toute sorte touchant gravement la population, sous l'égide du préfet.

Il s'agit d'un document de planification souple pour une réponse graduée, préparée, coordonnée et adaptée face à la crise, quelle qu'en soit l'origine. Il se compose d'un dispositif général, commun à tout type de catastrophe, qui s'accompagne de dispositifs spécifiques en fonction des risques auxquels est exposé le territoire qu'il concerne. Selon un principe de modularité, le dispositif général repose sur une analyse des aléas et des enjeux et décrit les mesures à prendre face à toute crise. Les dispositifs spécifiques complètent le dispositif général avec notamment le recensement des moyens d'anticipation, le recensement des acteurs et la description de mesures spécifiques.

Le dispositif ORSEC n'est plus "déclenché" puisqu'il est actif en permanence au travers d'un système de veille. En cas d'aggravation de la crise, d'autres modules du dispositif sont alors activés. Le dispositif ORSEC prévoit son propre entretien et enrichissement au travers d'exercices de simulation et de retour d'expérience, d'exercices ou de crises réelles.

Il existe des dispositifs ORSEC départemental, zonal et maritime, gérés par les préfets respectifs de ces territoires.

Le Plan communal de sauvegarde (PCS)

Le plan communal de sauvegarde a été créé par l'article 13 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile. Il définit, sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques connus.

Les communes doivent mettre en place un PCS dans les deux ans qui suivent l'approbation du PPR.

Le PCS vise d'abord à organiser la période de crise, voire l'immédiat après-crise. Il peut contenir des plans spécifiques comme le plan de débordement.

La ville d'Antibes présente son PCS et sa procédure de gestion de l'inondation par ruissellement pluvial

"La commune ne bénéficie d'aucun système de surveillance hydrologique de l'État, le maire assure seul la gestion de crise dans le cadre de ses devoirs en matière de sécurité.

Le PCS "inondation" a été mis en place à partir de 1997 par le service de protection civile, centre opérationnel de gestion de crise.

Il repose sur une chaîne de renseignements et de décisions très courte autour d'un coordonnateur (RAC [responsable des actions communales]) et mobilise les moyens généraux des services ainsi que des outils spécifiques. Il repose aussi sur :

- *une solide connaissance du terrain, du fonctionnement hydraulique et des points noirs ;*

- des **alertes basées sur la pluie** pour les petits [bassins versants] urbains et sur l'observation des montées d'eau sur la Brague, transmises en temps réel.

Le risque "inondation" étant le plus fréquent sur Antibes, **le dispositif de gestion de crise est déclenché plusieurs fois par an.**"

"**Lorsque les ruissellements ou débordements deviennent dangereux** c'est-à-dire lorsqu'on passe au-delà de la maîtrise des écoulements excédentaires : activation des panneaux lumineux '**alerte inondation**' sur zones à risques et fermeture de voies (barrières), [positionnement d'équipes sur le terrain]..."

Suivant l'ampleur de l'inondation, **préparation à l'évacuation**, puis évacuation et activation du **plan d'hébergement communal** (camping [...])."

C'est ici un très bon exemple de coordination des différents services de la ville pour assurer la sécurité des personnes et une certaine continuité de service.

Source : Document présenté par le ville d'Antibes à l'occasion d'un événement "European Local Authorities" organisé à Vitry-sur-Seine le 23 octobre 2013.

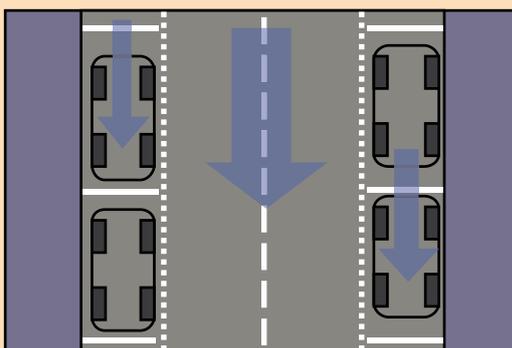
Les actions opportunes

La réduction de la vulnérabilité

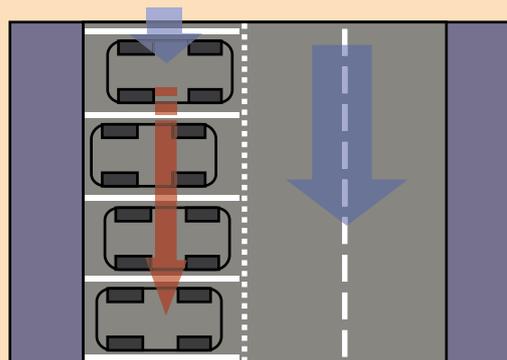
L'organisation du fonctionnement de la ville doit également s'adapter à d'éventuelles situations de débordement dans le réseau majeur ou au-delà.

Pour limiter les dégâts matériels et éviter d'aggraver l'inondation due au ruissellement, on peut par exemple imaginer une implantation adaptée du stationnement, de façon à éviter que les véhicules ne soient dégradés et emportés en cas d'inondation, créant des embâcles et des dommages en aval. Il s'agit notamment, dans les rues où le stationnement serait maintenu, de positionner les places de stationnement hors de portée des eaux de ruissellement ou de les agencer de telle sorte que les véhicules soient parallèles à l'axe d'écoulement.

Pour les axes d'écoulement où l'on souhaite maintenir le stationnement, on préfère une disposition en long des véhicules, de manière à réduire au maximum la gêne à la circulation des flots. On pourra même mettre en place des stationnements dits "Lincoln" de façon à ne solliciter ces emplacements que très rarement.



Les stationnements en bataille ou en épi sont à éviter sur les axes d'écoulement car ils offrent une grande prise aux flots, facilitant ainsi la mise en mouvement des véhicules arrêtés. Cela représente un danger pour les personnes, les biens et génère potentiellement des embâcles.



Pour ce qui est de la circulation en territoire exposé, il est important que les équipes compétentes connaissent bien leur territoire de façon à anticiper la fermeture des axes dangereux ou à les couper rapidement une fois le sinistre constaté, mais aussi proposer des déviations adaptées aux usagers.

Enfin, il peut être intéressant de proposer à la population des points de refuge en cas de montée rapide des eaux dans les rues. Il peut s'agir d'un point haut de la ville, d'un espace non touché par le phénomène de par sa disposition, d'une boutique ayant un étage...

Zoom sur le principe de “smart shelter” (refuge adapté)

Les Pays-Bas ont développé le concept de “smart shelter” (refuge adapté). Celui-ci consiste à envisager l’adaptation à l’inondation et à l’hébergement d’un bâtiment existant, ayant déjà un usage identifié en période normale, ou la construction d’un nouveau bâtiment conçu de manière adaptée à l’inondation et à plusieurs usages dont celui de refuge potentiel.

La notion de multifonctionnalité est au cœur de ce concept : un bâtiment est conçu ou adapté pour répondre à des usages qui diffèrent dans le temps (période d’inondation/période normale) et dans l’espace (accessibilité permanente ou autonomie en cas d’inondation). Elle permet également de justifier les coûts liés à l’adaptation de ce type de bâtiment, estimés à environ 22 % de plus qu’un bâtiment n’ayant pas la fonction de refuge. Le bâtiment ayant plusieurs usages, cela permet de rentabiliser les coûts de construction et d’entretien dans la durée.

Le bâtiment doit donc être conçu dès le départ comme un lieu d’hébergement potentiel en cas d’inondation. Situé dans la zone inondable, il doit aussi être adapté à l’inondation. Il peut s’agir d’un bâtiment neuf ou d’un bâtiment déjà existant qui serait adapté à l’inondation mais qui cependant, à surface égale, disposerait de moins de places d’hébergement.

L’adaptation du bâtiment à l’inondation est essentielle pour pouvoir accueillir des personnes vivant dans un quartier vulnérable, mais elle ne saurait se passer de l’adaptation des réseaux qui lui permettent de continuer à fonctionner et de demeurer accessible en cas d’inondation. La conception du bâtiment peut par exemple prévoir l’indépendance fonctionnelle des réseaux techniques.

On peut envisager des refuges de type ‘smart shelter’ pour les inondations plutôt longues et/ ou pour recueillir les populations sinistrées par tout type de catastrophe, mais aussi des refuges très ponctuels pour les épisodes très courts mais dangereux (comme pour le cas d’une lame d’eau qui passe dans la rue le temps d’une ou deux heures). On peut imaginer que ces points ponctuels puissent également servir de point de récupération des réfugiés en cas de prolongation de l’inondation.



En ce qui concerne les fonctions de la ville et les activités qu'elle accueille, le plan de continuité d'activité (PCA) est l'outil qui, définissant et mettant en place les moyens et les procédures nécessaires, guide la réorganisation permettant d'assurer le fonctionnement des missions essentielles d'un organisme (service public, entreprise...) en cas de crise. Il regroupe l'ensemble des mesures organisationnelles nécessaires à la continuité des services (publics ou privés) pendant et après l'inondation par ruissellement, en fonction des moyens matériels et humains disponibles. Il s'agit entre autres de la stratégie choisie et élaborée, des processus permettant la mise en œuvre de cette stratégie et de fiches décrivant les actions à réaliser. Son intégration dans les processus de décision et d'action existants permet le moment venu à tout le monde de continuer à parler le même langage, de ne pas être surpris par des procédures en complet décalage avec la culture de l'organisation et de faire face à la crise.

La continuité de l'activité passe également par une continuité du fonctionnement des réseaux qui structurent le fonctionnement de la ville et de ses activités : transport et distribution d'électricité, télécommunication, production et approvisionnement en eau potable et déplacements urbains, pour les plus importants. Ainsi, la réduction de la vulnérabilité passe par une plus grande robustesse et résilience des réseaux et de leurs gestionnaires.

La réduction de la vulnérabilité concerne également les logements, dont les propriétaires peuvent mettre en place des mesures techniques : clapet anti-retour, amarrer les objets pouvant être emportés... Ils doivent également adopter des comportements adaptés face au risque d'inondation par ruissellement : sortir de son véhicule en cas de ruissellement sur la voie, éviter les déplacements, se mettre en sécurité...

Pour aller plus loin

CEPRI (2010), *Le bâtiment face à l'inondation - Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité*.

CEPRI (2011), *Bâtir un plan de continuité d'activité d'un service public*.

CEPRI (2012), *Impulser et conduire une démarche de réduction de la vulnérabilité des activités économiques*.

La réserve communale de sécurité civile

La loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile donne la possibilité au maire de créer une réserve communale de sécurité civile, placée sous son autorité et composée d'habitants volontaires et bénévoles. Cette réserve a vocation à intervenir en appui des pouvoirs publics dans le domaine de la prévention et de la gestion des risques auxquels la commune est exposée. Elle peut par exemple, dans le cadre des inondations par ruissellement, aider à la fermeture de l'accès aux zones constituant les axes d'écoulement et les zones d'accumulation.

Les membres de la réserve communale de sécurité civile peuvent également conduire des actions de sensibilisation des habitants au risque inondation, en particulier sur les bons comportements à adopter en cas d'événement pluvieux majeur avec risque d'inondation par ruissellement : mise à l'abri, évacuation des rues-axes d'écoulement et éventuellement des zones d'accumulation... Après l'événement, les réservistes sont mobilisés pour aider au nettoyage des rues et des maisons.

Pour aller plus loin

CEPRI (2011), *La réserve communale de sécurité civile - Les citoyens au côté du maire, face au risque inondation*.

► Les moyens de financement

Pour la gestion des eaux pluviales

La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines

Même si l'avenir de cette taxe semble incertain (projet de suppression dans la loi de finances 2015), il semble tout de même opportun de la mentionner.

Cette taxe, d'application facultative, a été élaborée à l'occasion de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA, 2006). Elle vise d'une part à assurer un revenu aux collectivités en charge de la gestion des eaux pluviales urbaines sur leur territoire, d'autre part à influencer les comportements des particuliers et des aménageurs par un système d'abattements favorables à une gestion à la parcelle des eaux pluviales (infiltration, rétention).

En effet, le levier financier peut être assez intéressant pour agir sur l'existant. Par contre, il peut être préférable, pour la collectivité qui la met en place, de commencer à communiquer très tôt auprès des acteurs concernés afin qu'ils puissent prendre leurs dispositions avant la première année de prélèvement.

Quant aux nouveaux projets d'aménagement, sur un territoire soumis à la taxe pluviale, l'aménageur a tout intérêt à proposer un projet qui limite l'exposition à la taxe du futur propriétaire. Il sera donc incité à concevoir un espace prévoyant une gestion "alternative" des eaux pluviales.

Attention, la mise en place de la taxe suppose l'existence, au sein de la collectivité compétente, d'un service public de gestion des eaux pluviales. La mise en place de la taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines demande également l'existence, sur le territoire visé, de documents d'urbanisme tels que le PLU ou la carte communale.

Incitative, cette taxe est, par définition, vouée à diminuer sur le territoire où elle est mise en place. En effet, si la démarche porte ses fruits, l'ensemble des parcelles concernées par la taxe auront des dispositifs alternatifs au tout tuyau et bénéficieront ainsi des abattements maximum. Il ne devrait donc plus y avoir, à terme, de taxe à prélever.

Des documents produits par les services de l'État sont là pour guider les collectivités dans la mise en place de ce dispositif. L'étude de faisabilité est fastidieuse, mais elle est déterminante pour la décision à prendre et ne doit pas être négligée.

La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines en Ile-de-France

La mise en place de la taxe pour la gestion des eaux pluviales rencontre des difficultés en Ile-de-France. En effet, il s'agit d'un territoire où le réseau d'eau pluviale est partagé entre les communes, leurs regroupements, les départements et le SIAAP. Il devient alors difficile d'estimer :

- *à quel échelon on doit l'appliquer : une collectivité de niveau 'n' (groupement de communes par exemple) ne peut en effet appliquer la taxe pluviale sur son territoire que si la collectivité 'n+1' a décidé de ne pas la mettre en place sur son territoire plus vaste (département par exemple) ;*
- *comment la redistribuer : c'est avant tout ce point qui pose problème et qui gèle pour le moment les démarches entreprises.*

Les subventions de l'agence de l'eau

L'agence de l'eau peut participer au financement de projets, suivant les critères qu'elle aura fixés pour ce genre de demande. Par exemple, certaines agences de l'eau ne financent pas les projets de gestion des eaux pluviales s'ils ne prévoient pas de les dépolluer. La contrainte est forte mais motivante pour réaliser des projets aboutis et touchant la problématique de la gestion des eaux pluviales dans sa globalité.

Les aides proposées se présentent sous la forme de subventions couvrant une partie du montant du projet ou sous la forme d'une avance financière pour la réalisation des travaux.

Rapport annuel 2013 de l'agence de l'eau Seine-Normandie - extrait

“Maîtriser les pollutions par temps de pluie

Le 10^e programme d'intervention de l'agence a rendu plus incitatives les aides aux collectivités pour la réduction des rejets polluants par temps de pluie dans les zones urbaines. La priorité a été donnée aux actions favorisant :

- *la diminution des eaux de ruissellement collectées dans les réseaux d'assainissement ;*
- *les travaux sur réseaux unitaires permettant de réduire les déversements d'eaux usées non traitées par les déversoirs d'orage.”*

“Réduire les rejets urbains de polluants par temps de pluie

L'agence a attribué plus de 8 M€ d'aides, dont 2,5 M€ pour la réduction à la source des écoulements par temps de pluie : réalisation de toitures végétalisées, de places de stationnement en matériaux drainants enherbés ou non, d'espaces verts, de noues, de bassins d'infiltration ou de cuves pour la récupération d'eaux pluviales.

Près de 5,5 ha de zones urbaines ont été désimperméabilisés.

Partager les connaissances

L'agence met à disposition des collectivités, des aménageurs et des urbanistes, un guide qui présente une méthodologie et des solutions pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement (www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=4301).”

L'agence de l'eau Seine-Normandie a également accompagné de nombreux projets de mesures agro-environnementales (anciennes MAEC), que ce soit pour la protection des zones de captage (lutte contre les pollutions diffuses) ou pour la préservation des zones humides.

Attention, l'agence de l'eau Seine-Normandie précise bien que les projets dédiés à la prévention des inondations ne sont pas subventionnés.

Les mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC)

Les MAEC sont des mesures d'aide aux exploitants agricoles pour le changement de leurs pratiques culturales. Elles permettent de les inciter à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, mais aussi de les aider à lutter contre l'érosion des sols et à gérer l'espace agricole du territoire.

Basées sur le volontariat des agriculteurs, elles se présentent sous la forme de contrats de 5 ans. Elles visent à maintenir les bonnes pratiques et à faire évoluer celles qui en ont besoin.

Anciennement appelées mesures agro-environnementales (MAE, 2007-2013), les MAEC peuvent bénéficier du financement partiel du FEADER (Fonds européen agricole pour le développement rural). Les MAEC sont élaborées à l'échelle nationale (objectifs, critères d'éligibilité, rémunérations...), puis chaque Conseil régional doit établir une stratégie agro-environnementale en s'accordant avec les futurs acteurs concernés. La Région se charge ensuite de repérer les “zones d'action prioritaire” (ZAP), puis elle lance des appels à projets par ZAP. Les agriculteurs sélectionnés mettent alors en place les mesures proposées sur leurs terres. Dans chaque région, une commission agro-environnementale assure la cohérence entre les différents projets et coordonne les acteurs sur chacun d'entre eux.

Ces mesures sont divisées en différentes catégories qui ont été mises à jour lors du renouvellement du système pour la période 2014-2020 :

- MAEC à enjeu(x) système : systèmes grandes cultures, systèmes polyculture-élevage, systèmes herbagers et/ou pastoraux. Ils ont des obligations de moyens et/ou de résultats ;
- MAEC à enjeu(x) localisé(s) : qualité de l'eau, zone humide, biodiversité, Natura 2000... Ils ont des obligations de moyens et/ou de résultats ;

- MAEC biodiversité génétique : protection des races menacées, préservation des ressources végétales menacées de disparition, préservation de la biodiversité végétale par les abeilles.

Parmi ces mesures, plusieurs permettent d’agir sur la couverture en herbe du territoire. Or, les surfaces enherbées ont un rôle important dans l’atténuation des volumes ruisselés et dans le ralentissement des écoulements.

Pour aller plus loin

Ministère de l’Agriculture (2013), *Mise en œuvre des MAEC “herbe” 2014-2020*.

Pour le risque d’inondation par ruissellement

Le Fonds Barnier

Extrait de la Circulaire du 23 avril 2007 sur les conditions d’éligibilité au Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM)

“Selon la définition admise, le risque naturel majeur est la conséquence d’un aléa d’origine naturelle, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionnent des dommages importants et dépassent les capacités de réaction des instances directement concernées.

Sont ainsi notamment exclus les projets relevant des obligations légales des propriétaires ou d’autres gestionnaires, en particulier en ce qui concerne les travaux : protection des infrastructures, entretien des digues, travaux d’assainissement pluvial, DFCI, lutte contre le ruissellement urbain.”

Financés par le Fonds Barnier (FPRNM), les programmes d’actions de prévention des inondations (PAPI) peuvent aider à la gestion des inondations par ruissellement, à condition que les études menées ou les travaux prévus ne soient pas justifiés par les inondations causées par des débordements de réseaux (mise en charge, refoulement) ou par leur sous-dimensionnement. Les axes pouvant prendre en charge les mesures citées dans cette partie sont les suivants :

- axe 1 : amélioration de la connaissance et de la conscience du risque ;
- axe 2 : surveillance, prévision des crues et des inondations ;
- axe 4 : prise en compte du risque d’inondation dans l’urbanisme ;
- axe 5 : actions de réduction de la vulnérabilité des biens et des personnes ;
- axe 6 : ralentissement des écoulements ;
- axe 7 : gestion des ouvrages de protection hydraulique.

Le PAPI et la labellisation qui l’accompagne (laquelle permet de débloquer les financements du Fonds Barnier) visent à valoriser une démarche de gestion globale et cohérente du risque.



Pour compléter...

Difficile ACB pour le ruissellement pluvial urbain

L'élaboration d'un PAPI demande, entre autres, d'effectuer une analyse coûts-bénéfices pour justifier l'intérêt des travaux de structure proposés par rapport aux dégâts matériels qu'ils vont permettre d'éviter, dès lors que le montant du programme dépasse un certain seuil. Cependant, dans certaines zones relativement habituées aux inondations par ruissellement, les dommages matériels deviennent minimes et c'est la sécurité des personnes qui devient la priorité. Il devient alors difficile de valoriser les "économies" à faire grâce au projet envisagé.

On peut cependant noter que l'analyse multicritère (AMC), qui permet de prendre en compte des critères autres que matériels (comme la sauvegarde des vies humaines par exemple), est en voie de progrès et qu'elle permettra bientôt de prendre le relais de l'ACB dans l'évaluation de l'intérêt des programmes proposés.

À ce titre, un guide méthodologique du Commissariat général au développement durable est paru en juillet 2014 : Analyse multicritère des projets de prévention des inondations - Guide méthodologique.

Le Fonds Barnier est également un moyen de financer les mesures exceptionnelles que sont l'acquisition à l'amiable et l'expropriation pour risque naturel majeur.

Il peut également servir à financer la mise en place de prescriptions prévues par un PPRI sur des installations existantes.

Les aides de l'État, de la Région et du département par le biais du contrat de rivière

Le contrat de rivière est un accord contractuel de 5 ans entre les acteurs volontaires d'un même bassin versant. Pouvant bénéficier des financements de l'État, de la Région, du département ou de l'agence de l'eau, le contrat de rivière propose des objectifs et un programme d'actions pour les atteindre, afin d'améliorer la gestion du bassin versant. Il s'agit en quelque sorte de l'application concrète du SAGE d'un territoire. Cependant, contrairement au SAGE, les objectifs du contrat de rivière n'ont pas de portée juridique. Ils constituent en revanche un engagement contractuel de la part des signataires.

Certes créé à la base pour la gestion des cours d'eau, le contrat de rivière peut également se révéler très pertinent pour la gestion du ruissellement et du risque d'inondation qui y est lié à l'échelle du bassin versant du cours d'eau. En effet, l'état d'un cours d'eau dépend directement de ce qui se passe sur son bassin versant. Or, en améliorant la gestion du ruissellement, on réduit le transfert de pollution dans le cours d'eau et on réduit les débits de pointe, ce qui va dans le sens d'une meilleure gestion de la rivière.

Les actions mises en place peuvent par exemple proposer l'installation d'ouvrages tels que des bassins de rétention ou autres moyens de réduire le phénomène de ruissellement constaté régulièrement lors des événements pluvieux intenses.

► Synthèse

La mise en application d'une stratégie de gestion des eaux pluviales et du risque d'inondation par ruissellement relève d'une combinaison des différents outils présentés dans cette partie, aux différents stades de la gestion du risque. En fonction du territoire et de son avancée, les proportions et le degré de priorité donnés à ces différentes étapes de gestion du risque d'inondation par ruissellement pourront varier.



V. Voies de progrès

► Besoin d'évoluer...

Dans la prise de conscience

La prise de conscience de l'importance spatiale, économique et matérielle du risque d'inondation par ruissellement et une meilleure connaissance du phénomène émergent petit à petit et ce mouvement doit se poursuivre. L'évolution de la perception de ce risque doit également favoriser l'acceptation de la possibilité de débordement de nos réseaux de gestion des eaux pluviales et donc la pertinence d'utiliser des axes d'écoulement et des espaces de stockage de secours, quitte à ce qu'il s'agisse d'espaces publics (routes, places, parcs...).



Il est important que la notion de gestion des débordements soit intégrée aux projets (aménagements neufs ou rénovation).

Dans ce cadre, les pratiques ont elles aussi besoin de se renouveler car, que ce soit au quotidien ou en temps de crise, on ne peut plus se contenter de tout gérer par des canalisations. Les spécialistes de la voirie, des réseaux et de l'aménagement urbain doivent élargir leur éventail de compétences pour s'adapter aux nouvelles stratégies de gestion des eaux pluviales et des inondations par ruissellement. Les collectivités ont besoin de personnels formés à ces nouvelles méthodes pour mettre en œuvre ces stratégies, que ce soit au niveau de la conception ou celui des travaux ou de l'entretien.

Les réseaux souterrains n'étant pas extensibles à souhait et nécessitant un entretien coûteux, il semble plus que pertinent de se tourner vers la notion de niveaux de service (voir pages 22 à 28), et ce pour de multiples raisons :

- 
- **faire admettre les limites de la capacité de nos réseaux actuels ;**
 - **implanter des installations adaptables et évolutives en général, notamment du fait de leur présence en surface ;**
 - **effectuer le lien entre gestion courante et gestion de crise, c'est-à-dire entre gestion des eaux de pluie et gestion des inondations ;**
 - **repousser plus loin la perte de contrôle de l'inondation, pour une gestion planifiée des crises et limiter les impacts sur les personnes et les biens ;**
 - **rappeler la présence du risque aux habitants ;**
 - **remplir les critères du développement durable : les installations surfaciques peuvent être un appui à la biodiversité et leur capacité d'évolution et d'adaptation favorise leur durabilité.**

Attention de ne pas prendre les aménagements de gestion de l'excédent comme un remplacement des réseaux actuels. Ils viennent au contraire les compléter et marquer une continuité entre le quotidien et l'extrême. Il peut s'agir d'installations temporaires en attendant la mise à niveau du réseau existant ou d'aménagements de long terme, lorsqu'il n'est plus raisonnable de continuer sans cesse d'élargir les capacités du réseau en place.

Pour aller plus loin

Parue en juin 2014, l'application Climate App (accessible sur www.climateapp.org ou téléchargeable sur Androïde) permet de consulter les solutions techniques qui existent pour faire face aux événements pluvieux intenses, mais aussi aux crues, sécheresses et canicules. Pour obtenir un classement par pertinence des solutions adaptées au territoire, il suffit de sélectionner le phénomène naturel visé ainsi que quelques caractéristiques du terrain d'étude : relief, occupation du sol, nature du sous-sol, échelle de réflexion et contexte de la recherche (renouvellement urbain, développement urbain, amélioration de l'existant).

Dans la connaissance du risque

Le risque d'inondation par ruissellement pluvial est déjà présent dans les textes, mais de façon relativement implicite, notamment du fait du manque de connaissances disponibles sur le sujet. Améliorer ces connaissances permettrait d'être plus concret et explicite dans les textes relatifs au risque d'inondation par ruissellement, ce qui favoriserait une meilleure prise en compte de ce risque dans leur application.

Ainsi, dans le cadre de l'application de la directive inondation, chaque grand bassin hydrographique a fait l'objet d'évaluations préliminaires du risque inondation (EPRI). Ces documents présentent les caractéristiques des bassins hydrographiques, les risques d'inondation auxquels ils sont soumis et les enjeux potentiellement exposés. Chacune de ces EPRI présente, à juste titre, le risque d'inondation par ruissellement qui touche son territoire. Cependant, chaque fois, l'enveloppe approchée d'inondation potentielle (EAIP) montre une prise en compte réduite de l'aléa ruissellement se limitant au ruissellement concentré dans les fonds de talwegs et ne faisant pas figurer l'aléa de ruissellement de versant (ou diffus), qui se produit plus en amont. La justification de cette sélection est toujours la même : le manque de temps et de données. Il faut donc envisager un développement de la question d'ici la prochaine mise à jour de ces documents (mise à jour tous les 6 ans), pour mieux tenir compte du ruissellement de versant.

Rapport explicatif de la cartographie du TRI Nice-Cannes-Mandelieu, décembre 2013

*“À noter que **les phénomènes de ruissellement existants** sur le TRI de Nice-Cannes-Mandelieu **n'ont pas fait l'objet de cartographies** dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive inondation, **compte tenu de l'état des connaissances** de ces phénomènes et des délais très contraints imposant une approbation des cartographies d'ici le 22 décembre 2013.*

*Néanmoins, l'amélioration de la connaissance du ruissellement **pourra** faire l'objet d'un axe spécifique de réflexion dans le cadre de la définition de la future stratégie locale de gestion du risque d'inondation.”*

► Apprendre à mieux connaître le risque de ruissellement

La cartographie

On distingue trois types de zones dans le phénomène de ruissellement pluvial, lesquelles sont autant de cibles à traiter de manière spécifique grâce à une stratégie de gestion du risque adaptée :

- les zones de production de l'aléa ;
- les zones d'écoulement des eaux de pluie ;
- les zones d'accumulation, ou réceptrices.

On prendra soin de repérer en plus, ou parmi ces espaces, les zones contribuant à l'aggravation du ruissellement pluvial.

La cartographie de ces espaces permet de mieux connaître le phénomène et de comprendre ses impacts, dans l'objectif de mieux y faire face en s'adaptant.

Une fois faites les études topographiques et d'étude des sols, on commence à bien repérer les espaces à l'origine d'un ruissellement potentiel, les axes d'écoulement et

les zones d'accumulation, mettant ainsi en valeur les vulnérabilités du territoire et les facteurs d'aggravation du phénomène. Bien qu'il n'y ait jusqu'ici aucune modélisation des écoulements d'eau pluviale, on peut tout de même commencer à cartographier les espaces à surveiller parce qu'ils sont potentiellement exposés à un aléa ou parce qu'ils peuvent aggraver celui-ci.

Pour le moment en France, le contenu de 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, vient confirmer un réel manque de connaissance et de méthode unanime pour évaluer et cartographier l'aléa ruissellement.



Extrait de 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

"Ce risque [d'inondation par ruissellement] concerne les zones amont des bassins versants avec très peu d'informations ou des crues soudaines en milieu urbain. Dans le cadre de cette approche, les crues fréquentes ne sont pas traitées, sauf éventuellement si la collectivité territoriale dispose et met à disposition des cartographies en accord avec les principes de la cartographie directive inondation.

La détermination de l'hydrologie se fait soit par des connaissances locales historiques, soit par des calculs hydrologiques classiques, soit par l'utilisation des résultats Shyreg. Un des points clés est de savoir à partir de quelle taille de bassin versant on devra cartographier l'aléa (10 ha, 1 km², 10 km²). Plus cette taille sera basse, plus les temps de calcul seront importants et plus l'incertitude sur l'hydrologie sera grande, car les données disponibles de calage seront de plus en plus faibles. Cette contrainte est à adapter, dans chaque cas et en fonction de la méthode utilisée, à la présence d'enjeux importants sur les petits bassins versants.

Plusieurs particularités sont à noter :

- les grilles classiques d'aléas n'ont parfois aucun sens pour déterminer les risques en particulier dans les zones à fortes pentes, des résultats en débit linéique (hauteur-vitesse) ou en charge seront alors à privilégier,
- les données topographiques disponibles sur ces secteurs sont moins complètes ou précises,
- en milieu urbain dense, les phénomènes d'embâcles ou des modifications courantes de la microtopographie peuvent constituer des éléments majeurs qui modifient radicalement les aléas à intégrer dans les éléments cartographiques à l'instar de la prise en compte des ouvrages hydrauliques,
- la projection de l'aléa des rues dans les îlots bâtis constitue aussi un enjeu de la cartographie de l'aléa en milieu urbain dense.

Les méthodes adaptées proviendront d'analyses spécifiques. Cependant, quelques méthodes, en général expérimentées ou appliquées un petit nombre de fois dans le sud de la France, peuvent être citées à titre d'exemple :

- approches topographiques avec des concepts d'Exzeco (méthode automatique de traitement de la topographie utilisée dans le cadre de l'EPRI), qui ne permet que d'approcher des emprises de zones inondables,
- approche 1D simplifiée : un calcul hydrologique est réalisé pour fournir un débit en chaque rue,
- approche 1D simplifiée couplé à l'analyse hydro-géomorphologique : un débit linéique est calculé par relation entre la largeur de l'emprise et le débit hydrologique,



- approche 1D casier, chaque rue et chaque carrefour étant un casier,
- approche 1D simplifiée automatisée : sur les parties amont, un calcul automatisé avec l'utilisation de la formule de Strickler est conduit. Cette approche cherche à être généralisée avec le projet Cartino,
- approches 2D : les modèles 2D classiques peuvent être mis en place de manière opérationnelle sur des secteurs urbains denses. Ils sont pour la plupart du temps très consommateurs en temps de réalisation ainsi qu'en temps de calcul."

La modélisation

L'étude du territoire est bien sûr très utile pour la modélisation du ruissellement sur le territoire, mais cela ne suffit pas. Il faut en effet également modéliser le réseau d'assainissement et étudier le contexte météorologique. Cela passe par le choix du type de pluie utilisé pour la simulation : durée, intensité, cumul... et par l'élaboration d'hypothèses sur le contexte dans lequel s'inscrit la modélisation : période humide, neutre, ou sèche ?

Attention de bien choisir la méthode de modélisation en fonction du territoire !

Les modèles représentant le territoire et son réseau d'assainissement permettent de travailler sur trois axes :

- comprendre le fonctionnement de l'ensemble terrain-réseau ainsi que ses dysfonctionnements, et donc proposer des solutions ciblées et adaptées ;
- simuler les projets d'aménagement - ponctuels ou étendus - de façon à tester leur efficacité face à la problématique de la gestion des eaux pluviales ;
- étudier les impacts des projets en question sur l'aval et le milieu récepteur (débit, pollution, érosion...).



La modélisation n'est pas incontournable dans la recherche de solutions pour gérer les débordements, surtout s'il ne s'agit que d'opérations très localisées. Elle reste cependant un plus pouvant aider à comprendre les phénomènes et à adapter au mieux les solutions proposées. Elle devient aujourd'hui un supplément incontournable et très avantageux pour tous les grands projets d'aménagement.

Exemple Northampton CIRIA

Dans cadre d'un projet d'aménagement d'un nouveau quartier à Northampton, les parties prenantes du projet ont traité très en amont la question de la gestion des eaux pluviales.

Un système de gestion des eaux pluviales a été proposé (système mineur) pour faire face aux événements de période de retour 30 ans (3,3 % de probabilité d'occurrence chaque année). Celui-ci a été modélisé (réseau enterré et surfacique, voirie, trottoirs, terrain) et mis à l'épreuve de différentes pluies (estivales et hivernales), ce qui a permis de le valider. De plus, la répartition entre les acteurs des futures tâches d'entretien et de maintenance du réseau a pu être faite au plus tôt.

Les personnes en charge de la gestion des eaux pluviales sur le projet ont ensuite soumis celui-ci à des pluies centennales (1 % de probabilité d'occurrence chaque année). Certains dysfonctionnements ont été mis en évidence, ce qui a entraîné une réflexion sur les meilleures solutions à mettre en place, lesquelles ont été à nouveau validées en utilisant le modèle.

Le modèle a ainsi permis de repérer les failles du réseau proposé et de valider les solutions envisagées. Il a par la suite été utilisé pour valider les dispositifs de stockage des eaux pluviales avant rejet au milieu récepteur - et donc l'impact du projet sur celui-ci, car le projet ne devait pas influencer le débit de la rivière réceptrice pour des pluies d'une période de retour allant jusqu'à 200 ans.

PPR Inondation par ruissellement au nord-ouest de Lille (59)

En 2005, un orage estival de forte intensité entraîne des inondations par ruissellement relativement importantes sur la métropole lilloise : de nombreuses voies et habitations sont bloquées. Suite à cet événement, la Direction départementale des territoires et de la mer du Nord (DDTM du Nord) a décidé de s'intéresser au sujet du ruissellement. Elle a tout d'abord fait appel au CETE du Nord-Pas-de-Calais pour que celui-ci étudie les bassins versants de la métropole, afin de détecter ceux qui étaient les plus sensibles au phénomène. Un bassin prioritaire au nord-ouest de la métropole a été retenu : très urbanisé, il est plus rural sur sa frontière ouest et ne comporte pas de cours d'eau important, seulement des petits ruisseaux. Ses communes ont fait l'objet de nombreux arrêtés Cat/Nat depuis 1982 (jusqu'à 12 pour certaines).

Le PPRI est ici pertinent compte tenu du contexte d'urbanisation du secteur (pression foncière, nouveau bâti, renouvellement urbain, requalification de friches...) et bien que la métropole lilloise ait déjà une gestion ambitieuse du pluvial, il s'agit ici d'un moyen de l'appuyer, de la compléter.

L'existence de modèles numériques de terrain (MNT) par levés laser aéroportés (LIDAR), mis en commun par la DDTM et Lille Métropole, assurait une représentation précise de la surface du bassin versant, permettant ainsi d'avoir des modélisations de qualité et des propositions adaptées par la suite.

Confidées au bureau d'études Prolog Ingénierie, les études nécessaires à l'élaboration du PPRI sont au stade de la cartographie des aléas de ruissellement.

La zone étudiée a fait l'objet de recherches pour mieux connaître les événements l'ayant marquée au cours des vingt dernières années, ce qui a permis de repérer des zones sensibles au risque de ruissellement pluvial et régulièrement impactées par de tels événements.

La modélisation en deux dimensions a consisté, à partir de la modélisation topographique, à faire tomber une pluie sur chaque maille du territoire. La simulation d'écoulement permet ensuite, en chaque point du maillage, de calculer la vitesse et la hauteur d'eau. Les simulations ont apporté une idée très précise des écoulements circulant sur le territoire. Du fait de la quantité importante de données, un travail spécifique est nécessaire pour les analyser et les hiérarchiser pour repérer les axes d'écoulement (vitesse importante) et les zones d'accumulation (hauteur importante), afin de bien déterminer la nature des phénomènes sur le bassin versant. On parle d'une analyse fonctionnelle, qui apparaît fondamentale pour donner du sens à la carte des aléas.

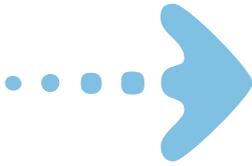
NB : Cette approche se distingue de l'approche traditionnelle du ruissellement : une première analyse topographique pour qualifier l'aléa (repérer les zones d'écoulement ou d'accumulation), puis utiliser les modèles pour le quantifier (hauteurs, vitesses). Mais étant donné l'urbanisation importante du secteur et la topographie relativement modifiée, il a été préférable d'inverser les deux étapes et d'analyser le fonctionnement hydraulique à partir des résultats du modèle.

À noter que la modélisation mise en place tient compte, de façon simple mais cohérente avec la réalité, du réseau d'assainissement en place sur le secteur. Ces apports issus des réseaux d'assainissement ont été évalués sur la base des données de mesure transmises par Lille Métropole. Ainsi, la présence du réseau est prise en compte en début de phénomène de ruissellement pour l'absorption qu'il va permettre dans un premier temps, puis pendant l'événement d'inondation par sa contribution via des rejets supplémentaires dans les ruisseaux et enfin à la fin de l'événement, lorsque le réseau de drainage permet d'accélérer le ressuyage des eaux.

La modélisation du phénomène a été calée et vérifiée avec la connaissance des événements passés. Elle est précise pour ce qui est de l'extension des zones inondées, mais les certitudes sont moindres en ce qui concerne les hauteurs d'eau. En effet, il a été difficile d'appréhender les hauteurs d'eau atteintes lors des événements historiques et, à ce titre, il n'a pas été vraiment possible de caler le calcul de celles-ci dans le modèle.

À noter également que le front bâti le long des axes d'écoulement, ainsi que sa porosité, au-delà d'un certain seuil de ruissellement, ont été pris en compte. Cette approche innovante a permis d'accroître le réalisme de cette modélisation et sa concordance avec les faits observés. L'approche classique du bâti est plus binaire : soit il est totalement ignoré et les modèles se font à partir des MNT seuls, soit le front bâti est pris en compte, mais considéré comme imperméable.

Le phénomène de ruissellement pluvial est donc difficile à cerner, à évaluer et à caractériser, ce qui rend d'autant plus délicate l'approche du risque d'inondation par ruissellement. Malgré les progrès des outils de relevé de terrain et des outils informatiques, il n'y a, pour le moment, pas de méthode standard applicable aisément et sur l'ensemble du territoire.



Il faut noter enfin que ce type de risque est très évolutif dans le temps puisqu'il est très sensible à l'aménagement du territoire.



Pour compléter...

Une cartographie incomplète de l'aléa inondation en France

Avec le renforcement des exigences réglementaires dans le domaine de l'assurance (Solvabilité II), les compagnies d'assurance doivent mieux connaître les risques auxquels est exposé leur portefeuille. Le risque d'inondation en fait partie et, à ce titre, plusieurs compagnies d'assurance ont fait l'expérience de superposer la carte des zones déclarées inondables en France (cartes à valeur réglementaire) avec celle de leurs assurés sinistrés suite à une inondation (tout type confondu).

Toutes sont arrivées à des résultats similaires : de 50 à 67 % des sinistrés ne sont pas en zone inondable "officielle" (zones déclarées réglementairement comme étant inondables).

Il y a donc à ce jour une réelle lacune dans la cartographie du risque inondation, du fait que le risque d'inondation par ruissellement n'y est pas représenté. En effet, la modélisation du phénomène pose encore des difficultés et des progrès importants sont à attendre dans ce domaine.

Vers une méthode nationale pour la cartographie et la caractérisation de l'aléa ruissellement pluvial

Il n'existe pas, aujourd'hui, de méthode nationale pour la cartographie et la caractérisation du risque d'inondation par ruissellement. En témoigne le bref passage dédié à ce risque dans la circulaire du 16 juillet 2012 relative aux recommandations techniques pour l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques, où sont mises en valeur les difficultés de l'exercice et les multiples pistes possibles, mais sans donner d'orientation (voir encadré plus haut).

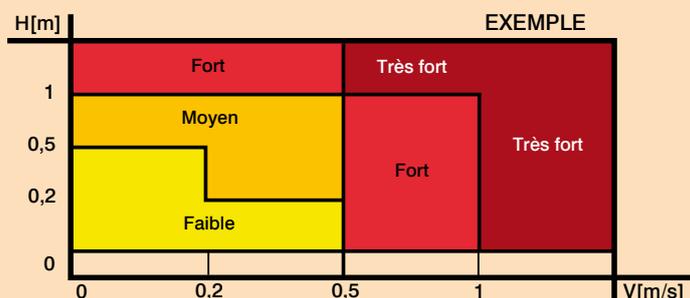
Il y a donc une grande marge de progrès pour la cartographie du risque d'inondation par ruissellement en France.

Quant à la caractérisation du risque une fois qu'il a été cartographié, les services concernés utilisent pour le moment par défaut la grille des inondations par débordement de cours d'eau, mais cela semble peu pertinent. En effet, si on se base sur une telle grille, on peut certes déterminer les zones d'aléa faible/moyen/fort, mais cela pose un problème au moment des prescriptions faites pour chaque degré d'aléa, car les mesures à prendre seront différentes suivant qu'on se situe dans une zone de formation ou d'aggravation du phénomène, un axe d'écoulement ou encore une zone d'accumulation des eaux. Il serait donc plus intéressant de se diriger vers une grille qui permette à la fois de quantifier et de qualifier l'aléa, de manière à proposer des prescriptions adaptées au contexte par la suite.

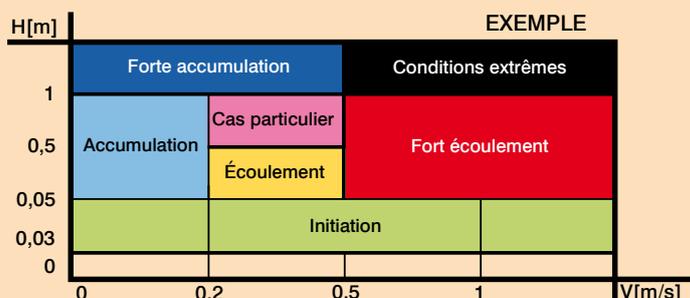
Plusieurs commissions techniques travaillent sur l'élaboration de telles grilles d'évaluation dans différentes régions de la France. Une mise en commun des méthodes employées, des difficultés rencontrées et des choix effectués serait judicieuse.

PPR Inondation par ruissellement du nord-ouest de Lille

Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau est en général caractérisé selon une grille qualifiant l'aléa de faible à très fort suivant le couple [hauteur-vitesse].



Pour les inondations par ruissellement, le service de la DDTM du Nord et le bureau d'études Prolog Ingénierie en charge du PPRI ruissellement du nord-ouest de Lille ont estimé plus pertinent d'aborder la question sous l'angle de l'aléa fonctionnel. C'est-à-dire que la grille sert non seulement à qualifier la gravité du phénomène, mais aussi sa nature du point de vue du fonctionnement hydraulique (production, écoulement ou accumulation). Le **concept** de la grille de caractérisation de l'aléa fonctionnel se présenterait sous la forme suivante :



Cette grille permet dans tous les cas de représenter, si nécessaire, les classes d'aléa issues d'une grille de croisement hauteur-vitesse classique (aléa faible/moyen/fort traditionnel).

Dans la suite de la démarche, la notion d'aléa fonctionnel permettra d'adapter au mieux les interdictions, prescriptions et recommandations du PPRI suivant la gravité de l'aléa certes, mais aussi et surtout suivant la nature et le comportement des flots représentant un risque.

L'exemple de l'Angleterre et du pays de Galles

Étant données la sensibilité du territoire britannique au ruissellement pluvial, ainsi que l'évolution du contexte réglementaire européen relatif aux inondations, l'Environment Agency (Agence de l'environnement pour l'Angleterre et le pays de Galles) a sollicité trois bureaux d'études spécialisés pour effectuer, entre autres, une cartographie du risque d'inondation par ruissellement pluvial à l'échelle de l'Angleterre et du pays de Galles.

La cartographie réalisée provient d'une modélisation basée sur la topographie, la nature et l'occupation des sols. Le modèle utilisé différait suivant que l'élément de terrain considéré était rural ou urbain. Là où les collectivités locales avaient des modèles plus précis, les données ont été insérées.

Certes, cette carte ne peut pas être utilisée pour se renseigner sur une parcelle précise et donne des informations strictement quantitatives. Cependant, elle a plusieurs mérites :

- elle montre tout d'abord un engagement des autorités gouvernementales pour aider les collectivités locales dans leur démarche de prise en compte et de gestion du risque d'inondation par ruissellement ;
- elle permet de saisir l'étendue du phénomène et de marquer les esprits sur l'importance de ce risque ;
- elle donne un ordre d'idée des zones susceptibles d'être inondées par ruissellement, présente les axes d'écoulement et propose un ordre de grandeur des hauteurs d'eau pouvant être atteintes, ce qui représente une base de travail précieuse pour les autorités locales.

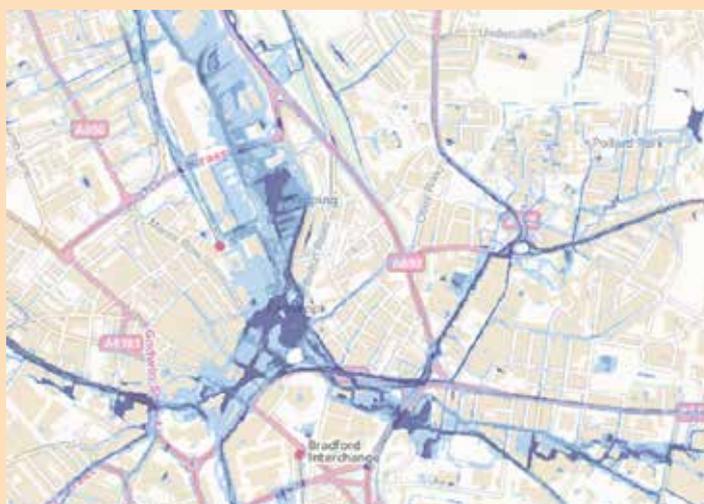


Figure 12 : Extrait de la cartographie au niveau d'un centre-ville dense et en cuvette, avec des ruisseaux enterrés.

Source : watermaps.environment-agency.gov.uk © Environment Agency copyright and database rights 2014.

© Ordnance Survey Crown copyright. All rights reserved. Contains Royal Mail data © Royal Mail copyright and database right 2014.

► Des organisations adaptées

Cohérence spatio-temporelle

Une politique locale de gestion des eaux pluviales et du ruissellement, aussi motivée soit-elle, ne peut se passer d'une coordination avec celle des communes amont et/ou des communes en aval. On parle de solidarité amont-aval, laquelle est rendue obligatoire par le Code civil (articles 640 et 641). Si la notion devient floue en milieu urbain, on peut garder en mémoire la nécessaire cohérence des mesures prises sur une même unité urbaine.

Lorsqu'il s'agit de prendre des mesures préventives pour la gestion du ruissellement, on a souvent des seuils imposés pour l'existant et d'autres pour les nouveaux aménagements. Cette deuxième série de mesures doit être élaborée avec un regard tourné vers le devenir du territoire, de manière à ce que les exigences soient pertinentes à long terme, afin de ne pas avoir à redimensionner sans cesse le réseau mis en place pour faire face au développement rapide de nos territoires.

Zonage pluvial départemental dans le Val-de-Marne

Dans le cadre du Plan bleu, en concertation avec les acteurs du territoire et de l'assainissement, le Conseil général du Val-de-Marne a élaboré un Zonage pluvial départemental, le but étant d'avoir une approche cohérente sur les différents bassins versants que compte le département. Les objectifs visés par ce document sont multiples ; ils s'articulent autour de l'objectif d'une gestion durable des eaux pluviales en reconstituant le cycle naturel de l'eau de façon à lutter contre les inondations par ruissellement pluvial, préserver le milieu aquatique, alimenter les nappes et intégrer l'eau dans la ville. Il s'agit de préserver les réseaux départementaux et de contribuer à la maîtrise des dépenses publiques en apportant aux différentes collectivités une vision territoriale élargie. Il apporte une expertise de connaissance du territoire aux communes pour que celles-ci prennent les meilleures décisions possibles, sachant que le Conseil général du Val-de-Marne les accompagne déjà pour diagnostiquer les réseaux publics d'assainissement situés sur leurs territoires et élaborer des schémas directeurs d'assainissement.

Pour les communes qui avaient déjà un zonage pluvial, leurs indications ont été prises en compte ; pour toutes les autres, cela servira d'appui pour faire le leur, qui est obligatoire.

Le Zonage pluvial départemental se traduit par une cartographie du Val-de-Marne permettant de visualiser les secteurs homogènes du territoire départemental, définis sur la base d'études hydrauliques et d'une carte d'infiltrabilité des sols, avec des orientations pour une gestion adaptée des eaux pluviales.

Cette démarche vient en accompagnement voire en anticipation des nombreuses opérations d'aménagement qui se développent sur le territoire départemental dès à présent et a minima jusqu'à l'horizon 2030 de manière à limiter l'impact de ces mutations urbaines sur les réseaux existants.

C'est également un moyen d'encourager la présence de l'eau dans la ville et le développement des trames vertes et bleues. Le Plan bleu et ce Zonage pluvial départemental permettent de sensibiliser les collectivités et les différents acteurs du territoire aux enjeux liés à l'eau ainsi qu'aux techniques alternatives.

Transversalité

L'existence même d'un service dédié à la gestion des eaux pluviales dans les collectivités locales est un point positif. Mais cela prend tout son intérêt lorsque ce service a un rôle transversal auprès des autres services de gestion du territoire : voirie, aménagement et urbanisme, espaces verts, sans oublier le service de gestion des risques d'inondation.

Il est important que le service assainissement des villes soit consulté le plus en amont possible des projets par le service de l'urbanisme, qui doit lui-même être sensibilisé à la question de la gestion des inondations par ruissellement.

De plus, on remarque que les services d'assainissement, quand ils s'occupent de la gestion des eaux pluviales, s'occupent rarement de la gestion des inondations. Or, ils doivent faire partie intégrante du continuum entre la gestion de l'eau pluviale au quotidien et la gestion de l'inondation par ruissellement en cas d'événement extrême.

► Des pratiques évolutives

Tendance vers une gestion à la parcelle

Depuis quelques temps, on remarque le transfert de la gestion des eaux pluviales "domestiques" aux particuliers (incitations au stockage et à la réutilisation des eaux pluviales, installations de noues dans les jardins privés...). Cela vient d'une volonté de soulager les réseaux déjà en place qui sont devenus saturés avec le développement urbain, mais aussi d'un choix de gérer à la source le phénomène de ruissellement pluvial.

S'il est possible d'influencer le cahier des charges des nouveaux aménagements, en ce qui concerne l'existant un travail de sensibilisation des particuliers peut être engagé. On peut aussi imposer des mesures concrètes, que ce soit de manière incitative (taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines) ou réglementaire (arrêté préfectoral, PLU). On dénombre ainsi de plus en plus de collectivités interdisant aux particuliers de se brancher au réseau de collecte des eaux pluviales ou autorisant seulement un débit de

fuite très faible, de telle sorte que les privés sont contraints d'aménager leur parcelle pour se conformer à la réglementation locale. En parallèle, la collectivité continue de s'occuper des eaux pluviales "publiques" grâce à un réseau libéré des eaux des particuliers.

Si cette politique de responsabilisation des citoyens par rapport à la gestion du risque d'inondation par ruissellement a ses avantages, elle fait cependant débat. Tout d'abord, une telle stratégie implique un transfert de responsabilité vers le citoyen qui a besoin d'être accompagné sur le plan technique et financier. On peut identifier ici une prise de risque de confier une telle responsabilité à des non-experts en matière de gestion des eaux pluviales. Ainsi, ce type de stratégie demande un contrôle régulier de la mise en place des différentes mesures (prescrites ou recommandées par de la sensibilisation, de l'incitation ou une réglementation locale), de leur entretien et de leur utilisation, dans un contexte de changement régulier des propriétaires des ouvrages. Une telle surveillance nécessite de pouvoir assurer sur le long terme des ressources humaines et financières, ainsi qu'une bonne capacité d'organisation.

Il s'agit donc de bien étudier la situation avant toute prise de décision et de trouver un juste milieu entre l'action de la collectivité et l'implication de ses citoyens.

Multifonctionnalité des espaces

L'inconvénient des ouvrages permettant de faire face aux épisodes pluvieux exceptionnels (bassins de rétention notamment) est qu'ils sont conçus pour ne servir que très rarement. Ainsi, dans un contexte de ressources budgétaires restreintes et pour faire face à de multiples problématiques allant de la qualité du paysage à la pression du foncier en passant par les contraintes d'entretien, il est primordial que de telles installations soient multifonctionnelles.

Par temps sec, elles peuvent servir de parc, de terrain de sport... L'important est de bien saisir les impacts techniques et organisationnels que leur potentielle mise en eau peut impliquer. En effet, par temps sec ou pour des événements d'ampleur limitée, les techniques d'entretien ne doivent pas être en contradiction avec le bon fonctionnement de l'installation et, en cas d'événement extrême, il faut se rappeler que l'espace en question sera inutilisable, voire dangereux pendant un certain temps.

Étant donné que les espaces servant à la gestion des flots excédentaires ont souvent d'autres fonctions (voirie, espace vert, place publique...), il est essentiel de définir clairement les responsables de leur gestion et de planifier leur entretien et leur maintenance, réguliers et occasionnels (avant et après les événements intenses).

Il y a de plus un travail pédagogique et de communication à faire auprès du public. Une population mal avertie peut interpréter la mise en eau de tels ouvrages comme un dysfonctionnement du réseau alors que c'est au contraire la preuve qu'il fonctionne correctement. Il s'agit donc ici de procéder à un travail global de conception, communication et programmation.

Prévision et alerte

Les systèmes de prévision et d'alerte se développent dans certaines collectivités et au sein de Météo-France ou de sociétés privées : des radars plus performants sont mis au point pour mieux prévoir les événements pluvieux, les pluviomètres connectés au modèle du réseau d'assainissement se multiplient et permettent de modéliser en temps réel le comportement du réseau, les données de saturation des sols sont suivies... Il faut poursuivre ce déploiement qui doit permettre aux collectivités de mieux anticiper leur gestion des événements pluvieux, en améliorant le délai de prévision et la localisation de l'événement.

Cependant, ces dispositifs sont pour la plupart encore onéreux et il convient de mutualiser les moyens entre les communes d'un même bassin versant pour qu'ils puissent être abordables.



Projet RainGain

Le projet européen RainGain (2011-2015) s'inscrit dans une perspective d'augmentation des problèmes de gestion des eaux pluviales liée à la poursuite de l'urbanisation et au changement climatique.

Le grand défi de ce projet est de recueillir et utiliser des données de pluie à des échelles de temps et d'espace adaptées à la gestion du territoire urbain. Ces données à haute résolution seront obtenues à l'aide de la récente technologie des radars en bande X et permettront de modéliser par la suite le cheminement des eaux pluviales sur le territoire en tenant compte des sols, des réseaux d'assainissement, des cours d'eau... Ainsi, il sera possible de mieux prévoir les inondations par ruissellement en ville, mais aussi de proposer des solutions de gestion des eaux pluviales adaptées au territoire afin de construire des villes plus résilientes face au risque d'inondation par ruissellement.

Le projet a quatre facettes :

- l'installation et l'utilisation de 4 radars hydro-météorologiques différents sur quatre sites pilotes (Louvain, Londres, Paris et Rotterdam) ;
- l'acquisition de données détaillées et la production de prévisions météorologiques ;
- la modélisation et la prévision des inondations pluviales urbaines ;
- l'utilisation des données pluviométriques et des modélisations pour une meilleure gestion des eaux pluviales (systèmes d'alerte, techniques adaptées...).

Les partenaires français pour ce projet sont l'école des Ponts ParisTech, le Conseil général du Val-de-Marne, le Conseil général de la Seine-Saint-Denis, Météo-France et Veolia.

Prise en compte du changement climatique

La cohérence temporelle passe par l'anticipation de l'aménagement du territoire, mais également par celle de l'évolution du climat. Les travaux consistant à estimer les effets du changement climatique sur nos territoires ont conduit à des conclusions plus ou moins précises selon les régions, avec a priori des évolutions différentes entre le nord et le sud du pays et une grande incertitude pour les régions plus centrales. Il semblerait que les épisodes cévenols du bassin méditerranéen soient amenés à s'intensifier.

Il serait donc intéressant de mieux connaître ces évolutions sur notre territoire afin de mieux les anticiper, notamment par le dimensionnement de nos installations (enterées ou surfaciques). C'est pourquoi il est également pertinent de mettre en place aujourd'hui des ouvrages qui pourront être adaptés demain.

Plusieurs stratégies d'adaptation au changement climatique sont envisageables⁹ :

- la stratégie "sans regret", permet d'améliorer le fonctionnement du territoire, même si finalement il n'y avait pas de conséquence marquée du changement climatique. Ce type de raisonnement porte surtout sur les problématiques actuelles qui sont susceptibles de s'amplifier en cas d'évolution du climat ;
- "choix préférentiel d'options réversibles et flexibles", afin d'avoir des infrastructures ou des organisations qui pourront s'adapter en fonction de l'évolution de la situation à venir ;
- "ajout de marges de sécurité dans les investissements", que l'on pourrait interpréter comme l'introduction de coefficients de sécurité (très utilisés dans le bâtiment mais pas du tout en assainissement), pour éviter d'avoir à tout changer plus tard. Il s'agit de "sur-dimensionner" aujourd'hui pour ne pas être saturé demain ;
- "promotion des stratégies douces d'adaptation", en proposant des outils organisationnels et financiers (et non pas que des mesures techniques) permettant, par exemple, de se projeter dans le futur dès aujourd'hui, pour commencer à y réfléchir et à l'intégrer ;
- "réduction des horizons temporels de décision", en adaptant les composantes du territoire (industrie forestière, agriculture, planification) de façon à ce qu'elles aient une durée de renouvellement plus courte, puisque l'horizon lointain est incertain.

9 - D'après Hallegatte (2009), dans "Services écosystémiques et adaptation urbaine interscalaire au changement climatique : un essai d'articulation" de Aleksandar Rankovic, Chantal Pacteau et Luc Abbadie, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement (en ligne), hors-série 12, mai 2012, mis en ligne le 15 mai 2012. <http://vertigo.revues.org/11851>

► Des outils d'avenir

Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI)

Prévu par la directive inondation du 23 octobre 2007, le PGRI fixe les objectifs de gestion des risques d'inondation à l'échelle d'un bassin (ou d'un groupement de bassin). À ce titre, il est élaboré par le préfet coordonnateur de bassin, en association avec les différents acteurs de son territoire : les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'aménagement, le comité de bassin et les établissements publics territoriaux de bassin (EPTB). Le PGRI est un document public soumis à l'avis des acteurs clés du bassin et à l'avis des citoyens. Il doit être terminé d'ici le 22 décembre 2015 et sera mis à jour tous les 6 ans.

Le PGRI doit être compatible avec le SDAGE, la directive cadre sur l'eau (23 octobre 2000) ainsi que le plan d'action pour le milieu marin qui le concerne. Tout PPR, document relatif au domaine de l'eau ou document d'urbanisme, doit être rendu compatible avec le PGRI dans des délais fixés par la législation.

Le PGRI comporte entre autres :

- le volet "inondation" du SDAGE relatif à son périmètre ;
- des objectifs et dispositions relatifs à la surveillance, la prévision, l'alerte, la réduction de la vulnérabilité du territoire, mais aussi à l'information préventive, l'éducation, la conscience du risque ou encore la résilience ;
- les conclusions concernant les évaluations préliminaires des risques d'inondation (EPRI) ;
- la carte des zones inondables du territoire et celle du risque d'inondation ;
- une synthèse des Stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI) du territoire ;
- les dispositions relatives au dispositif ORSEC inondation.

Les plans de gestion des risques d'inondation s'annoncent donc pertinents dans la perspective d'une meilleure gestion des inondations par ruissellement pluvial. En effet, ils permettent d'avoir une stratégie commune à l'échelle de tout un bassin hydrographique, prenant en compte à part égale tous les types d'inondation. Cependant, étant données les lacunes encore présentes dans le domaine du ruissellement, il faut, pour ce type d'inondation, s'attendre à une montée progressive de sa prise en compte, au fur et à mesure de la révision des PGRI (tous les 6 ans).

Quelques dispositions pouvant figurer dans les PGRI

Les PGRI proposeront des mesures générales communes à tous les types d'inondation, ainsi que des mesures spécifiques à certains aléas, en fonction des territoires. Ainsi, le rapport "Plans de gestion des risques d'inondation à l'échelle du district : des TRI aux stratégies locales - Premiers éléments de cadrage", proposé par le Ministère en charge de l'environnement en août 2013, présente quelques exemples de mesures pouvant apparaître dans un PGRI.

Prévention

- *Connaissance, évaluation et modélisation du risque d'inondation.*

Protection

- *Gestion naturelle des inondations par ruissellement, par des mesures permettant de "réduire le débit dans les systèmes de drainage naturels ou artificiels, tels que les barrières terrestres ou les lieux de stockage, l'amélioration de l'infiltration, etc."*
- *Régulation des débits.*
- *Gestion des eaux de surface, par des "mesures impliquant des interventions physiques pour réduire les inondations par ruissellement [...], dans un environnement urbain, l'amélioration des capacités artificielles de drainage ou la mise en place d'un système durable de drainage urbain".*

Stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI)

Présentation de la SLGRI

Les SLGRI sont des documents publics à l'échelle des territoires à risques importants (TRI) ou au-delà, proposant des mesures locales pour participer à l'atteinte des objectifs fixés par le PGRI. Ainsi, les SLGRI visent la diminution des conséquences négatives des inondations en tenant compte des objectifs de réduction de la vulnérabilité fixés par la directive inondation de 2007.

Élaborée à la lumière d'un diagnostic approfondi du territoire par un comité de pilotage porté par une structure animatrice et coordonné par un service de l'État, la SLGRI est arrêtée par le(s) préfet(s) concerné(s) après un avis favorable du préfet coordonnateur de bassin.

Une stratégie locale comporte :

- une synthèse de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), restreinte à son périmètre ;
- la carte, sur son territoire, des zones inondables et des risques d'inondation ;
- les objectifs fixés par le PGRI et les mesures locales proposées pour les atteindre (prévention, protection, sauvegarde des populations).

Certaines mesures de la stratégie locale peuvent être reportées dans le PGRI. Dans ce cas, elles prennent une valeur juridique et les documents d'urbanisme doivent être rendus compatibles en conséquence.

Demain, les SLGRI seront des outils stratégiques à l'échelle locale, notamment pour la gestion des inondations par ruissellement. Elles permettent en effet d'avoir un diagnostic commun et partagé du territoire et de se baser sur des objectifs collectifs. Cependant, au même titre que pour les PGRI, il faudra certainement attendre quelques temps avant que le ruissellement n'y tienne la place qui lui est due. Les SLGRI pourront intégrer davantage d'éléments sur ce type d'inondation une fois que les PGRI auront des objectifs plus ambitieux sur le sujet. À terme, on peut envisager que le PAPI vienne compléter la stratégie locale en apportant, entre autres, la notion de montage financier, de calendrier et la clarification des maîtrises d'ouvrage.

Contenu de la SLGRI

La SLGRI permet d'aborder la question de la gestion du risque d'inondation sous tous ses aspects.

Plaquette de présentation des SLGRI par le bassin Seine-Normandie - extrait

“Exemples d'axes de travail des stratégies locales

- **Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque** : information préventive (DICRIM), [...] programmes d'acquisition de connaissance sur l'hydrologie, amélioration de la capitalisation de l'information lors de crues [...]
- **Alerte et gestion de crise** : réalisation de plans communaux de sauvegarde, d'exercices de crise à différentes échelles, de plans de continuité d'activité par les entreprises, les opérateurs de réseaux, prise en compte des événements de probabilité faible, etc.
- **Urbanisme et aménagement du territoire** : élaboration/révision du PPRi, intégration des risques dans les SCoT, [...] étude de vulnérabilité à l'échelle de projets urbains [...], etc.
- **Réduction de la vulnérabilité** : réalisation de diagnostics de vulnérabilité, [...] opérations globales en cas de rénovation urbaine, amélioration de la connaissance sur les techniques innovantes, etc.
- **Ralentissement des écoulements** : restauration [...] de zones humides, rétention des eaux à l'amont, aménagement de zones de sur-inondation [...], etc.

“Selon le diagnostic propre à chaque territoire, les objectifs et mesures de la stratégie porteront plus particulièrement sur certains axes de travail.”

“Au sujet de la connaissance de l'aléa, d'autres travaux préparatoires de SLGRI déclarent que l'analyse des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et des documents locaux d'urbanisme a mis en valeur, en plus de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau, l'exposition du territoire aux remontées de nappe phréatique et au ruissellement. L'amélioration de la connaissance de ces phénomènes d'inondation est un enjeu important pour adapter l'aménagement des territoires et réduire leur vulnérabilité.”

Conclusion

La gestion des inondations par ruissellement connaît une évolution certaine depuis quelques décennies et ce sujet va continuer de prendre de l'ampleur. Avec l'accroissement continu des surfaces imperméabilisées et l'évolution des pratiques agricoles, le problème concerne et concernera un nombre croissant de villes, sans distinction de taille.

De nombreuses incertitudes planent sur la problématique, notamment avec la création de la compétence GEMAPI, qui laisse à part la gestion du ruissellement et les sujets associés (eaux pluviales, érosion). S'ajoute à cela la possible suppression de la taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines. À ce titre, la question du financement de la gestion des inondations par ruissellement reste un obstacle majeur. En effet, pour ce qui est du volet "eaux pluviales", la plupart des communes doivent prendre sur leur budget général pour financer la gestion des eaux pluviales sur leur territoire. D'autre part, il est encore difficile de solliciter des financements dédiés à la prévention des inondations lorsqu'il s'agit d'événements liés au ruissellement.

Cependant, grâce à l'impulsion de certaines collectivités pionnières qui ont réagi face aux crises qu'elles ont connues, la gestion de ce type d'inondation prend un nouveau tournant, mais en plusieurs étapes. La marche permettant de passer du "tout tuyau décennal" à des systèmes alternatifs plus durables a déjà été franchie par beaucoup d'acteurs. Celle qui va au-delà de la simple gestion des eaux pluviales, pour établir un continuum jusqu'à la crise d'inondation, est plus rarement envisagée. Il s'agit donc de profiter de la progression de ce premier changement pour donner de l'élan à la phase suivante.

Enfin, retenons que l'adaptation urbaine est une clé de l'action, que cette adaptation se fasse pour réduire l'aléa à la source ou pour aider la ville à faire face aux conséquences de la réalisation de cet aléa. Dans ce domaine, la multifonctionnalité des espaces est essentielle pour l'amélioration de l'aménagement des territoires. Dans un contexte économique tendu, d'une diminution du foncier disponible et du constat d'un manque d'entretien des ouvrages installés par le passé, les espaces multifonctionnels, dans des conditions de bonne gestion, permettent de rentabiliser le financement et l'usage des espaces aménagés tout en assurant leur pérennité.

Le ruissellement reste le parent pauvre de la gestion des inondations du fait de la prise de conscience tardive du phénomène. Cela résulte aujourd'hui en un manque de connaissances sur le sujet et, de fait, une mauvaise visibilité dans les textes, même les plus récents. La porte ne lui est cependant pas fermée et il est indispensable de profiter de la mise en œuvre du deuxième cycle de la "Directive inondation" en 2017 pour lui donner la place qui lui est due, aux côtés des autres types d'inondation.

Des références pour aller plus loin

Références législatives et réglementaires

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.

Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, NOR : DEVX0822225L.

Directive 2007/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Recommandations stratégiques et techniques

CIRIA (2014), Managing urban flooding from heavy rainfall - Encouraging the uptake of designing for exceedance - C738.

Office international de l'eau (mars 2014), “Les eaux pluviales”, Cahier technique n° 20.

Agence de l'eau Seine-Normandie, composante urbaine, LEESU (2013), Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines - Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement, mis à jour en mars 2013.

MEDDE (juillet 2012), Guide d'accompagnement pour la mise en place de la taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines.

CIRIA (2012), Retrofitting to manage surface water - C713.

GRAIE (2009), Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme.

AREAS, Conseil général de Seine-Maritime (mai 2006), Guide d'élaboration d'un schéma de gestion des eaux pluviales.

MEDD (2006), Les collectivités locales et le ruissellement pluvial.

CIRIA (2006), Designing for exceedance in urban drainage - Good practice - C635.

J.-B. Narcy (2004), Pour une gestion spatiale de l'eau - Comment sortir du tuyau ?, Ecopolis.

MEDDTL (2004), Plan de prévention des risques - Les risques d'inondation - Le ruissellement périurbain, Note complémentaire.

CERTU (juin 2003), La ville et son assainissement.

MATE/METL (1999), Plans de prévention des risques naturels - Risques d'inondation - Guide méthodologique, La Documentation française.

Quelques retours d'expérience

P. Bourgogne (2009), Retour sur 25 ans de techniques alternatives sur l'espace public, communauté urbaine de Lille.

J. Maigne (2006), Gestion durable des techniques alternatives en assainissement pluvial, communauté urbaine de Lyon.

Glossaire

Abaque

Dans le contexte présent, un abaque est un graphique ou un tableau permettant de trouver une valeur numérique sans faire de calcul. Les abaques de l'instruction de 1977 mettaient en relation de nombreux paramètres permettant de dimensionner les réseaux de gestion des eaux usées et des eaux pluviales.

Adsorber

Capacité que peut avoir un matériau solide à fixer à sa surface des éléments présents dans un gaz ou un liquide. Les éléments ne pénètrent pas la matière, il ne s'agit donc pas d'absorption. Les matières ayant une structure en feuillets (argile) ou très poreuse (charbon actif), ont une très bonne capacité d'adsorption.

Assolement

Répartition des cultures entre les parcelles d'un territoire, pour une année.

Bétoire

Puits naturel entre la surface et des galeries souterraines, dans le contexte d'un sol karstique. En cas d'événement pluvieux, les eaux de ruissellement s'y engouffrent.

Croûte de battance

Sous l'impact des gouttes de pluie (mais aussi d'autres facteurs tels que le piétinement par exemple), certains sols se désagrègent. Alors, les particules les plus fines forment une couche superficielle qui agit comme un ciment : très peu perméable, elle empêche l'eau de s'infiltrer et accentue le phénomène de ruissellement. On appelle cette formation une croûte de battance.

Déversoir d'orage

Ouvrage permettant, en cas d'événement pluvieux trop important, de déverser directement au milieu naturel les eaux en excédent dans les canalisations. Ce type d'ouvrage est présent aussi bien sur les réseaux unitaires que séparatifs. Il permet de ne pas saturer les canalisations et installations de traitement en aval. En revanche, son usage représente une dégradation environnementale difficilement compatible avec le nouveau cadre réglementaire européen.

Enveloppe approchée des inondations potentielles

Tracé, à l'échelle des grands bassins hydrographiques, des zones potentiellement inondables par débordement de cours d'eau, ruissellement concentré en fond de talweg ou par submersion marine. Ces cartes ne donnent pas d'indication quant à la probabilité d'occurrence du phénomène, ni sur ses caractéristiques (hauteur d'eau, vitesse...).

Fines

Matériaux d'origine minérale et de dimensions millimétriques.

Mulch

Également appelé "paillis", le mulch est un matériau (paille, feuilles mortes...) utilisé pour recouvrir le sol afin, entre autres, de réguler sa température et de conserver l'humidité. Le mulch améliore la capacité d'absorption du sol, ainsi que sa rugosité face à un ruissellement éventuel.

Noue

Dans le contexte présent, une noue est un fossé végétalisé à pente douce ayant une faible profondeur (30 à 60 cm) et une largeur relativement importante (1 m au moins). L'eau qui y est rejetée est évacuée par infiltration dans le sol avoisinant et/ou par un drain vers un système de collecte aval.

Ruissellement hortonien

Ruissellement des eaux pluviales, du fait de l'intensité de la pluie, qui dépasse la capacité d'infiltration du sol. Même si le sol est sec, le débit de pluie entrant dans le sol ne suffit pas à absorber la pluie et les eaux excédentaires ruissellent en surface.

Sol karstique

Sol de nature calcaire ou gypseuse subissant une dissolution du fait de la circulation de l'eau en son sein. En s'infiltrant dans ce type de sol, l'eau dissout les roches calcaires ou gypseuses, formant au fil du temps des avens ou bétoires (point d'entrée de l'eau dans le sous-sol), des rivières et galeries souterraines et des résurgences (point de sortie de l'eau).

Talweg

Ligne représentant le fond d'une vallée (sèche ou en eau), elle relie les points les plus bas de cette vallée.

Liste des principaux sigles et abréviations

ACB	Analyse coûts-bénéfices
AEP	Approvisionnement en eau potable
AMC	Analyse multicritères
APIC	Avertissement de pluie intense à l'échelle des communes
ANRU	Agence nationale pour la rénovation urbaine
CATNAT	Catastrophe naturelle
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (intégré au CEREMA)
CGCT	Code général des collectivités territoriales
CIRIA	Construction Industry Research and Information Association
CLE	Commission locale de l'eau
COS	Commandant des opérations de secours
DCE	Directive cadre sur l'eau
DDRM	Document départemental des risques majeurs
DERU	Directive sur les eaux résiduaires urbaines
DICRIM	Document d'information communal sur les risques majeurs
DOG	Document d'orientations générales
DOS	Directeur des opérations de secours
DUP	Déclaration d'utilité publique
EPCI	Établissement public de coopération intercommunale
EPRI	Évaluation préliminaire des risques d'inondation
FEADER	Fonds européen agricole pour le développement rural
FPRNM	Fonds de prévention des risques naturels majeurs
IAL	Information acquéreur-locataire
IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
LEMA	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
LENE	Loi portant engagement national pour l'environnement
LIDAR	Light Detection and Ranging
MAEC	Mesure agro-environnementale et climatique
MAPAM	Modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
MESAM	Mesures contre l'érosion et sensibilisation des agriculteurs en faveur du milieu
OAP	Orientations d'aménagement et de programmation
ORSEC	Organisation de la réponse de sécurité civile
PADD	Projet d'aménagement et de développement durables
PAGD	Plan d'aménagement et de gestion durables
PAPI	Programme d'actions de prévention des inondations
PCA	Plan de continuité d'activité
PCS	Plan communal de sauvegarde
PGRI	Plan de gestion des risques d'inondation

PLU	Plan local d'urbanisme
PPRi	Plan de prévention des risques d'inondation
PPRN	Plan de prévention des risques naturels
PSR	Plan submersions rapides
RAC	Responsable des actions communales
RCSC	Réserve communale de sécurité civile
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SDGEP	Schéma directeur de gestion des eaux pluviales
SLGRI	Stratégie locale de gestion des risques d'inondation
SMBVAS	Syndicat mixte du bassin versant de l'Austreberthe et du Saffinbec
SPC	Service de prévision des crues
SyAGE	Syndicat mixte pour l'assainissement et la gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres
TRI	Territoire à risques importants
ZAP	Zone d'action prioritaire
ZP	Zonage pluvial

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont bien voulu partager leurs expériences, apportant une contribution précieuse à l'élaboration de ce guide.

Aurélié Bonafos, animatrice du volet urbain au SMBVAS.

Ghislaine Chamayou-Machet, chef du service Études générales assainissement et milieux aquatiques du Conseil général du Val-de-Marne.

Jérôme Chemitte, responsable d'études techniques chez Allianz.

Adèle Colvez, animatrice du Plan bleu du Conseil général du Val-de-Marne.

Michel Cortinavis, président du SMBVAS.

Jérôme Defroidmont, adjoint au chef de cellule PPR Direction départementale des territoires et de la mer du Nord/SSRC.

Valérie Emphoux, responsable du service eaux pluviales et lutte contre les inondations de la ville d'Antibes.

Sabine Fourel, responsable du pôle Prospective et Bilan du SyAGE.

Jérôme Ledun, chargé de mission AREAS.

Nathalie Le Nouveau, directrice de projet Eau à la Direction technique territoires et ville du CEREMA.

Christine Mengus, chargé de mission "risques climatiques" à la DGSCGC, Ministère de l'Intérieur.

David Moncoulon, doctorant modélisateur et études techniques à la Caisse centrale de réassurance.

Manuel Philippe, chef de la cellule PPR Direction départementale des territoires et de la mer du Nord/SSRC.

Christian Ray, responsable service technique, Syndicat intercommunal d'assainissement unifié du bassin cannois.

Sydney Simpson, Flood Risk and Mapping Surveyor at the Department of Regeneration and Culture, City of Bradford Metropolitan District Council.

Nous remercions également **Sarah Gerin-Chassang** et **David Bourguignon** de la Mission Risques Naturels, pour leur travail cartographique.

Avec le soutien



CEPRI

Centre Européen de
Prévention du Risque d'Inondation

Document édité par le CEPRI
Octobre 2014 / ISSN en cours
Création maquette et illustrations :
www.neologis.fr (14.10.26)
Cette brochure est téléchargeable sur :
www.cepri.fr (publications)
Reproduction interdite sans autorisation