

Les collectivités locales et le ruissellement pluvial



Ce dossier a été réalisé sous la maîtrise d'ouvrage de la direction de la Prévention des pollutions et des risques du ministère de l'Écologie et du développement durable (MEDD/DPPR), par Jean Gaber et Marie Renne.

Il a été réalisé par le Certu (Sylvie Vigneron, Bernard Guézo), avec la participation et les contributions :

- du CETE du Sud-Ouest (Jean-Daniel Baladès), du LRPC de Clermont-Ferrand (Marc Livet), du LREP (Sandrine Liénard) et du CETE Méditerranée (Patrick Chassé, Frédéric Pons, Séverine Lopez),*
- des membres du groupe « ruissellement pluvial » de l'Institut de Prévention et de Gestion des Risques (IPGR), dirigé par Claude Collin et piloté par Dominique Laplace (SERAM, Marseille), avec particulièrement leurs contributions et celles d'Éric Morvan (Ville d'Arles), de Sylvain Chave (BRL), de Jean-Christophe Plazannet (MRN) et de Yves Delacrétaz (Grand Lyon).*

Nous remercions l'ensemble des personnes ayant également contribué à la réalisation du dossier par leurs observations et compléments : Nathalie le Nouveau (LRPC de Nancy), Françoise Gauquelin (DIREN Rhône-Alpes), Jean Chappier (Grand Lyon), Alain Faure-Soulet (CETE Méditerranée), Éric Valla (Certu).

Juillet 2006



Sommaire

Introduction.....	2
<i>Généralités sur le phénomène</i>	3
1 - Qu'est-ce qu'une inondation par ruissellement ?.....	3
<i>Caractérisation du phénomène</i>	
<i>Formation d'une inondation par ruissellement</i>	
<i>Dégâts provoqués</i>	
2 - Quels sont les facteurs aggravants ?.....	6
<i>En milieu rural : modification de l'espace par les activités humaines</i>	
<i>En milieu urbain et périurbain : augmentation des surfaces imperméabilisées</i>	
<i>et modification des axes d'écoulement</i>	
<i>Comment prendre en compte et gérer ce risque ?</i>	9
1 - Prise de conscience du risque par les élus	10
2 - Analyse du territoire par rapport au ruissellement.....	10
<i>Caractérisation des écoulements</i>	
<i>Caractérisation des enjeux et de leur vulnérabilité</i>	
3 - Stratégie d'action	14
<i>Un champ d'actions très large</i>	
<i>Des actions coordonnées pour intégrer le risque de façon durable aux préoccupations communales</i>	
4 - Prévention et réduction du risque de ruissellement.....	16
<i>Les actions conjuguées de l'État et des Collectivités Territoriales</i>	
<i>Les outils de prévention et de réduction du risque</i>	
<i>Sensibilisation de la population et culture du risque</i>	
5 - Anticipation dynamique et préparation de la gestion de crise.....	23
<i>Prévision</i>	
<i>Plan Communal de Sauvegarde</i>	
6 - Bilan et retour d'expérience.....	26
<i>Compléments techniques</i>	28
CT n°1 : Caractérisation des écoulements	29
CT n°2 : Syndicat de bassin versant.....	33
CT n°3 : Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)	34
CT n°4 : PLU et carte communale.....	35
CT n°5 : Zonage d'assainissement pluvial.....	38
CT n°6 : SDAGE et SAGE.....	40
CT n°7 : PPR ruissellement	42
CT n°8 : Adaptation des espaces public : utilisation des techniques alternatives	44
CT n°9 : L'assurance des ouvrages de prévention des inondations par ruissellement	50
CT n°10 : Paysage et pratiques culturelles adaptées.....	51
<i>Illustrations</i>	57
Lempdes (63) : des solutions combinées sur un petit bassin versant périurbain.....	58
Agglomération clermontoise (63) : de l'assainissement à la prévention des risques.....	61
Agglomération bayonnaise (64) : la réponse opérationnelle par le zonage pluvial.....	64
Zonage pluvial : la démarche pragmatique de l'agglomération lyonnaise (69).....	67
Val-de-Marne : PPR inondation et coulées de boues par ruissellement en milieu urbain	69
Vitry-sur-Seine (94) : étude préalable à des actions multiples en milieu urbanisé	73
<i>Conclusion</i>	76
<i>Liste des sigles et abréviations</i>	77
<i>Bibliographie</i>	78

Introduction

Les collectivités territoriales ont été affectées de façon parfois très forte ces dernières années par les inondations par ruissellement. Des événements ont marqué les esprits, dont certains ont atteint des niveaux de gravité extrêmes ou occasionné des dommages significatifs : Nîmes en 1988, Vaison-la-Romaine en septembre 1992, Seine-Maritime en 1998, 1999 et 2000, Nord Isère (Saint-Geoire-en-Valdaine) et Drôme en juin 2002, Basse-Normandie (Trouville-sur-mer) et Île-de-France les 31 mai et 1^{er} juin 2003, Hérault (Lunel) et Gard le 22 septembre 2003, Marseille en septembre 2000 et décembre 2003, Gard en septembre 2005, etc.

À cette répétition des événements s'ajoute l'actualité réglementaire, qui donne de plus en plus de responsabilités aux collectivités territoriales dans le domaine des risques :

- information accrue des populations et installation de repères de crues avec la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003, et ses décrets d'application n° 2005-134 du 15 février 2005 et n° 2005-233 du 14 mars 2005,

- instauration des plans communaux de sauvegarde avec la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 et le décret d'application n° 2005-1156 du 13 septembre 2005.

Ces nouvelles responsabilités des collectivités territoriales s'ajoutent à leur attribution traditionnelle d'intégration du risque dans l'urbanisme, et viennent également en complément de l'action de prévention menée par l'État au travers des Plans de Prévention des Risques naturels (PPR).

Du fait de ce contexte nouveau et de la complexité du phénomène d'inondation par ruissellement, il nous a semblé qu'un dossier technique était utile sur cette question.

Le développement urbain, l'usage des sols et la modification des pratiques culturelles des dernières décennies ont contribué à l'émergence de situations à risques dont l'appréhension et le traitement sont en effet rendus complexes pour les raisons suivantes :

- Les inondations par ruissellement recouvrent des **phénomènes physiques différents** selon qu'elles se produisent en espace rural, périurbain ou urbain.

- Les **événements très locaux** affectent de petits bassins versants ; leur caractère **soudain et de courte durée** implique une sensibilisation des personnes concernées au plus près du terrain et une action permanente pour encourager les mesures de prévention.

- L'échelle de gravité recouvre toutes les situations, depuis l'inondation simple jusqu'à la catastrophe majeure.

Cette diversité des phénomènes, leur dispersion potentielle sur le territoire, comme leur caractère très localisé, posent la question de la transcription du ruissellement pluvial en un ensemble de concepts simples qui pourraient être appropriés puis mis en œuvre par les acteurs locaux dans une politique de prévention adaptée à chaque situation. Comment faire un diagnostic pluvial sur la commune ? Quels sont les outils à disposition des collectivités territoriales et de l'État ? Comment mettre en œuvre les solutions ?

Généralités sur le phénomène

1 - Qu'est-ce-qu'une inondation par ruissellement ?

1.1 - Caractérisation du phénomène

Différents types d'inondations

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes :

- l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement,
- l'homme qui d'une part construit dans les chemins de l'eau (implantation de constructions, équipements et activités dans l'espace alluvial), d'autre part imperméabilise et provoque du ruissellement dommageable aux zones aval.

Le Ministère de l'Écologie et du développement durable a établi une typologie¹ des phénomènes naturels dans le cadre de leur suivi sur le territoire français. Cette typologie distingue cinq catégories d'inondations :

- par une crue (débordement de cours d'eau),
- par ruissellement et coulée de boue,
- par lave torrentielle (torrent et talweg),
- par remontées de nappes naturelles,
- par submersion marine.

Inondation par ruissellement

Une inondation par ruissellement pluvial est provoquée par « *les seules précipitations tombant sur l'agglomération, et (ou) sur des bassins périphériques naturels ou ruraux de faible taille, dont les ruissellements empruntent un réseau hydrographique naturel (ou artificiel) à débit non permanent, ou à débit permanent très faible, et sont ensuite évacués par le système d'assainissement de l'agglomération [ou par la voirie].*

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 »².

Une inondation par ruissellement présente les caractéristiques suivantes :

- ***Il s'agit d'un phénomène localisé dans l'espace et dans le temps***, lié au développement spatio-temporel des cellules orageuses et à leur production de pluie, survenant dans des parties de bassins versants, allant de faibles superficies de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres carrés (30 à 40 km²), à des superficies plus importantes.

Il arrive que les bassins versants concernés n'aient jamais subi d'inondations connues, même modérées, et qu'ils soient subitement affectés par une inondation exceptionnelle. Cette situation accroît la vulnérabilité des habitants exposés, qui n'ont pas conscience de l'existence d'un risque.

- ***Le ruissellement n'est pas canalisé dans un cours d'eau identifié***, mais dans des parties de bassins versants sans écoulement permanent (vallons secs, thalwegs, corps de rue en milieu urbain).

- ***Le phénomène pluvieux est soit un orage, soit un événement pluviométrique d'une intensité pluvieuse exceptionnelle***

Les inondations par ruissellement succédant à des orages surviennent surtout entre mai et novembre. Elles sont directement liées à l'intensité pluvieuse et à la localisation des orages. Elles dépendent aussi de la pluviométrie hivernale : suite à un hiver pluvieux, le sol gorgé d'eau a une capacité de rétention réduite.

¹ - <http://www.prim.net>.

² - Source : Desbordes M.

Ainsi par exemple, le 2 juin 2003 à Trouville, les inondations ont été provoquées par deux averses successives de 35 à 40 mm chacune séparées de 5 heures.

Mais elles peuvent aussi succéder à une longue période de précipitations. Elles surviennent alors souvent entre octobre et février et sont consécutives à la quantité d'eau tombée plus qu'à l'intensité de la pluie.

Les inondations par ruissellement peuvent être amplifiées par d'autres types d'inondations : crues, inondations maritimes ou remontées de nappes.

Les régions méditerranéennes et la Normandie (plus particulièrement la Seine-Maritime : Pays de Caux, Petit Caux, ...) sont parmi les secteurs les plus touchés par les inondations par ruissellement en France.

Source : Subdivision de Roussillon-Beurepaire.



Champs agricoles inondés.

Source : F. Dégardin.



Maisons menacées d'inondation par ruissellement à Méjannes-lès-Alès.

1.2 - Formation d'une inondation par ruissellement

Lors d'un événement pluvieux sur un bassin versant, le ruissellement généré dépend de la capacité d'infiltration du sol, principalement en amont. Il apparaît lorsque l'intensité de la pluie est supérieure à la capacité du sol à infiltrer l'eau.



L'eau qui ne s'infiltré pas se concentre, érode le sol, se charge en particules solides et dévale les pentes jusqu'au point le plus bas du bassin versant, son exutoire. Cette concentration des eaux de ruissellement peut provoquer des dégâts très importants à la sortie du bassin versant, notamment lorsque l'exutoire est urbanisé.

Quelques chiffres³

- Dans les régions de grandes cultures, comme le Pays de Caux par exemple, une pluie même faible, d'intensité parfois inférieure à 10 mm/h, déclenche un ruissellement et une érosion importants.
- La perméabilité de la surface du sol peut descendre en-dessous de 2 mm/h en période humide.

Le phénomène pluviométrique à l'origine du ruissellement nécessite des moyens particuliers pour faire l'objet d'une prévision. À ce jour, seule une indication de vigilance peut être donnée par les services météorologiques au grand public et aux collectivités.

Une prévision plus précise nécessite un suivi des trajectoires des cellules orageuses vues par un

³ - AREHN, 2002. Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, 1996.

radar météorologique. Seules quelques collectivités se sont organisées en France pour ce suivi.

De nombreuses caractéristiques du bassin versant – morphologiques, topographiques, géologiques, pédologiques, hydrauliques – peuvent influencer le développement et l'ampleur du ruissellement :

- sa **superficie** et la position des exutoires,
- la **pente** : les vitesses d'écoulement seront d'autant plus élevées que les pentes moyennes sur le bassin versant seront fortes,
- la nature, la dimension et la répartition des **axes d'écoulement** naturels (fossés, ...) et artificiels (réseau et ouvrages hydrauliques, configuration du réseau de voiries), courants et exceptionnels.
- les **points bas**, les dépressions topographiques qui peuvent constituer des zones de stockage (mares, ...), ouvrages souterrains, etc.
- les **lieux et mécanismes de débordement** (influence des ouvrages et aménagements),
- le **couvert végétal** des bassins est un élément important en zones rurales et périurbaines : bois et forêts, prairies, terres labourées, ... Un sol peu végétalisé favorisera le ruissellement des eaux et conduira à des temps de réponse beaucoup plus courts qu'un couvert forestier ou herbeux dense.
- l'**imperméabilisation** du sol : un sol goudronné produit immédiatement et en totalité le ruissellement de la pluie reçue.
- la **nature du sol et son état** sont déterminants : les sols secs et les sols saturés notamment, mais

Phénomène de battance : quelques chiffres⁴

La surface du sol, travaillée et ouverte, se ferme progressivement car les particules fines sont entraînées par les gouttes de pluie et l'éclatement des mottes par la pluie de forte intensité entraîne le colmatage de la surface du sol, formant une croûte de battance. Le sol devient ainsi compact sur quelques millimètres et la vitesse à laquelle l'eau peut s'infiltrer diminue. Les sols bruns lessivés sont particulièrement sensibles à la battance.

Une croûte de battance peut se former après seulement 6 à 10 mm de pluie. Ainsi, lorsque le sol est nu ou trop finement travaillé, le ruissellement apparaît rapidement.

Sur un sol battu, pour un hectare de sol, chaque millimètre de pluie provoque le ruissellement de 10 m³ supplémentaires d'eau chargée en limons.

aussi le phénomène de battance (voir encadré), favorisent l'apparition du ruissellement.

1.3 - Dégâts provoqués

En amont, ce sont surtout les agriculteurs qui subissent les dégâts du ruissellement : les semis peuvent être détruits, les ravines gênent le passage des engins agricoles, la fertilité du sol diminue, puisque la terre fine riche en éléments fertilisants et en matière organique est entraînée vers l'aval.

Sur le chemin de l'eau et à l'aval, le ruissellement peut dégrader des habitations, des ouvrages d'art et des routes, emporter des véhicules. Les principaux dégâts constatés sont les engravements et salissements de chaussées et d'habitations, voire leur destruction, ainsi que le colmatage des buses, des fossés et des bassins d'orage, ce qui peut aggraver les risques d'inondation. Indirectement, le ruissellement peut entraîner la pollution des eaux superficielles et souterraines, du fait notamment de la forte turbidité des eaux.

Du fait de la montée de l'eau généralement brutale et de la combinaison de sa vitesse et de sa hauteur, l'inondation peut provoquer des dommages aux personnes, biens et activités.



Affaissement sous une route départementale.

Source : Subdivision de Roussillon-Beaurepaire.

4 - AREHN, 2002. Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, 1996 et AREHN, 2002, AUZET, 1987.

5 - Coût estimatif du Conseil Général de Seine-Maritime. Cette somme englobe également la réfection des accotements, fossés et autres talus ravagés par les coulées de boue (DOUYER, MICHEL 1998).

Source : Subdivision de Roussillon-Beaurepaire.



RN7 coupé à Salaise-sur-Sanne.

Ces dommages ont un coût important. Lors de l'orage du 16 juin 1997 en Seine-Maritime, ce sont par exemple plus de 5 millions d'euros⁵ qui ont dû être engagés pour remettre en état plus d'une dizaine de kilomètres de routes départementales endommagées.

Source : Subdivision de Roussillon-Beaurepaire.



Centre d'exploitation de la subdivision de l'Équipement de Roussillon inondé.

De la perturbation au risque pour la vie humaine

Dans la plupart des cas, les inondations par ruissellement créent une perturbation pour les usagers, des dégâts matériels, mais sans conséquences graves pour la vie humaine.

Mais il est des cas où les inondations soudaines ont des conséquences graves pour la vie humaine : en 1826 à Riom (63), 42 personnes sont mortes un jour de marché, suite à une inondation par ruissellement sur un bassin versant de 20 km². Plus récemment, en 1997, trois personnes ont trouvé la mort dans leur voiture lors de l'inondation par ruissellement sur le petit bassin versant de Saint-Martin-de-Boscherville dans le Pays de Caux.

De l'autre côté de la Méditerranée, en novembre 2001, plus de 800 personnes ont trouvé la mort à Alger suite à une inondation par ruissellement sur un bassin versant de 10 km².

2 - Quels sont les facteurs aggravants ?

Le ruissellement pluvial a pour origine des facteurs naturels, comme la nature des sols, les précipitations, et la configuration des bassins versants, mais il peut être aggravé par les activités humaines, qui affectent l'occupation et l'usage des sols tant en milieu rural qu'en milieu urbain. L'imperméabilisation conduit à une augmentation des vitesses et des volumes ruisselés.

Toutefois, il est important de souligner que l'imperméabilisation des sols n'a un effet aggravant que pour des pluies ordinaires. Pour des précipitations très fortes, les terrains se saturent et le ruissellement devient indépendant de l'occupation des sols.

2.1 - En milieu rural : modification de l'espace par les activités humaines

L'évolution des espaces ruraux s'est faite au XX^e siècle et particulièrement dans les dernières décennies, dans le sens d'une augmentation des facteurs aggravant le ruissellement. Les pratiques culturelles ont évolué et des éléments traditionnels du paysage ont disparu.

Évolution des pratiques culturelles

Types de cultures

Progressivement, les cultures industrielles se sont développées. Ainsi, les surfaces de cultures sarclées, comme la pomme de terre ou la betterave, ont augmenté ; ces cultures laissent le sol à nu pendant une période importante du cycle saisonnier. Les surfaces cultivées de maïs, dont les semis sont tardifs et les rangs écartés, se sont également accrues. Ces deux types de culture tendent à accroître la rapidité de l'écoulement des eaux et leur concentration au bas des versants. Il en est de même de la vigne, qui, comme le maïs, limite la couverture végétale au sol et favorise les ruissellements en surface.

Mode d'exploitation

Certaines techniques culturelles (drainage, sens des labours, ...) peuvent aussi aggraver les phénomènes de ruissellement en modifiant les



écoulements dans les pentes. S'ajoutent à cela les passages d'engins de plus en plus lourds qui peuvent modifier par tassement la porosité du sol et la vitesse d'infiltration de l'eau.

Transformation de prairies en labours

Dans les années 1980, les prairies ont été peu à peu remplacées par des cultures de maïs subventionnées par la Politique Agricole Commune et les quotas laitiers ont été mis en place, entraînant une diminution de la surface toujours en herbe. Or, les sols cultivés ont une capacité de stockage de l'eau moins importante que les sols occupés en permanence par les végétaux, comme les forêts ou les prairies.

Disparition d'éléments structurants du paysage : haies et zones humides

L'ensemble de ces modifications s'est accompagné de la suppression de nombreux éléments structurants du paysage : des haies ont été arrachées, des fossés et des mares comblés, des talus arasés, des chemins ruraux supprimés [Cf. tableau d'évolution de l'occupation du territoire page suivante]. La suppression de ces composants, qui jouaient un rôle important dans le cheminement de l'eau, contribue à diminuer la capacité intrinsèque de stockage du bassin versant et à accroître la vitesse du ruissellement.

Haies



Photo : S. Vignerot.

Les haies, outre leur rôle de protection contre le vent et donc contre le dessèchement, favorisent l'infiltration des eaux de ruissellement et leur rétention. Or l'augmentation de la taille des parcelles liée à l'évolution des pratiques culturales entraîne une diminution de leur linéaire.

Quelques chiffres

- Avec le passage de la polyculture à la monoculture et la mécanisation, la taille des parcelles a augmenté à l'occasion des remembrements. Les parcelles de moins de 2 ha ont disparu progressivement au profit de grandes parcelles pouvant atteindre plus de 10 ha.
- Le CAUE de Seine-Maritime a estimé à partir de photos aériennes la régression du linéaire de haies, dans le département, sur la période 1947 / 1985. Les résultats ont montré qu'environ 40 % du linéaire de haies, caractéristiques du paysage de bocage normand, ont disparu sur cette période.

Zones humides

Les zones humides sont les marais, bordures de cours d'eau, parties affleurantes des plaines alluviales, étangs, petits plans d'eau, mares, etc. Plus de la moitié a disparu au cours des trois dernières décennies, en France. Or, en stockant de grandes quantités d'eau pendant les crues, les zones humides jouent un rôle important dans la régulation des écoulements.

Les mares, qui faisaient autrefois partie du paysage traditionnel, constituaient une source d'approvisionnement en eau pour les habitants et d'abreuvoir pour les animaux sur les plateaux, dans les prairies ou dans les cours de fermes. Elles étaient donc disséminées de manière à recueillir les eaux de ruissellement.

La spécialisation des exploitations agricoles, l'agrandissement de la taille des parcelles ainsi que l'adduction d'eau potable en zone rurale, conduisent au comblement progressif des mares. Ainsi, 90% des mares ont disparu depuis le début du XX^{ème} siècle, ce qui a considérablement réduit la capacité de stockage des eaux de ruissellement.

2.2 - En milieu urbain et périurbain : augmentation des surfaces imperméabilisées et modification des axes d'écoulement

L'extension de l'urbanisation et la multiplication des infrastructures linéaires constituent un facteur aggravant des phénomènes de ruissellement. Les **surfaces imperméabilisées** créées provoquent une augmentation des volumes et débits ruisselés, mais aussi de la vitesse d'écoulement. Elles entraînent une diminution de la capacité de

stockage des excédents d'eau lors d'événements pluvieux importants.

De plus, les routes, autoroutes, voies ferrées, canaux de navigation, sont le plus souvent surélevés par rapport aux terrains qui les bordent, afin de rester hors d'eau. Ces infrastructures linéaires constituent des **obstacles à l'écoulement** des eaux de ruissellement, qui vont se diriger et se concentrer dans des passages « obligés », en général des talwegs ou des cours d'eau.

Les ouvrages hydrauliques de ces infrastructures, destinés à assurer le transit des écoulements, peuvent eux-mêmes constituer des obstacles lorsqu'ils sont sous-dimensionnés, mal conçus ou mal entretenus.

D'autres interventions humaines sur le bassin versant aggravent le ruissellement, comme par exemple le busage de ruisseaux, la canalisation des écoulements, ou le comblement de lacs.

En milieu urbain et périurbain, ces modifications des **axes d'écoulement** naturels ont pour effet de réduire leur capacité hydraulique (couverture de

ruisseaux en ville par exemple) ou d'accélérer les vitesses d'écoulement : les réseaux hydrographiques naturels, de tracé irrégulier, modèrent la vitesse d'écoulement, alors que les tronçons aménagés des villes, souvent rectilignes, accélèrent les vitesses.

Évolution de l'occupation physique du territoire (IFEN)

L'enquête annuelle Teruti de l'IFEN montre une extension des surfaces artificielles telles que les bâtiments ou les surfaces goudronnées, entre 1992 et 2000. Notons toutefois que l'extension de surface des sols artificiels non-bâti inclut aussi les surfaces non-imperméabilisées, telles que les espaces verts artificiels des pelouses et jardins dans les zones pavillonnaires. Les haies, les arbres épars, les landes et les prairies perdent du terrain. En revanche, la forêt poursuit sa progression.

	Superficie 2000 (en km ²)	Variation relative de superficie 1992-2000 (en %)
Sols artificiels non bâtis	15 580	+ 17,7
Sols artificiels bâtis	10 590	+ 12,4
Routes et parkings	16 830	+ 9,6
Forêts	150 490	+ 4,3
Cultures annuelles	152 990	+ 0,9
Roches et eaux	18 250	- 0,7
Cultures pérennes	12 830	- 2,7
Prairies	109 800	- 6,1
Landes, parcours et alpages	41 710	- 7,4
Haies, arbres épars et peupleraies	18 870	- 8,7

Source : SCEES - IFEN, Teruti (<http://www.ifen.fr>)

Comment prendre en compte et gérer ce risque ?

La prise de conscience du risque de ruissellement par les élus est **l'étape préalable** à l'origine de la démarche de prévention et de traitement du risque. Un événement déclencheur, inondation brutale affectant le territoire communal, est souvent à l'origine de la prise de conscience du risque. Parfois, celle-ci peut également se faire lors de l'élaboration ou de la révision d'un document de planification ou d'urbanisme, à l'occasion de laquelle la question du risque de ruissellement est identifiée sur le territoire.

La mise en œuvre de la démarche de prévention et de traitement du risque par les acteurs locaux nécessite de dissocier dans le temps les phases d'identification des problèmes et de mise en œuvre de solutions, c'est-à-dire de respecter la chronologie suivante :

La première phase consiste à **caractériser le territoire** communal sous l'angle du ruissellement pluvial, c'est-à-dire de mettre en évidence la nature des risques auxquels la commune est soumise et les facteurs aggravants, les secteurs exposés et leur vulnérabilité.

La seconde phase est l'élaboration d'une **stratégie** de prévention et de réduction du risque. Au cours de cette phase, l'ensemble des actions

possibles est examiné, ainsi que leur intégration possible dans un ensemble cohérent. Il s'agit d'une étape importante d'appropriation par la commune.

C'est alors que peuvent être mises en œuvre les actions de **prévention et de réduction du risque**. Il s'agit de mettre en œuvre les solutions et les réponses opérationnelles dans le cadre de procédures programmées, assorties de délais.

Parallèlement, sont mises en œuvre les actions visant à **anticiper et à préparer** la survenue d'un événement. Cette phase est particulièrement importante pour les inondations par ruissellement, événements courts et soudains. Elle recouvre les questions relatives à l'alerte, la planification et la mise en œuvre du processus de gestion de crise.

La dernière phase est le **retour d'expérience** qui suit une inondation et qui va permettre d'améliorer l'ensemble de la démarche.

La **concertation** et la **communication** accompagnent l'ensemble du processus.

Les différentes phases de la démarche sont détaillées dans les chapitres qui suivent et récapitulées dans le schéma ci-dessous.



1 - Prise de conscience du risque par les élus

La prise de conscience du risque de ruissellement pluvial à l'échelle d'une commune peut intervenir dans des contextes différents.

Elle intervient souvent **suite à un ou plusieurs événements hydrologiques** qui ont affecté le territoire communal et qui ont révélé une sensibilité de la commune au risque de ruissellement : coulée de boue, inondations locales suite à des pluies intenses. Ces événements ont pu mettre en évidence des vulnérabilités particulières, comme par exemple des habitations construites dans des secteurs topographiques exposés.

L'exemple de Clermont-Ferrand⁶ montre une démarche initiée dans le cadre d'un schéma d'assainissement, venant se compléter par une approche PPR.

L'exemple de Bayonne montre une forte prise de conscience du phénomène de ruissellement à l'occasion de la révision du PLU, puis de la réalisation du zonage d'assainissement.

La prise de conscience peut aussi intervenir **à l'occasion d'études menées sur le territoire de la commune** et qui peuvent révéler une sensibilité locale forte à ce risque. Ces études ou projets peuvent être :

- l'élaboration d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) ou d'une autre démarche d'urbanisme, période à laquelle des experts réalisent des diagnostics sur le territoire de la commune et peuvent faire émerger la question du risque d'inondation par ruissellement pluvial,
- l'étude de l'assainissement de la commune, qui procure une vision globale des écoulements souterrains et de surface sur le territoire communal : drainage agricole, évacuation des eaux pluviales, etc.,
- l'élaboration du plan communal de sauvegarde dans sa phase d'identification des risques.

Cette étape préalable de prise de conscience du risque se distingue des étapes suivantes de la démarche, du fait notamment qu'elle relève de

la stratégie et qu'elle peut avoir des durées très variables, de quelques jours à plusieurs années, selon le contexte local.

2 - Analyse du territoire par rapport au ruissellement

Cette phase d'analyse consiste à caractériser le territoire communal sous l'angle du ruissellement pluvial. Elle vise à disposer d'un document de référence pour la commune, au même titre qu'un plan des réseaux. Cette étude de base met en évidence :

- la nature des risques potentiels auxquels la commune est soumise et les facteurs aggravants,
- les secteurs particulièrement exposés.

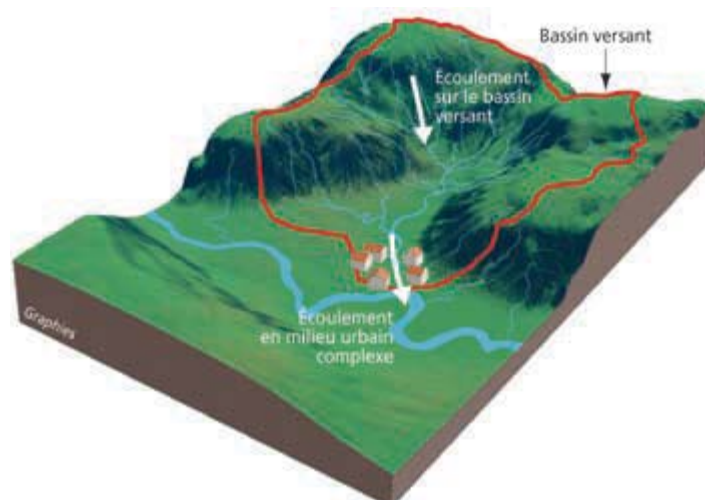
Le risque de ruissellement pluvial est le croisement d'un aléa, ici l'écoulement, avec un enjeu vulnérable : personnes, biens ou activités.

2.1 - Caractérisation des écoulements

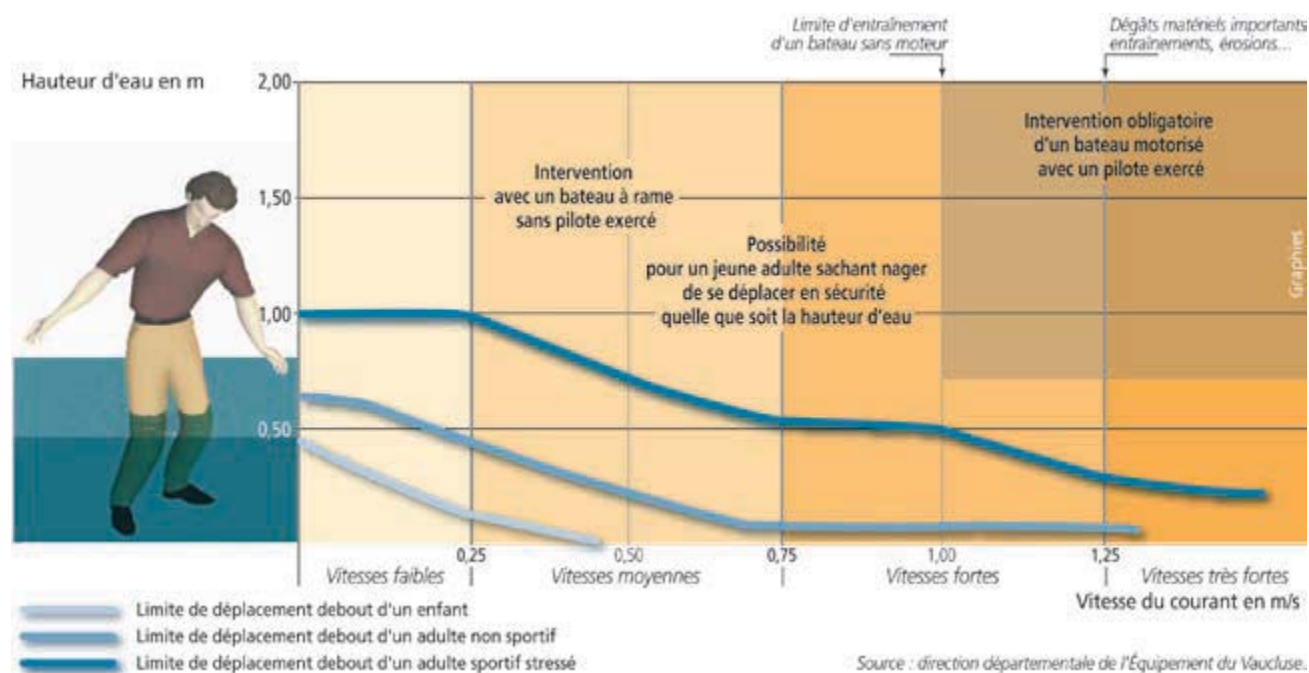
Les écoulements du bassin versant vers le milieu urbain

Le ruissellement pluvial est caractérisé par des écoulements parfois rapides, souvent accompagnés d'embâcles aggravant les dommages aux personnes et aux biens.

Les écoulements se comportent différemment sur le bassin versant amont et lorsqu'ils se propagent dans le milieu urbain.



6 - Les exemples repérés en vert sont ceux qui, cités dans les encadrés, font l'objet d'un développement en dernière partie du dossier.



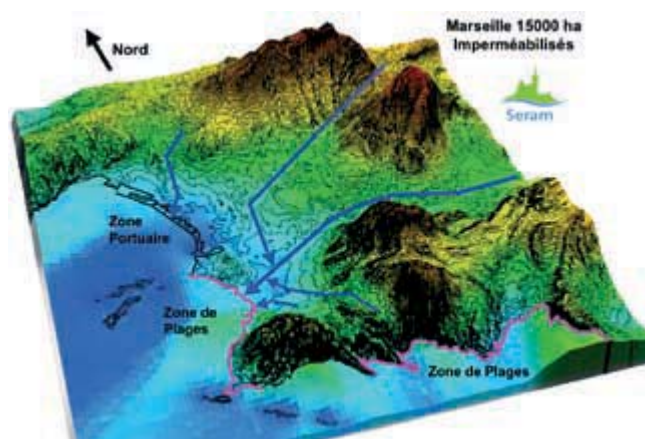
Les ruissellements amont peuvent être évalués à partir d'une approche géomorphologique menée au niveau du bassin versant : prise en compte du territoire et des aspects hydrologiques et hydrauliques simples par une méthode naturaliste. Les ruissellements en milieu urbain complexe, nécessitent plus souvent une approche par modélisation.

Une approche simple basée sur la topographie

Avant d'engager des études complexes, il est essentiel d'opter dans un premier temps pour une approche simple, basée sur des représentations 3D. Une cartographie des pentes du type de celle présentée ci-contre sur Marseille ou au chapitre 4.3 sur les communes d'Allauch et Gemenos, permet de visualiser les dangers.

Cette cartographie simple, peu coûteuse pour les petites communes, donne une première approche de l'aléa et suffit pour déclencher une prise de conscience.

Concernant la connaissance des caractéristiques de la pluie, il est utile pour le maire



Axes de ruissellement, pentes et lieux de concentration des écoulements sur la commune de Marseille (source : Dominique Laplace).



d'une commune, d'avoir non pas une information brute (combien de millimètres d'eau vont tomber sur sa commune), mais déjà traitée en vue de connaître les effets de cette pluie sur le territoire communal.

Ainsi, il est fondamental pour le gestionnaire de réseaux, de connaître la capacité du réseau d'assainissement, c'est-à-dire de déterminer les caractéristiques des pluies (faibles, moyennes, fortes, exceptionnelles) qui conduisent aux premiers :

- débordements, créant des perturbations, mais sans danger,
- écoulements dangereux.

Cette démarche est utilisée à Marseille depuis plus de 10 ans pour la gestion du réseau d'assainissement et celle des équipes de secours [voir aussi chapitre 5.1].

La complémentarité des trois approches

Trois approches permettent de caractériser les écoulements : l'hydrogéomorphologie, l'hydraulique et la modélisation.

L'**hydrogéomorphologie** aboutit à la cartographie en plan de la zone inondable en se basant sur les traces laissées par les crues passées, mais elle n'est pas toujours adaptée au milieu urbain, où les écoulements naturels sont totalement perturbés. Elle permet d'identifier les zones préférentielles d'écoulement (ancien bras mort pouvant se remettre en activité, chenal de crue, ..) mais ne donnera jamais d'indication quantitative sur l'intensité de l'aléa (hauteur et vitesse de l'eau). Elle permet toutefois de cibler des zones où le risque est potentiellement fort et sur lesquelles une modélisation hydraulique doit être appliquée afin d'affiner les résultats.

De l'assainissement pluvial au risque de ruissellement pluvial : les 4 niveaux de fonctionnement du système d'assainissement collectif (d'après Certu, MEDD, 2003).

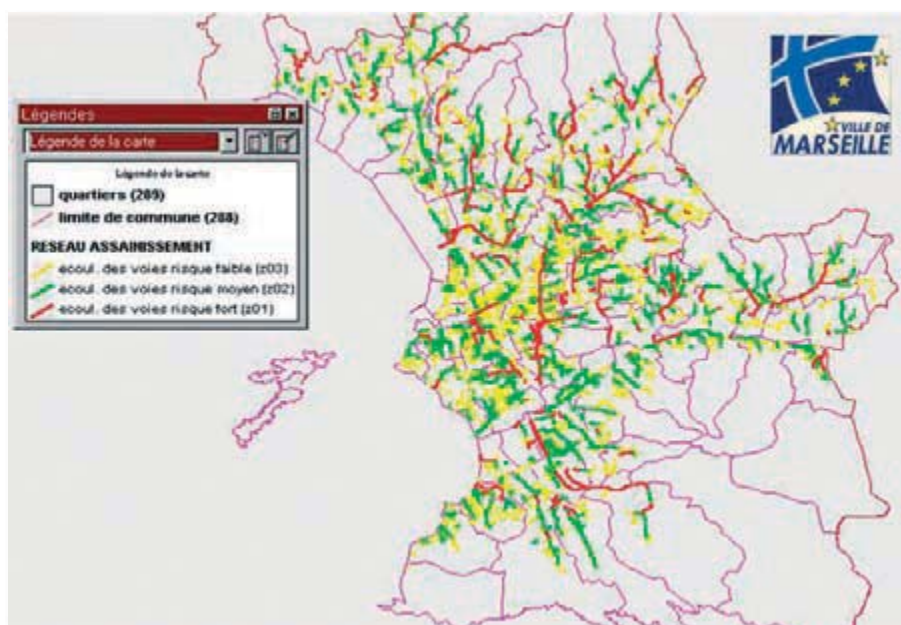
La prise en compte de la pluviométrie, de sa durée et des augmentations considérables des débits qu'elle induit dans les différents réseaux et dans les ouvrages de traitement des eaux usées, amène à considérer plusieurs niveaux de fonctionnement du système d'assainissement collectif avec des objectifs hiérarchisés, auxquels on cherchera des réponses adaptées :

- Niveau 1 : **pluies faibles** : tous les effluents sont traités avant rejet (assainissement classique).
- Niveau 2 : **pluies moyennes** : surverses acceptées et maîtrisées / impact limité et contrôlé / dans les collecteurs, mise en charge localisée sans débordement.
- Niveau 3 : **pluies fortes** : acceptation d'une détérioration de la qualité / priorité à la gestion du risque inondation : inondation maîtrisée par surverse, espaces publics, extension de l'assainissement.
- Niveau 4 : **pluies exceptionnelles** : la seule priorité est d'éviter le dommage aux personnes.

La définition des seuils séparant ces niveaux, que l'on exprime en période de retour, est une décision politique, puisqu'elle détermine à la fois le dimensionnement des réseaux, le financement des ouvrages, le niveau accepté de détérioration de la qualité écologique du milieu, mais aussi le niveau de risques et de dégradation des conditions de vie en ville.

L'**approche hydraulique** quantifie des paramètres comme la hauteur, la vitesse et le débit. Elle est fortement tributaire des incertitudes sur les données d'entrée du modèle et les hypothèses de fonctionnement du réseau par exemple.

*Cartographie des ruissellements à Marseille
(source : Claude Collin).*



La **modélisation physique** trouve sa place en seconde approche et peut apporter un éclairage dans les configurations difficiles. Mais le phénomène de ruissellement est tellement complexe que les modèles nécessitent une forte compétence technique et des données de base fiables : topographie, débits en entrée et conditions limites. Un chiffrage de l'incertitude doit toujours être apporté.

La carte d'aléa doit comporter les diverses limites avec la méthode géomorphologique pour identifier les zones à risques, les limites des inondations historiques et ensuite des limites de crues simulées sous certaines hypothèses.



Pour en savoir plus
Complément technique n° 1 : Caractérisation des écoulements

2.2 - Caractérisation des enjeux et de leur vulnérabilité

Enjeu et vulnérabilité

Les **enjeux** sont les personnes, biens, activités, éléments du patrimoine culturel ou environnemental, menacés par un aléa – ici l'écoulement – ou susceptibles d'être affectés ou endommagés par celui-ci. Ils sont liés à l'occupation du territoire et à son fonctionnement.

La **vulnérabilité** est la sensibilité plus ou moins forte d'un enjeu à un aléa donné. Par extension, on parle aussi de la vulnérabilité d'un élément de territoire regroupant plusieurs natures d'enjeux.

La vulnérabilité est une réalité complexe à appréhender :

- elle est fondamentalement liée à la nature de l'aléa et à ses caractéristiques,
- elle peut caractériser des enjeux exposés aux effets directs de l'aléa, c'est-à-dire que la vulnérabilité va dépendre de l'existence ou non d'une protection et des performances de celle-ci,
- elle peut caractériser des enjeux exposés à des conséquences indirectes de l'aléa, ainsi, la coupure d'un réseau (routier, énergie, transmission, eau...) peut avoir des conséquences en chaîne

De l'hydrogéomorphologie à la modélisation : exemple de la commune d'Ajaccio (Corse du Sud) ...

La commune d'Ajaccio a été citée dans le « rapport Ponton »⁷ comme faisant partie d'un ensemble de 52 communes du sud de la France susceptibles d'être affectées par des inondations d'intensités comparables à celles qu'a connues la ville de Nîmes en 1988.

Afin de mieux appréhender la nature et l'importance de ce risque, la DDE de Corse du Sud a travaillé en deux temps :

Elle a d'abord effectué une étude d'ensemble des bassins versants : analyse de la topographie, géomorphologie, description de la structure du bâti, zones d'écoulements préférentiels. Cette étude a notamment permis de délimiter des secteurs bâtis où l'aléa pouvait être important.

Les investigations ont ensuite été poursuivies localement sur ces secteurs restreints à enjeux et aléas forts, par une modélisation hydraulique plus complexe. Ces investigations complémentaires ont permis d'estimer plus finement les niveaux d'eau et les vitesses dans ces zones habitées.

De la modélisation à l'hydrogéomorphologie : exemple des communes de Villeneuve-lès-Avignon et les Angles (Gard)

Les communes de Villeneuve-lès-Avignon et les Angles présentent des désordres à chaque épisode pluvieux significatif. Comme Ajaccio, ces deux communes ont été citées dans le rapport Ponton. Elles ont par ailleurs été classées dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs comme communes à risque fort et moyen vis-à-vis des crues torrentielles et du ruissellement pluvial urbain.

Dans ce contexte, la DDE du Gard et les Services Techniques des communes ont tout d'abord réalisé, en 1996, une étude du risque d'inondation sur ces communes. L'objectif était de faire un prototype d'outil informatisé pour évaluer la distribution spatiale du risque d'inondation par modélisation, pour ensuite déterminer les schémas d'évacuation et d'intervention. La cartographie a permis de déterminer les hauteurs maximales atteintes en tout point des deux communes, les vitesses maximales, et les hauteurs et débits maximaux atteints dans les axes principaux des voies de communication.

En 2000, la DDE du Gard a engagé des compléments d'étude portant sur l'interprétation de photos aériennes, la recherche et l'exploitation de repères de crue et l'exploitation de données topographiques. Ces compléments conduisent à une cartographie de synthèse des secteurs à risque fort.

Source :

DDE de Corse du Sud / Service Aménagement, Urbanisme, Habitat. Évaluation du risque pluvial sur la commune d'Ajaccio. Phase 1 : étude hydrogéomorphologique. Avril 2002.

DDE du Gard. Ruissellement pluvial sur les communes de Villeneuve-lès-Avignon et Les Angles. 1996 et 2000.

sur la sécurité et la santé des personnes et sur le fonctionnement des activités,

- elle dépend des conditions socio-économiques des personnes ou activités affectées.

7 - À la suite des inondations de Nîmes en 1988, le secrétaire d'État chargé de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs a constitué une mission technique chargée de tirer les enseignements de cet événement. Les conclusions de cette mission sont présentées dans un rapport appelé « rapport Ponton » du nom de l'ingénieur général des Ponts et Chaussées animateur de ce groupe de travail.

Caractérisation des enjeux

L'urbanisation se développe principalement dans les corridors fluviaux et à la périphérie des bourgs ruraux, mais également dans le fond des thalwegs ou sur les versants qui sont des zones par nature fortement exposées au risque d'inondation par ruissellement.

Les enjeux, comme pour les inondations de plaine, sont tout d'abord humains, mais concernent aussi l'économie, les équipements et les services publics (réseaux par exemple), les bâtiments sensibles (établissements recevant du public, casernes de pompiers, ...).

Les personnes les plus exposées au risque de ruissellement, donc les plus vulnérables, sont essentiellement celles se trouvant en déplacement (souvent pour rendre visite à des proches pour lesquels elles s'inquiètent), les voies de circulation pouvant devenir de véritables pièges pour les piétons ou les véhicules lors de très fortes pluies.

Parmi les enjeux matériels, il est important d'identifier :

- les **établissements et réseaux ayant un rôle stratégique en situation de crise** : centres de secours, brigades de gendarmerie, hôpitaux, PC de crise, locaux techniques des collectivités territoriales, réseaux de téléphone, d'eau potable, d'électricité, voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire utilisables pour l'acheminement des secours ou l'évacuation.
- les **établissements sensibles** du fait de la population qu'ils abritent et la difficulté de les évacuer : hôpitaux, écoles, maisons de retraite, prisons, etc.

Approche de la vulnérabilité

Après avoir identifié ces enjeux, il faut caractériser leur exposition à l'aléa et tenter d'estimer leur vulnérabilité. En effet, les enjeux ont une plus ou moins grande fragilité : leur vulnérabilité au ruissellement n'est pas la même selon la densité de population, le type de constructions, leur nature, leur localisation, etc. Des personnes en déplacement sont plus vulnérables qu'à leur domicile.

Exemples de Saint-Martin-de-Boscherville (76) et Saint-Geoire-en-Valdaine (38)

Le bassin versant de Saint-Martin-de-Boscherville, d'une superficie de 14 km², est un petit vallon sec sans écoulement permanent, situé en Pays de Caux en Seine-Maritime, à l'Ouest de Rouen. À l'amont, l'altitude est d'environ 145 m, elle est de 12 m à l'aval.

Le 16 juin 1997, des pluies orageuses d'une extrême violence se sont abattues pendant 2 heures sur la région. Deux maisons situées en point bas ont subi toute la violence du flot. Une voiture, engagée dans le sens de la montée, a été emportée par les flots. Ses trois passagers sont décédés. La chaussée a été emportée sur une épaisseur de 1 m. Les hauteurs d'eau ont atteint par endroits 3 m, submergeant de nombreuses habitations.

Le 6 juin 2002, autour des communes de Saint-Geoire-en-Valdaine et de Pressins (Isère), des pluies torrentielles ont provoqué d'importants dommages (un mort et d'importants dégâts matériels) du fait des inondations, coulées de boues et mouvements de terrain qui s'en sont suivis. L'état de catastrophe naturelle a été reconnu et d'importants travaux de reconstruction ont été menés depuis.

L'identification des points critiques permet de mettre en évidence des situations à risque potentiel : réseau sous-dimensionné, changement culturel à l'amont, constructions en point bas, etc.

Les solutions de réduction de l'aléa (actions visant à réduire le ruissellement) et de la vulnérabilité (actions visant à protéger les habitations, à déplacer celles qui sont les plus exposées) peuvent alors être envisagées, ainsi que l'information des élus.

Une réponse graduée est nécessaire, distinguant les équipements qui doivent être protégés (central téléphonique, caserne de pompiers, ...), de ceux qui peuvent être inondés (jardin public, ...).



3 - Stratégie d'action

Après l'analyse des écoulements et des enjeux, vient la phase d'élaboration d'une stratégie de prévention et de réduction du risque. Au cours de cette phase, toutes les actions possibles sont examinées, ainsi que leur intégration possible dans un ensemble cohérent.

Cette stratégie est nécessaire, car les mesures seront de différents ordres, à différentes échelles



et s'intégreront dans la durée aux préoccupations communales. Cette phase vise à porter de façon durable la préoccupation du ruissellement pluvial dans les différentes politiques de la commune.

3.1 - Un champ d'actions très large

Les différentes actions possibles se situent dans les champs de la prévention, de la protection, de la sécurité des personnes et de la réduction de la vulnérabilité des biens.

Elles se traduisent et sont prises en compte à différents niveaux :

- dans l'urbanisme (élaboration du PLU),

- dans les projets d'aménagement d'espaces publics,

- dans l'exploitation de la voirie (par exemple, interdiction de stationner sur certaines voies exposées au ruissellement, ou conception de la voirie visant à empêcher le stationnement),

- dans les dispositions d'assainissement pluvial (bassins de rétention, ...),

- dans la préparation de la gestion de crise, à l'aide des plans communaux de sauvegarde,

- dans l'information de la population par le biais des DICRIM (dossier d'information communal sur les risques majeurs), etc.

Répartition des actions selon les domaines

Domaines d'action	Acteur dominant	Réalisation	Outils disponibles (réglementaires, techniques, ...)	Exemples
Occupation du sol	Commune, État	Contrôle de l'affectation des sols et de l'édification des constructions futures	PLU, carte communale, PPR, Permis de Construire (décision administrative), intercommunalité, zonage pluvial, SDAGE, SAGE, ...	Renforcement du règlement d'urbanisme au niveau du PLU pour imposer des cotes de seuil habitable, interdiction des sous-sols, ...
Usage du sol (bassin versant)	Chambre d'agriculture	Adaptation des pratiques culturales	Mesures agri-environnementales, PPR, ...	Réalisation de bandes enherbées en bordure de champs, ...
Usage du sol en milieu urbain	Commune, État	Mesures de gestion de la voirie, etc.	Mesures de police du maire, PPR	Interdiction du stationnement dans des voies exposées au ruissellement
Adaptation des voiries, réseaux, espaces publics existants	Commune et groupement de communes	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux sur le réseau d'assainissement (par exemple, redimensionnement d'un ouvrage) • Reconfiguration des voiries (profil en V) • Adaptation d'ouvrages d'art (gabarit) • Adaptation de l'espace urbain ou périurbain (techniques alternatives) 	Zonage pluvial, programme d'assainissement, etc.	Aménagement de la voirie pour que le ruissellement superficiel n'engendre pas systématiquement des dommages au niveau des habitations riveraines
Aménagements spécifiques pour la maîtrise du ruissellement et des écoulements	Commune et groupement de communes	<ul style="list-style-type: none"> • Surfaces de rétention et/ou d'infiltration en zone agricole, techniques alternatives, visant à retarder les écoulements • Limitation des surfaces imperméabilisées 	Maîtrise foncière, intercommunalité, loi sur l'eau (au sens limitation de l'imperméabilisation des sols), PLU, zonage pluvial, ...	Mise en place de rétentions par bassins ou espaces inondables Achat par la commune de terrains exposés (maîtrise foncière)
Information et sensibilisation des habitants	Commune, Conseil Général, État, ...		DICRIM, bulletin municipal, panneaux et réunions d'information, ...	
Préparation à la crise	Maire, Préfet, SDIS		Plan Communal de Sauvegarde, ...	

Les différentes solutions s'offrant aux collectivités publiques et aux acteurs associés sont identifiées puis comparées sur le plan technique, social, et financier, afin d'établir une stratégie cohérente de réduction du risque. Ces solutions combinent souvent plusieurs modes d'action.

3.2 - Des actions coordonnées pour intégrer le risque de façon durable aux préoccupations communales

Des actions qui doivent être coordonnées ...

Les actions ne doivent pas être isolées, mais s'intégrer dans un ensemble cohérent, afin d'avoir une vision globale du système.

De même, une cohérence est nécessaire entre tous les acteurs : État, Collectivité Territoriale, concessionnaires de réseaux, etc. Cette coordination se fait en particulier au niveau du Plan Communal de Sauvegarde.

La solidarité de traitement de bassin entre l'amont et l'aval est particulièrement importante.

... afin d'intégrer le risque de façon durable aux préoccupations communales

Cette stratégie vise aussi à intégrer le risque aux préoccupations communales, afin d'être en mesure de porter de façon durable la question du ruissellement pluvial dans les différentes politiques de la commune.

Elle vise enfin, à travers l'information de la population, à faire prendre **conscience du risque** : les riverains sont conscients du risque de débordement d'un cours d'eau, mais pas toujours du risque de ruissellement, qui peut apparaître dans un vallon sec sans écoulement permanent.

Cette phase de stratégie implique les différents acteurs locaux concernés et intègre une concertation avec la population qui prend la forme, au libre choix de la collectivité, de débats en commissions de conseil municipal, de débats publics, etc. C'est une phase importante d'appropriation par la commune.

Elle débouche sur une prise de décision de la collectivité sur un programme d'actions dont les

Dans l'exemple de **Lempdes**, la commune s'est engagée dans une politique de régulation pluviale qui se décline au niveau de la collectivité elle-même, des promoteurs immobiliers, des particuliers et des entreprises.

L'établissement du PPR ruissellement dans le **département Val-de-Marne** est coordonné avec les autres démarches du Conseil Général et des communautés de communes locales ayant la compétence assainissement afin de permettre la cohérence des mesures réglementaires du PPR vis-à-vis des différents schémas directeurs en cours sur l'assainissement des communes et du Département.

coûts sont évalués, les priorités de mise en œuvre définies, les conditions de réussite explicitées.

4 - Prévention et réduction du risque ruissellement

Lorsque la stratégie de réduction du risque est élaborée, la phase suivante de traitement du risque consiste à mettre en œuvre les solutions, les réponses opérationnelles dans le cadre de procédures programmées, assorties de délais.

4.1 - Les actions conjuguées de l'État et des Collectivités Territoriales

Ces démarches touchent plusieurs disciplines, plusieurs types de collectivités publiques (État, Collectivités territoriales, y compris intercommunalité) et au sein même de ces collectivités, plusieurs services : assainissement, urbanisme, etc.

Les deux principaux acteurs sont l'État et les Collectivités territoriales, mais d'autres acteurs interviennent dans la prévention du risque ruissellement, comme par exemple la chambre d'agriculture pour l'adaptation des pratiques culturelles ou l'aménagement du parcellaire. Une cohérence est nécessaire.

Le rôle de l'État

L'État intervient de deux façons :

- En **portant à la connaissance** des collectivités le risque et, dans le cadre du contrôle de légalité, en s'assurant que celles-ci ont bien évalué ce risque et le prennent en compte dans leurs documents d'urbanisme. Cette vérification sera d'autant plus aisée et d'autant moins conflictuelle que les pratiques des uns et des autres sont harmonisées.



- En élaborant des **PPR** dans les secteurs où les enjeux sont les plus importants. L'État intervient principalement lorsqu'un risque élevé est identifié, et plus particulièrement, lorsqu'il se situe à une échelle dépassant le territoire de la commune. En effet, un PPR est généralement plus adapté à l'échelle d'une intercommunalité (notamment avec des liens amont-aval) que dans le cas de phénomènes très localisés.

Le rôle des Collectivités territoriales

À côté et en complément des actions relevant de l'État, les collectivités territoriales ont toute compétence pour agir sur le ruissellement pluvial par des approches préventives d'initiative locale : PLU, zonage d'assainissement pluvial, ...

En effet, les Collectivités Territoriales ont une mission de prise en compte du risque ruissellement dans l'urbanisme, mais elles ont aussi la compétence pour réaliser les travaux d'aménagement, pour informer la population et préparer la gestion de crise.

Afin de prendre en compte le phénomène de ruissellement globalement et de façon cohérente à l'échelle d'un bassin versant, les communes ou leurs groupements ont la possibilité de se regrouper en **syndicat de bassin versant**. Cette structure permet de financer l'étude, la mise en place et l'entretien des aménagements hydrauliques sur un bassin versant.

Il s'agit d'intervenir le plus en amont possible en développant les actions permettant de réduire le ruissellement et sa concentration : piéger dès la parcelle une partie des précipitations, limiter la concentration des ruissellements formés, diminuer leur vitesse, retenir et stocker les excédents, améliorer les écoulements aux exutoires, revégétaliser certaines parties des bassins versants. La combinaison des actions, de l'amont vers l'aval et inversement, apportera une plus grande efficacité.



Pour en savoir plus
Complément technique n°2 : Syndicat de bassin versant

4.2 - Les outils de prévention et de réduction du risque

Les différentes actions visant à réduire le risque sont souvent complémentaires les unes des autres, aucune méthode ne se suffisant à elle-même : solutions techniques visant à réduire l'aléa, mesures réglementaires pour l'urbanisation actuelle et future pour limiter la vulnérabilité, etc.

Outils de planification

Planification de l'urbanisme, occupation du sol : SCOT, PLU, carte communale

Les documents d'urbanisme délimitent les zones urbaines ou à urbaniser, en prenant en considération l'existence de risques naturels.

Le **Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)** peut spécifier des objectifs dans le domaine des risques. Outil privilégié de la planification intercommunale, il se situe à la bonne échelle pour définir des principes d'équilibre entre les diverses occupations du sol, par rapport à des contraintes identifiées d'écoulement ou de protection des lieux habités.

Le **Plan Local d'Urbanisme (PLU)** doit être compatible avec le SCOT et doit, en matière de prévention des risques, transcrire les documents s'imposant aux communes (PPR, PIG). Il peut édicter des mesures particulières liées à la maîtrise des ruissellements et des risques d'inondation, notamment lorsqu'il reprend des dispositions issues d'études de zonage d'assainissement établies conformément au CGCT (art. L.2224-10).

Dans l'exemple de **Lempdes**, le POS prescrit des dispositifs de stockage des eaux pluviales avant rejet au collecteur, afin de limiter le débit de rejet à 16 l/s/ha.

Il peut comprendre en matière de gestion des eaux, des règles concernant :

- les constructions (par exemple classer inconstructible certains bas de versants ou thalwegs),
- l'imperméabilisation du sol (exiger des mesures compensatoires à l'imperméabilisation du sol),
- les espaces verts.

Le PLU peut aussi assurer la protection d'éléments du paysage tels que les haies, les bois, ou les zones humides.



Pour en savoir plus
Complément technique n°3 : SCOT
et n°4 : PLU

Planification de l'assainissement : le zonage d'assainissement pluvial

Le zonage d'assainissement pluvial est élaboré par une commune ou un groupement de communes, sur leur territoire. Il a pour but de prévenir les effets de l'urbanisation et du ruissellement des eaux pluviales sur les systèmes d'assainissement et sur les milieux récepteurs. Il délimite :

- 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,
- 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.

Le zonage pluvial est une phase essentielle dans l'élaboration d'une stratégie de gestion des eaux pluviales. Il permet d'intervenir tant au niveau de la zone urbaine déjà desservie par un réseau collectif que sur l'urbanisation future, et même les zones agricoles. De plus, il favorise l'intercommunalité.



Pour en savoir plus
Complément technique n°5 : Zonage d'assainissement pluvial

Planification de l'eau : SDAGE, SAGE, contrat de rivière

Les Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et les Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) fixent pour les bassins ou sous-bassins les orien-

Le zonage d'assainissement pluvial réalisé sur la commune de **Bayonne**, impose un débit de fuite de 3 l/s/ha à toute opération de construction ou d'aménagement pour ne pas aggraver la situation initiale. Cette disposition se traduit par la création de bassins de régulation à l'échelle de la parcelle ou de l'opération d'aménagement.

Le zonage du **Grand Lyon** ne fixe pas de débit de fuite. Par contre, il demande, tant à la collectivité dans le cadre des aménagements à caractère public, qu'aux constructeurs ou aménageurs, de mettre en œuvre les mesures nécessaires à la gestion des débits :

- pour les **zones de production et de passage**, il s'agit de limiter au maximum l'imperméabilisation des sols et de compenser les débits issus des surfaces imperméabilisées indispensables,
- pour les **zones de passage**, il est nécessaire que les projets intègrent le libre écoulement de l'amont vers l'aval et les vitesses de l'eau,
- pour les **zones basses**, l'aménagement et le bâti devront être pensés et réalisés de manière à prendre en compte les conditions locales d'écoulements.

tations de gestion de la ressource en eau. Ils définissent des objectifs et les aménagements à réaliser pour les atteindre.

Le SDAGE peut **fixer des principes de limitation du ruissellement et de l'érosion des sols et indiquer des objectifs pour l'évolution du couvert végétal**. Pour atteindre ces objectifs, le SDAGE et le SAGE peuvent comporter des **mesures liées à la maîtrise des ruissellements** et des risques d'inondation, comme par exemple la protection et la mise en valeur des zones humides.

Les PLU doivent tenir compte des dispositions retenues par le SDAGE et le SAGE.



Pour en savoir plus
Complément technique n°6 : SDAGE et SAGE

Outils de prévention des risques

Le PPR, de la responsabilité de l'État, délimite les zones exposées au risque, y réglemente l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des installations (prescriptions, interdictions) et définit les mesures générales de prévention. Constituant une servitude d'utilité publique, il doit être annexé au PLU.

Le PPR permet de réduire la vulnérabilité des territoires exposés au risque de ruissellement pluvial en imposant des mesures de maîtrise du



ruissellement sur les secteurs amont des bassins versants. Il peut en effet **intervenir sur des zones non exposées directement aux risques d'inondation mais pouvant en aggraver les effets**, en prévoyant des emplacements inconstructibles capables de stocker les eaux pluviales, ou en préservant les lits majeurs.

Il peut par ailleurs imposer des mesures sur les constructions existantes et à venir pour réduire leur vulnérabilité.

L'un des avantages du PPR est dans sa pérennité (notamment, il est plus pérenne que le PLU ou que le zonage) et dans la largeur de son champ de prescriptions (il permet d'intervenir sur le monde agricole par exemple, ce que le zonage ne permet pas).

Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (fonds Barnier) peut financer des mesures de réduction de la vulnérabilité prescrites par un PPR, ainsi que des études et travaux de réduction de la vulnérabilité conduits par les collectivités.

La moitié des communes du **département du Val-de-Marne** ont fait l'objet en 2001 de la prescription d'un PPR inondation et coulées de boues par ruissellement. Il délimite trois types de zones d'aléas selon les dommages matériels et les atteintes aux personnes : aléa ruissellement, aléa écoulement, aléa accumulation d'eau.



Pour en savoir plus
Complément technique n°7 : PPR

Outils de l'aménagement

Adaptation des espaces publics par l'utilisation de techniques alternatives

Les techniques alternatives permettent de compenser les effets que le ruissellement ferait subir à l'environnement existant si l'aménagement ne les intégrait pas. Elles consistent à collecter les eaux de pluie, les stocker, puis les restituer de façon différée et régulée.

Cette stratégie de maîtrise des débits fait appel à deux types de solutions souvent complémentaires :

- une première possibilité est de répartir judicieusement, sur le réseau de collecte, des ouvrages de stockage,

- une autre possibilité, qui peut s'avérer plus économique, se situe encore plus en amont, en intégrant cette préoccupation au cœur des aménagements urbains comme le pratiquent déjà un certain nombre de collectivités qui ont imposé aux lotisseurs publics et privés le stockage des eaux de pluie.

Les techniques alternatives peuvent être mises en œuvre à des échelles très variables : parcelle, commune, groupement de communes, bassin versant.

Elles font partie du panel de solutions techniques pouvant être proposées par la plupart des outils vus précédemment (zonage pluvial, PPR, syndicats de bassins versants, ...) pour réduire les inondations par ruissellement.

Les principales familles de techniques alternatives sont :

- **Les réservoirs de stockage** : bassins en eau à ciel ouvert, bassins sec à ciel ouvert, bassins couverts en béton, noues,
- **Les structures réservoirs** : chaussées et parkings à structure réservoir, tranchées drainantes, toitures terrasses, puits d'infiltration.

C'est la combinaison de tous ces aménagements intégrés qui permet l'efficacité du dispositif global des techniques alternatives. Il est intéressant de constater que les techniques alternatives semblent séduisantes aussi du point de vue financier avec un gain constaté de l'ordre de 2 % sur le poste VRD de l'aménagement.

Les quelques résultats d'expériences montrent le bien-fondé de cette démarche en terme d'environnement. Autant il est difficile d'envisager le traitement de flux importants, autant il devient facile à l'échelle de la parcelle, du lotissement ou d'une chaussée de réguler les débits pour favoriser le traitement sur place.

Les solutions alternatives ou compensatoires sont maintenant incontournables dans la réflexion que doivent mener les responsables locaux pour la gestion des eaux pluviales.

Attention : les techniques existent, mais leur réalisation nécessite un véritable savoir-faire et une organisation des puissances publiques pour en assurer le suivi dans le temps. Dans tous les cas, il est nécessaire de prévoir les chemins de l'eau en cas de dépassement de la capacité des ouvrages, ces derniers ne devant pas aggraver la situation.

Des techniques alternatives ont été mise en œuvre dans les exemples de **Lempdes** (bassins, fossés, noues), de **Clermont-Ferrand** (bassins), de **Bayonne** (bassins), etc.

Sur la commune de Libourne (33), des inondations par ruissellement se produisent, aggravées par la forte présence de vigne. Vu le coût des terrains, le moindre espace disponible (les zones de retournement des tracteurs par exemple) est exploité pour retenir l'eau.



Pour en savoir plus
Complément technique n°8 : Techniques alternatives

Pour l'ensemble des ouvrages de prévention des inondations par ruissellement réalisés par les collectivités territoriales, il est nécessaire de se poser la question de l'assurance de ces ouvrages. En particulier, il est conseillé de consulter l'assureur avant d'effectuer les travaux ou de passer les marchés.



Pour en savoir plus
Complément technique n°9 : Assurance

Restauration d'éléments du paysage ayant une fonction dans le ruissellement et techniques culturales

Des aménagements légers (recréation de haies, de zones humides, ...) favorisent l'infiltration de l'eau et le laminage des débits de crue. Un aménagement du parcellaire et des pratiques culturales adaptées peuvent également réduire le risque de ruissellement et d'érosion.

Les effets de ces aménagements et pratiques deviennent sensibles sur des crues « courantes » de période de retour allant jusqu'à 30 ou 50 ans. Par contre, sur des crues exceptionnelles, les effets positifs de l'amélioration des aménagements et des pratiques agricoles ne sont pas visibles.

Ces aménagements sont réalisés sur leur territoire par les agriculteurs, les communes ou leurs groupements, les syndicats de bassin versant, les associations foncières de remembrement. Mais les structures porteuses peuvent aussi être le conservatoire des espaces naturels, le conseil général, la DDAF, des associations de gestionnaires d'espaces naturels, parcs naturels régionaux, etc.

Des outils et des réglementations permettent d'aider ou d'inciter les agriculteurs à adopter de telles pratiques.

Parmi les outils opérationnels, citons le Contrat d'Agriculture Durable (CAD).

Par ailleurs, la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 introduit des modifications essentielles en faveur de la maîtrise du ruissellement pluvial : l'instauration de servitudes de sur-inondations et la prévention de l'érosion :

• **Instauration de servitudes de sur-inondation (décret n° 2005-116 du 7 février 2005 relatif aux servitudes d'utilité publique instituées en application de l'article L.211-12 du Code de l'environnement)**

L'idée est de prévoir à l'avance des terrains sur lesquels le trop-plein des eaux sera dirigé. Le propriétaire de ces prairies ou de ces forêts recevra des « indemnités de perte de culture ».

• **Prévention de l'érosion (décret n° 2005-117 du 7 février 2005 relatif à la prévention de l'érosion et modifiant le Code rural)**

Dans les zones d'érosion délimitées par arrêté préfectoral (art. R.114-1 du Code rural) après avis de la Commission Départementale compétente en matière de risques naturels majeurs, le préfet établit un programme d'action (article R.114-2) visant à réduire l'érosion des sols, notamment en



définissant les pratiques agricoles à promouvoir par les propriétaires et les exploitants : interdiction d'arracher les haies, obligation de cultiver dans le sens perpendiculaire à la pente, etc. Des aides publiques peuvent accompagner la mise en œuvre de ces pratiques.



Pour en savoir plus
Complément technique n° 10 : Paysage
et pratiques culturelles

Remarque sur l'entretien des vallons secs

À côté de l'entretien des cours d'eau, nécessaire pour ne pas aggraver l'aléa, il faut souligner que l'entretien des vallons secs est également très important, mais beaucoup plus difficile à réaliser : les vallons secs ne sont pas toujours bien identifiés et la responsabilité de leur entretien n'est pas non plus toujours clairement définie.

4.3 - Sensibilisation de la population et culture du risque

En plus de la prise de conscience qui suit un événement ayant affecté le territoire, plusieurs moyens permettent d'informer ou de sensibiliser la population.

L'information préventive du public

Comme le préconisait déjà l'article 21 de la loi du 22 juillet 1987, « *le citoyen a le droit à l'information sur les risques qu'il encourt en certains points du territoire et sur les mesures de sauvegarde pour s'en protéger* ». Cet article a été repris dans le Code de l'environnement (article L.125-2). Au-delà de la simple réglementation du sol, les obligations du Maire concernent aussi l'information du public sur les risques encourus, et le décret d'application n°90-918 du 11 octobre 1990, modifié en date du 17 juin 2004, en fixe les modalités.

C'est ainsi que sont constitués par les services de l'État les Dossiers Départementaux des Risques Majeurs. Un DDRM recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune. Il explique les phénomènes et présente les mesures de sauvegarde. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire⁸ les risques dans sa commune, au moyen de

cartes au 1/25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques, ainsi que les mesures mises en place par l'État.

À partir de ces dossiers, le Maire élabore pour sa commune un Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)⁹. Ce document permet d'informer la population sur les risques encourus afin qu'elle y soit sensibilisée, sur les mesures de sauvegarde destinées à s'en protéger et sur les moyens de protection pris par la commune. Le DICRIM doit être accompagné d'une communication et d'une campagne d'affichage. Il est consultable en mairie et bien souvent, lorsqu'ils existent, sur les sites Internet des municipalités. Il propose généralement des fiches ou des plaquettes d'information destinées aux citoyens avec indication des bons comportements à adopter en cas de crise.

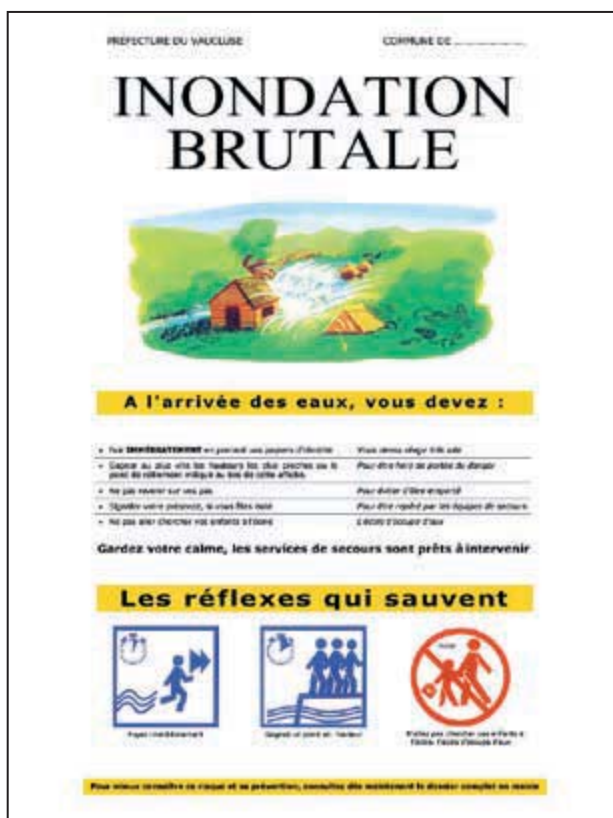
Plus récemment, la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages a accentué ces dispositions. En particulier, l'article L.565-1 institue la création dans chaque département d'une commission départementale des risques naturels majeurs, qui doit donner un avis sur les actions à mener pour développer la connaissance des risques, et les programmes de sensibilisation des Maires à la prévention des risques naturels, ainsi que sur les documents d'information sur les risques.

Cette loi précise que dans les communes pour lesquelles a été prescrit un PPRI, le Maire est tenu d'informer la population en réunion publique ou par tout autre moyen approprié au moins une fois tous les deux ans.

Pour développer la mémoire des événements et la prise de conscience du risque, l'article L.563-3 préconise une mesure simple et qui devrait se révéler efficace : la mise en place de repères de crues bien visibles du public, avec mises à jour en fonction des nouvelles crues. **Dans le domaine des inondations, gérer c'est prévoir, mais c'est aussi se souvenir ...**

8 - Les Dossiers Communaux Synthétiques (DCS), qui permettaient le porter à connaissance, n'existent plus (décret n°2004-554 du 9 juin 2004 et circulaire d'application du décret n°90-918 relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques majeurs). Mais l'obligation de porter à connaissance en continu de l'État à la commune demeure.

9 - Le préfet arrête la liste des communes concernées notamment par l'obligation de réaliser un DICRIM (liste définie à l'article 2 du décret n°90-918 modifié relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques).



Affichage des consignes de sécurité (source : préfecture du Vaucluse).

L'exemple de Montauban montre comment le développement de la culture du risque et de l'organisation des secours peut réduire le risque : en 1930, des inondations avaient entraîné la mort de plus d'une centaine de personnes ; un événement identique survenu récemment sur le même site n'a provoqué aucune victime, tous les habitants ayant pu être évacués à temps.

L'information préventive en milieu scolaire

L'information préventive en milieu scolaire sensibilise les enfants à la géographie locale et aux phénomènes pouvant se produire sur leur commune.

Différentes initiatives peuvent être citées, comme par exemple :

- le kit pédagogique RIVERMED¹⁰, développé par le Centre Méditerranéen de l'Environnement et mis en œuvre par le Conseil Général du Gard, à destination des enfants et des élus. Fin 2005, la moitié des classes du département avaient été formées. Le jeu consiste à construire une ville à

partir d'un fond de plan. Le risque est symbolisé par un dé à 6 faces, représentant le caractère aléatoire de la pluie.

- l'action en cours au Lycée Gustave Eiffel, à Aubagne (13), dans un secteur exposé au risque d'inondation par ruissellement ; le Plan particulier de Mise en Sécurité (PPMS) est élaboré par les élèves eux-mêmes, en lien avec l'IPGR.

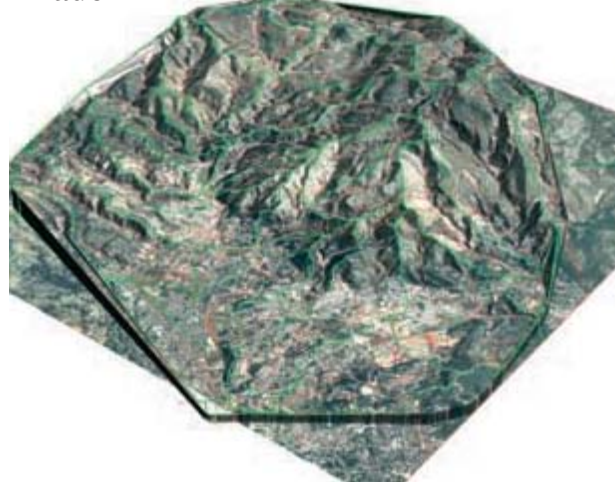
Questionnaires d'autodétermination

Certaines Collectivités ont élaboré des questionnaires d'autodétermination qui ont été diffusés aux habitants afin que chacun évalue son exposition aux risques. Citons celui de la Ville de Marseille, ciblé sur le ruissellement pluvial, celui de l'IPGR et de la Région PACA, axé sur la responsabilité et la conscience du risque, celui de l'IRMA, celui de SOGREAH, élaboré dans le cadre d'un PCS dans les Bouches-du-Rhône.

Importance de la communication sur la topographie

L'utilisation de la topographie est fondamentale dans toutes les actions de communication sur le ruissellement pluvial. En particulier, dans l'utilisation des documents d'urbanisme, il est conseillé de tenir compte des courbes de niveau, plutôt que de raisonner « à plat » sur un fond de plan cadastral.

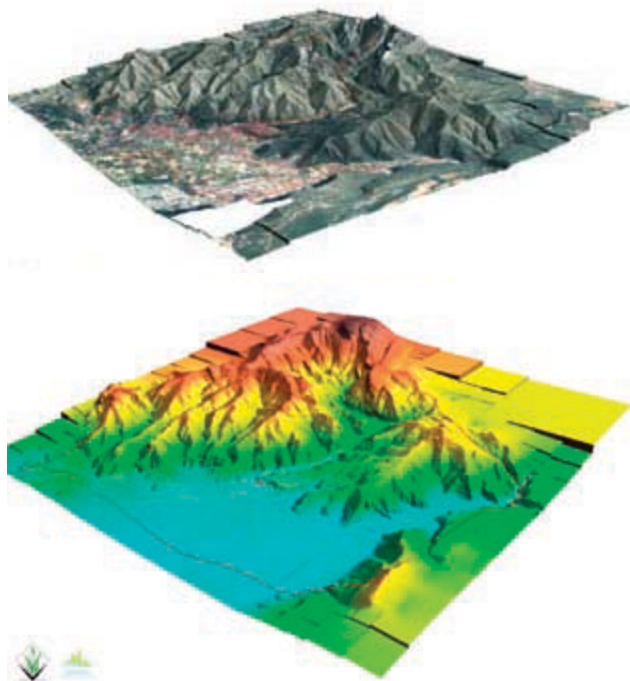
Allauch



Représentation de la topographie sur la commune d'Allauch (source : D. Laplace).

Sur la ville de Marseille, en zone d'aléa, toute demande de permis de construire est soumise à une commission risque-urbanisme, de façon analogue à ce qui se fait à Lyon avec la commission des Balmes.

Gémenos



Différentes représentation de la topographie sur la commune de Gémenos (source : D. Laplace).

5 - Anticipation dynamique et préparation de la gestion de crise

En plus de leurs missions de prise en compte du risque dans l'urbanisme, de réalisation des travaux d'aménagement adaptés et d'information de la population, les Collectivités Territoriales ont pour mission de **préparer la gestion de crise**. En particulier, si le territoire de la commune est couvert par un PPR approuvé, la collectivité doit élaborer un Plan Communal de Sauvegarde, en application de la loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

Préparer la réactivité pendant la crise est particulièrement important pour les inondations par ruissellement, événements courts et soudains.

Cette étape recouvre les questions relatives à l'alerte, la planification et la mise en œuvre du processus de gestion de crise.

5.1 - Prévision

Quels outils sont disponibles ? Quel degré de précision est nécessaire ? La collectivité a-t-elle la capacité de mettre en place un service de prévision, et à quel coût ?

Les collectivités territoriales sont parfois démunies face à l'ensemble de ces questions, mais des éléments de réponse existent :

- Pour la prévision des phénomènes de ruissellement, l'imagerie radar est **le meilleur outil actuellement disponible**. Les cartes de vigilance de Météo France permettent à une commune tout au plus de se mettre en veille ou en vigilance, mais pas en alerte.
- La prévision est utile par gamme de danger, mais il n'est pas nécessaire d'avoir une très grande précision (à telle heure, telle hauteur, dans telle rue).
- Le coût de la prévision est très inférieur au coût d'entretien des ouvrages de protection.
- Des sociétés de service peuvent assister les Collectivités territoriales.

À titre indicatif, pour une petite collectivité, la mise en œuvre d'une méthode telle que celle présentée ci-dessous nécessiterait l'assistance d'un prestataire privé, pour un montant d'un ordre de grandeur de plusieurs milliers d'euros par an (soit environ 2 €/an/habitant ou encore, le prix d'un entretien de bassin). Un regroupement des communes permet de réduire les coûts.

5.2 - Plan Communal de Sauvegarde

Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) a été institué par la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, dans son article 13. Il regroupe « *l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les*

Exemple de la ville de Marseille¹¹

Le risque d'inondation par ruissellement sur la ville de Marseille est amplifié par la conjonction de deux facteurs :

- le climat méditerranéen se caractérise par des épisodes pluvieux rares et intenses : de très grandes quantités d'eau peuvent tomber en un temps très court, provoquant une montée rapide des cours d'eau et des phénomènes de ruissellement importants,
- l'effet de cuvette de la topographie marseillaise concentre la totalité des eaux collectées par le bassin versant vers les zones urbanisées.

Pour minimiser les conséquences d'une pluie, la municipalité a développé une méthode d'anticipation visant à déployer des actions avant et pendant la pluie.

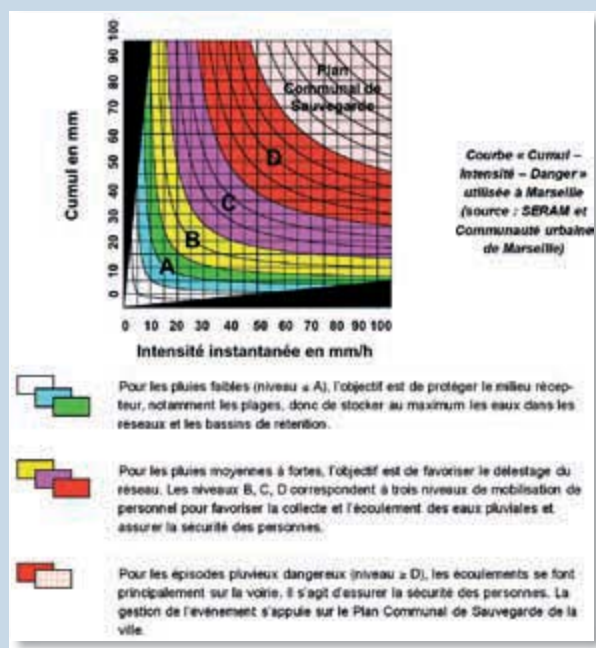
Pour cela, la ville s'est dotée d'outils hydrométéorologiques et de télésurveillance, exploités 24h sur 24 par des opérateurs de la SERAM, afin de permettre le suivi fin des précipitations et de surveiller l'état de charge du réseau d'assainissement et des cours d'eau qui drainent la ville. Les données de base de ces outils sont les images du satellite Météosat et des radars locaux de Météo-France, complétées par les mesures issues de 24 pluviomètres et d'une centaine de capteurs de niveau d'eau répartis sur les cours d'eau, les bassins de rétention et le réseau d'assainissement.

La gestion des périodes de crise a nécessité l'élaboration préalable de scénarios types, à partir du dépouillement minutieux des crises pluvieuses qui ont affecté Marseille au cours des 10 dernières années.

Sur des graphiques comportant en abscisse l'intensité maximale de la pluie et en ordonnée le cumul de l'épisode enregistré sur les pluviomètres, ont été reportées les caractéristiques représentant la gravité de l'événement : ses conséquences hydrauliques (débits, déversements, débordements), mais aussi le nombre d'interven-

tions réalisées par les agents de la SERAM et les Marins Pompiers de la ville de Marseille lors de l'événement.

Les graphiques obtenus fournissent des « courbes de danger » permettant de quantifier la potentialité de risque d'un épisode pluvieux et de prédimensionner l'effectif nécessaire pour y faire face : quantité de personnel d'astreinte adaptée et actions préventives sur les points de dysfonctionnement connus.



mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions de l'article 14.

Il est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention.

Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire de la commune et pour Paris par le préfet de police.

Dans les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre, un plan inter-

communal de sauvegarde peut être établi en lieu et place du plan prévu au premier alinéa. En ce cas, il est arrêté par le président de l'établissement public et par chacun des maires des communes concernées.

La mise en œuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune. ».

Le décret n° 2005-1156 de septembre 2005 précise le contenu du plan communal ou intercommunal de sauvegarde et détermine les modalités de son élaboration. Le guide du Ministère de l'Intérieur¹² précise sa mise en œuvre opérationnelle.

11 - Source : « La gestion des risques liés aux pluies à Marseille ». D. Laplace (SERAM), J.P. Charry (Communauté Urbaine de Marseille).

12 - Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, Direction de la défense et de la Sécurité Civiles. Plan Communal de Sauvegarde. Guide pratique d'élaboration. www.interieur.gouv.fr



Les PCS concernant le ruissellement présentent quelques spécificités relatives à ce risque :

- **Les actions et les interventions sont organisées autour de la rapidité et de la soudaineté de l'évènement**

En particulier, l'**anticipation** est essentielle, c'est-à-dire que les actions doivent être mises en place avant même que l'eau ne soit dans les rues. Par exemple, un plan de circulation communal pourra interdire le stationnement de véhicules dans certaines rues exposées au ruissellement.

Les personnes vulnérables sont recensées : personnes malades, handicapées, maisons isolées, ...

Le PCS de **Montpellier** prévoit le déclenchement de feux en fonction de capteurs, permettant de réguler la circulation dans les zones de ruissellement en attendant la fermeture des voies par les services techniques. Ce type de matériel nécessite une bonne maintenance, car le ruissellement se produit rarement (de l'ordre d'une fois tous les 5 ans).

- **La transmission de l'information aux personnes qui en ont besoin est un point essentiel du PCS**

Plusieurs **moyens** sont utilisables pour informer les personnes : sirène, automate d'appel, talkies-walkies, porte-voix, radios locales, serveur vocal d'alerte, radio-amateurs (« artisanal », mais efficace). En général, la redondance de deux ou trois systèmes d'alerte est nécessaire, ainsi que le bouclage.

Les opérateurs de télécommunication proposent aux collectivités territoriales des systèmes d'appel en masse basés sur des SIG.

Les PCS contiennent tout un ensemble de **procédures** pour la transmission de l'information. En milieu scolaire par exemple, en cas d'alerte, le maire prévient les directeurs des écoles concernées (via l'académie et la Direction des écoles et des crèches, dans le cas de grosses villes comme Marseille), et le directeur déclenche le Plan Particulier de Mise en Sûreté (PPMS).

De telles procédures existent aussi dans les PCS pour la gestion du réseau d'eau potable (vérification des points-clés du réseau, ..), la gestion des routes départementales, etc.

Exemple d'Arles (Bouches-du-Rhône)

La ville d'Arles s'est dotée d'un système de prévision météorologique via Internet fourni par Météo France. Elle est informée par courrier et fax pour tout phénomène climatique à risque.

Dans le cas d'annonce de grosses pluies ou d'orages, la Direction Générale des Services Techniques déploie un dispositif préventif et d'astreinte. Une hydrocureuse est envoyée sur des points prédéfinis du territoire de la commune avec un plan des avaloirs dits « sensibles » pour vérifier l'état du réseau et remédier à d'éventuels dysfonctionnements.

En cas de risque avéré, des motopompes de diverses puissances, jusqu'à 500 m³/h, sont positionnées à titre préventif sur les points noirs relevés lors d'épisodes pluvieux précédents.

Enfin, en cas de crise, la ville d'Arles peut utiliser son Serveur Vocal d'Alerte et de Secours pour informer et alerter tout ou partie de la population arlésienne. En effet, la Direction Générale des Services Techniques a procédé au découpage de la commune en différentes listes (quartiers, hameaux, écoles, ...) et est capable d'avertir 2 500 foyers en un quart d'heure.

Exemple du Gard¹³

Suite aux inondations des 8 et 9 septembre 2002, la préfecture du Gard a décidé de recourir à un **système automatisé de gestion de l'alerte** (Gala-Infomobile) pour informer les maires. Un an après, lors des inondations du 22 septembre 2003, ce dispositif a permis de répercuter, en 63 minutes, le bulletin d'alerte de météo France auprès des 353 communes du département.

Plusieurs établissements scolaires ont également expérimenté à cette occasion leur plan particulier de mise en sûreté des élèves (PPMS). C'est le cas du collège de Vauvert, qui a dû évacuer une centaine d'élèves et les héberger dans un gymnase voisin. Institués par une instruction ministérielle de mai 2002, les PPMS se sont multipliés dans le Gard après les inondations des 8 et 9 septembre 2002. La moitié des lycées et la quasi-totalité des collèges du département en sont aujourd'hui pourvus.

D'autres outils n'ont pas eu à être déployés. C'est le cas du plan de gestion du trafic de l'axe routier Alès-Nîmes.

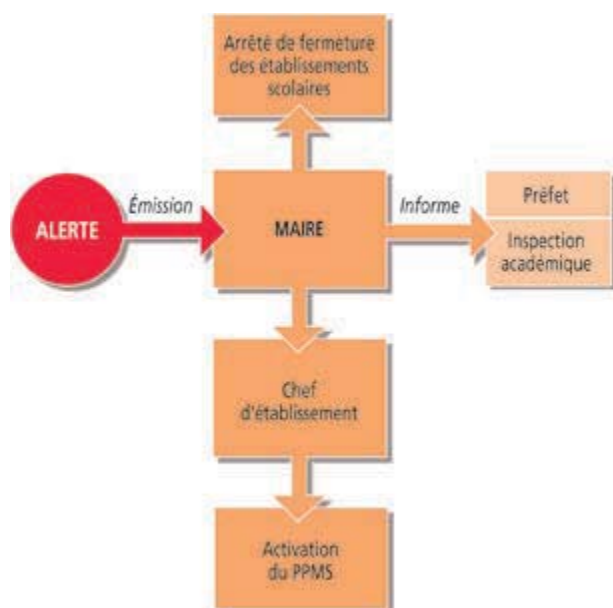
- **Suivi et mise à jour du PCS**

La mise à jour du PCS se fait tous les ans ou tous les 6 mois, de préférence avant le mois d'août (saison des orages).

C'est le Plan Communal de Sauvegarde qui assure la cohérence des actions d'information et de protection de la population et qui permet de s'organiser dans la durée. Son appropriation par les élus et la population est nécessaire.

Il faut être attentif au fait que le risque ruissellement pluvial ne passe pas inaperçu dans le PCS, du fait de sa rareté notamment, par rapport à l'ensemble des risques que couvre ce document.

¹³ - Source : La Gazette des Communes, 29 septembre 2003, p.15.



Procédure du PCS relative aux établissements scolaires (source : S. Chave, BRL).

La décision peut être soit de demander aux parents de venir chercher leurs enfants, soit au contraire de confiner les enfants pour limiter le nombre de personnes en déplacement dans les rues. Ainsi lors des inondations de décembre 2003 à Marseille, suite à l'alerte donnée suffisamment tôt, les parents sont allés chercher les enfants en début d'après-midi. Vers 17 heures, au plus fort de l'inondation, les rues étaient vides. Il n'y a eu aucune victime.

6 - Bilan et retour d'expérience

L'élaboration systématique d'un bilan suite à un événement, même d'ampleur limitée, est essentielle pour en tirer les enseignements : circonstances, effets réels, effets potentiels, réponse apportée, problèmes mis en évidence, etc.

En particulier, il est nécessaire de recueillir des **données sur la pluie**, pour pouvoir faire le lien entre la pluie et ses conséquences. Ce recueil peut se faire auprès de Météo France, mais aussi auprès des agriculteurs, qui ont souvent des pluviomètres. Ces derniers fournissent en général le cumul de pluies, mais parfois, l'information est plus précise grâce à des pluviomètres enregistreurs. Certains réseaux d'agriculteurs mettent à disposition ces informations sur Internet.

Il faut disposer des moyens pour assurer immédiatement ou en temps différé après un

Retour d'expérience de la mise en œuvre des Plans Communaux de Sauvegarde dans le département du Gard suite aux fortes pluies du mois de septembre 2005

La finalisation des Plans Communaux de Sauvegarde des communes de Vauvert et d'Aubord a coïncidé avec l'arrivée d'un épisode pluvieux important. Des cumuls de pluie supérieurs à 1 500 mm se sont abattus durant la semaine du 5 au 9 septembre 2005.

Les désordres occasionnés par les débordements des cours d'eau qui drainent cette partie sud du département du Gard (Vistre et affluents) ont été matériels (pas de perte en vies humaines). Dans les communes dotées d'un PCS, la mise en œuvre de celui-ci a été effectuée avec un système de déclenchement temps réel en fonction des événements hydrométéorologiques fournis par Predict¹⁴. Les désordres ont pu être relativement limités par l'exécution des actions préventives inscrites dans le Plan Communal.

La situation vécue par les communes permet de relever un certain nombre de constats à propos de la gestion de la crise :

- L'anticipation des débordements des affluents torrentiels du Vistre (Le Rieu et le Campagnol sur la commune d'Aubord, les valats de la Reyne et de la Crosse sur la commune de Vauvert) est impérative pour gérer les interventions communales. Ainsi, la mise en sécurité des biens et matériels communaux, l'information des populations de l'arrivée d'une situation dommageable, l'évacuation des établissements scolaires ont pu être réalisées de façon efficace.
- Lorsque le débordement des cours d'eau torrentiels se produit, les interventions prévues, dès lors qu'elles se situent dans les zones de débordement, deviennent très périlleuses. Équipes communales comme services de secours ne peuvent parfois pas se déplacer à cause des hauteurs d'eau mais surtout des vitesses d'écoulement trop importantes, susceptibles par exemple d'emporter des embarcations destinées à mettre en sécurité des personnes.
- Le Plan Communal a permis à chacune des communes d'assurer les missions de base de la gestion de crise. En particulier pour ce qui concerne l'hébergement des personnes sinistrées et l'organisation prévue entre les équipes communales et les associations intervenant dans ces problématiques.

événement le recueil et la conservation des **traces du ruissellement pluvial et des dommages occasionnés**, de façon à les mémoriser en vue d'une exploitation ultérieure : faire des photos, rencontrer les habitants, marquer les traces du ruissellement, sensibiliser à garder la mémoire des événements, même si aucune étude n'est prévue dans l'immédiat.

Il est également utile de dresser l'état d'avancement d'un programme d'action deux ou trois ans après sa mise en œuvre.

¹⁴ - Predict est un service d'assistance aux communes soumises aux inondations : anticipation des événements pluvieux générateurs d'inondation et expérience capitalisée dans la réalisation et le contenu de PCS. Il est fourni par Météo France, BRL, EADS.



Quelques initiatives

• À l'initiative du Ministère de l'Écologie et du développement Durable, relayée par la DRAF Haute-Normandie, l'Agence régionale de l'Environnement de Haute-Normandie (AREHN) a créé et entretient une mémoire collective en matière de coulées boueuses, pour rassembler les informations pertinentes et améliorer le processus décisionnel. Cela se concrétise par la mise à disposition sur son site Internet (<http://www.arehn.asso.fr/>) de données sur les inondations par coulées boueuses : événements passés, mécanismes, solutions, conseils pratiques, adresses.

• Les photographies d'événements naturels passés sont un moyen particulièrement efficace de faire prendre conscience à la population d'une commune des risques qui la menacent et d'entretenir chez elle une certaine mémoire de ces risques. C'est pour cette raison que l'Institut des Risques Majeurs (Irma) essaie, petit à petit, de retrouver ce type de documents pour les mettre en ligne au sein d'une base de données. Ce travail est réalisé en lien et avec le soutien du Conseil Général et de la Préfecture de l'Isère. <http://www.irma-grenoble.com>

Tableau récapitulatif de la démarche

Phase	Objectif et contenu
Prise de conscience du risque ruissellement (élus)	Identification d'événements survenus dans le passé, qui ont révélé une sensibilité de la commune au risque ruissellement ou des vulnérabilités particulières (maisons construites dans des secteurs topographiques exposés). Identification d'une sensibilité locale forte à ce risque (par exemple à l'occasion de l'élaboration du PLU).
Analyse du territoire par rapport au ruissellement	Phase technique de type prise de connaissance , qui vise à disposer d'un document de référence pour la commune (au même titre qu'un plan des réseaux). Étude de base mettant en évidence la nature des risques potentiels auxquels la commune est soumise, les facteurs aggravants, les secteurs exposés, les mesures de prévention envisageables.
Stratégie d'action	Phase moins technique de type appropriation qui consiste à porter de façon durable la préoccupation du ruissellement pluvial dans les différentes politiques de la commune. Elle implique l'ensemble des acteurs locaux concernés et intègre la concertation avec la population. Elle débouche sur un programme d'actions.
Prévention et réduction du risque de ruissellement	Phase de type mise en œuvre de réponses opérationnelles dans le cadre de procédures programmées, à différents niveaux : planification de l'urbanisme, projets d'aménagements d'espaces publics, information préventive de la population. Importance d'une communication basée sur la topographie.
Anticipation dynamique et préparation de la gestion de crise	Mise en place d'une organisation communale pour la prévision et pour la préparation de la crise . Plan Communal de Sauvegarde adapté au risque ruissellement, c'est-à-dire organisé autour de la soudaineté de l'événement et donnant une place importante à la transmission de l'information à la population.
Bilan et retour d'expérience	Élaboration systématique d'un bilan suite à un événement, même d'ampleur limitée : circonstances, effets réels, effets potentiels, réponse apportée, problèmes mis en évidence (photographies des événements, repères de crues, ...).

Compléments techniques

Ces compléments techniques viennent en appui du texte de la première partie. Ils décrivent les outils techniques, réglementaires et administratifs, à disposition des collectivités locales et de l'État, visant ou pouvant contribuer à réduire le risque d'inondation par ruissellement pluvial. Les fiches composant cette partie analysent ce que chaque outil peut apporter de façon concrète pour la maîtrise du ruissellement pluvial, tout en précisant les limites de chacun.

- **Complément technique n°1** – Caractérisation des écoulements
- **Complément technique n°2** – Syndicat de bassin versant
- **Complément technique n°3** – Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)
- **Complément technique n°4** – PLU et Carte communale
- **Complément technique n°5** – Zonage d'assainissement pluvial
- **Complément technique n°6** – SDAGE et SAGE
- **Complément technique n°7** – PPR ruissellement
- **Complément technique n°8** – Adaptation des espaces publics (techniques alternatives)
- **Complément technique n°9** – L'assurance des ouvrages
- **Complément technique n°10** – Paysage et pratiques culturelles adaptées



■ Caractérisation des écoulements

1 - Approche géomorphologique à l'échelle du bassin versant

Une approche géomorphologique à l'échelle du bassin versant met en évidence les points forts et les points critiques, les situations à risque potentiel :

- écoulements préférentiels (caractérisés par la topographie, les pentes, les réseaux),
- capacité d'absorption des sols (caractérisée par la pédologie, la géologie, les pentes),
- changement cultural à l'amont,
- réseau sous-dimensionné,
- obstacles et débordements (caractérisés par la capacité des collecteurs d'eaux pluviales par exemple).

Cet état des lieux permet de connaître les événements passés, les limites géomorphologiques, le débit capable du réseau et les débits extrêmes.

Cette analyse rapide permet de poursuivre la démarche à tenir par la suite pour aboutir dans la prise en compte de l'aléa : est-ce que ces informations suffisent avec le croisement des enjeux sur la zone ou faudra-t-il quantifier plus finement les écoulements ?

Cette analyse est constituée :

- d'un diagnostic hydrogéomorphologique et historique,
- d'un diagnostic hydrologique et hydraulique.

1.1 - Diagnostic hydrogéomorphologique et historique

La **topographie** doit être connue de manière assez simple dans un premier temps, pour procurer une vision générale de la géométrie du territoire délimité en bassin versant : situation des points bas, dépressions et cuvettes, repérage des terrains ou routes pouvant canaliser et accélérer les écoulements, etc. Ce premier repérage peut se faire à partir de la carte IGN (1/25 000 pour le contexte géographique et morphologique, 1/5 000 pour les détails de la commune) et de vérifications sur le terrain. Les levés topographiques seront plutôt conseillés par la suite, lorsque les secteurs à enjeux et d'écoulements seront mieux localisés.

La **géologie** et la **pédologie** permettent de localiser les différents types de sols selon leur nature et leur capacité de rétention (localisation des sols imperméables notamment), mais aussi de repérer les sols sensibles à l'érosion, les possibles zones à risque (par exemple, effondrement de dolines en zones karstiques).

L'**analyse hydrogéomorphologique** permet de situer les vallées sèches, fossés et talwegs, les anciens cônes de déjection, les anciens méandres, et d'indiquer les directions préférentielles des écoulements. Elle permet de délimiter les zones inondables avec lit mineur, lit moyen et lit majeur. Cette approche permet de connaître *a priori* l'extension maximale des inondations, mais cette donnée est à vérifier, surtout si des activités anthropiques ont pu changer les directions des écoulements. Les données sont obtenues à partir des photos aériennes et des cartes IGN 1/25 000 et 1/5 000.

L'**analyse historique** permet, à partir des archives, des journaux, du cadastre, de lister les événements anciens qui ont affecté la zone d'étude, de récupérer des laisses de crue et de connaître les aménagements qui ont été réalisés à la suite de ces intempéries à l'échelle du bassin versant. Cette analyse permet de cartographier les zones inondées.

1.2 - Diagnostic hydrologique et hydraulique

Il s'agit ici de définir les débits de ruissellement soit des bassins versants de l'agglomération elle-même, soit des bassins versants ayant des exutoires traversant l'agglomération. En l'absence de mesures débitométriques sur ces bassins versants, il est nécessaire de définir ces débits à l'aide de modèles plus ou moins complexes liant les caractéristiques géomorphologiques des bassins versants et les caractéristiques des précipitations.

La météorologie

La taille des bassins versants concernés, quelques hectares à quelques km², nécessite de connaître la pluie à des pas de temps correspondant au temps de concentration de ces bassins versants. Ceux-ci sont de l'ordre de grandeur de quelques minutes à quelques heures.

ANALYSE DU TERRITOIRE PAR RAPPORT AU RUISSELLEMENT

L'information pluviométrique permettant de faire des analyses statistiques fiables à ce niveau de pas de temps, se limite en général à seulement quelques postes, voire un seul, dans un département. La représentativité des données est donc limitée. Au droit de ces postes, Météo France a très généralement réalisé des analyses statistiques permettant de connaître aux différents pas de temps (6 minutes, 15 minutes, 30 minutes, 1 heure, 2 heures, 3 heures, 6 heures, 12 heures et 24 heures) les précipitations pour les fréquences de 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans.

Localement, les grandes agglomérations s'équipent progressivement de réseau de pluviomètres enregistreurs, ce qui, à terme, devrait permettre de mieux connaître les précipitations infra-journalières au droit de celles-ci.

Actuellement, la connaissance de la pluviométrie d'un site d'étude souvent éloigné d'une source de données, d'altitude et d'orientation différente, pose le problème de la méthode d'extrapolation de l'information. Cette extrapolation peut s'appuyer sur l'analyse des variations à l'échelle régionale, des pluies journalières. D'autres approches sont également à signaler. Tout d'abord, celle adoptée par les auteurs de l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations, qui ont régionalisé l'information « pluie ». Ensuite, une méthode plus récente développée par le Cemagref d'Aix-en-Provence, qui permet de générer de très longues chroniques de pluies horaires sur un site (générateur de pluie horaire du modèle Shypre).

L'estimation des débits extrêmes

Des modèles plus ou moins complexes permettent de définir, à partir des caractéristiques géomorphologiques des bassins versants et des caractéristiques des précipitations, les débits de ruissellement.

Très généralement, la période de retour du débit calculé est celle de la pluie ayant servi dans les calculs. L'utilisateur devra, avant d'utiliser un modèle, bien vérifier si le domaine de validité de celui-ci correspond à l'utilisation qu'il veut en faire. En effet, tous ces modèles font appel à un ou plusieurs paramètres généralement calés statistiquement sur des données expérimentales.

L'utilisateur devra également garder à l'esprit que le résultat qu'il va trouver est entaché d'une incertitude souvent importante. Le résultat est un ordre de grandeur et doit donc être présenté avec précaution.

Parmi les différents modèles, citons Crupedix ou l'Abaque Sogreah, qui en partant de la pluie journalière de période de retour 10 ans, déterminent le débit de pointe de la crue de même période de retour. Ayant comme base une analyse statistique multivariable de données expérimentales, l'utilisateur devra être très attentif à rester dans le domaine de validité de la méthode. Il aura intérêt en outre à chercher à recalculer localement un ou plusieurs des paramètres du modèle. Ce sont des modèles adaptés aux bassins versants ruraux.

D'autres modèles comme la méthode rationnelle, la méthode Socose ou encore la méthode SCS associent un modèle de perte (coefficient de ruissellement tabulé) et une loi de transfert (temps de concentration par exemple) pour relier le débit de pointe à l'intensité de la pluie de même période de retour. Pour ces derniers modèles, le domaine de validité est également important et en particulier ne correspond qu'à des bassins versants naturels ou ruraux.

Pour les bassins versants urbains, le modèle de Caquot est très utilisé (cf. instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations).

On notera également les modèles à un ou plusieurs réservoirs, linéaires ou non, qui sont généralement utilisés dans les codes de calcul pour l'étude des réseaux d'évacuation des eaux pluviales des agglomérations (Mouse, Canoë, Papyrus, ...). Ces modèles permettent d'associer à un hyétogramme, un hydrogramme à l'exutoire du bassin versant considéré.

Il faut noter ici que la plupart des méthodes décrites, surtout les méthodes les plus simples, ne sont pas adaptées à la détermination des débits de fréquences rares. En terme de période de retour, elles permettent d'obtenir des débits de période de retour 10 ans. En effet, plus que l'application de la méthode, c'est le choix qui est fondamental : la qualité du résultat va dépendre en



ANALYSE DU TERRITOIRE PAR RAPPORT AU RUISSELLEMENT

grande partie de l'adéquation entre la méthode retenue et le contexte local¹⁵.

Pour obtenir les débits de fréquences rares, des extrapolations devront donc être faites. Là encore, il existe un certain nombre de méthodes. On pourra selon les cas retenir la méthode du Gradex, développée par EDF puis complétée et améliorée par le Cemagref sous le nom de méthode Agrégée ou Gradex progressif. Cette méthode du Gradex est basée sur l'hypothèse qu'à partir d'une certaine période de retour, la pente de la distribution des débits est supposée égale à la pente de la distribution des pluies locales générant ces débits. En d'autres termes, au-delà d'un certain seuil, la rétention du bassin versant atteint une limite. La méthode Agrégée permet d'assouplir la cassure entre les deux pentes.

On pourra également utiliser la méthode Shypre qui, à partir d'une longue chronique de pluie horaire, permet de générer à l'aide du modèle conceptuel de ruissellement une longue chronique de débit et donc de définir des quantiles rares de débits.

Il est également possible d'utiliser la méthode rationnelle en utilisant des pluies de période de retour importante et en faisant évoluer parallèlement le coefficient de ruissellement.

De la même façon, dans les modèles plus complets à un ou plusieurs réservoirs, linéaires ou non, il sera toujours possible en utilisant comme entrée des hyétogrammes de pluie de fréquences rares, d'obtenir des hydrogrammes de fréquences rares, en modifiant les fonctions de production.

Ces méthodes sont à utiliser avec prudence et il est essentiel de bien garder à l'esprit que les résultats obtenus ne sont que des ordres de grandeur, entachés d'une erreur encore plus importante que les déterminations pour les fréquences plus courantes.

Un relevé des réseaux, de leurs états et de leurs fonctionnements théoriques en situation de crise hydrologique est nécessaire dans cet état des lieux. Il permet ainsi de comparer les débits calculés auparavant avec ceux admissibles dans le réseau. Il s'agit de vérifier qu'il n'y a pas d'incohérence entre les estimations des débits et le

fonctionnement observé du réseau (par exemple un débit de pointe décennal qui serait inférieur au débit capable du réseau, alors que celui-ci déborde tous les ans).

Cet **état des lieux** permet d'éclairer la situation de la commune ou du secteur face aux risques d'inondations et de localiser les secteurs sensibles. À ce stade, en fonction des enjeux et de la vulnérabilité de ces secteurs, il faut alors vérifier si des études complémentaires plus complexes sont à réaliser. Cela peut être le cas si les zones sensibles sont fortement urbanisées, et si des modifications d'origine anthropiques nécessitent une cartographie de l'aléa en hauteur et vitesse.

2 - Approche de quantification fine adaptée au milieu urbain (modélisation)

Sur le bassin versant amont, une approche de type géomorphologique, complétée par une approche hydraulique et hydrologique simple, sont en général suffisantes. Mais une modélisation peut être nécessaire à ce niveau, notamment pour faciliter la modélisation en milieu urbain (cette modélisation donnera en tête du réseau urbain les débits de ruissellement ruraux ou périurbains à prendre en compte). Dans la ville, une modélisation qui permet d'affiner l'approche simplifiée est nécessaire.

La partie **hydrologique** peut être évaluée à partir de données météorologiques directes de Météo France, Shypre ou issues d'études locales. La transformation de pluie en débit s'effectue à partir de méthodes plus ou moins simples. Il faut veiller à bien maîtriser les hypothèses de calcul introduites dans le modèle, qui sont basées sur des transformations de pluie journalière en pluie obtenue sur des plages de temps adaptées (4h, 6h... à définir en fonction du temps de réponse des bassins versants) avec une certaine forme d'hydrogramme (pluie homogène sur une certaine durée, pluie en double triangle). Les lois de ruissellement peuvent être plus ou moins empiriques ou systémiques. Des vérifications des débits obtenus sont à effectuer sur les réseaux en tenant compte de leur capacité et de certaines périodes de retour des événements. Une approche intégrée qui vise à calculer la capacité du lit majeur de la rivière ou d'un cours d'eau sur un tronçon homogène est aussi à utiliser pour comparer les résultats obtenus avec les deux méthodes.

¹⁵ - Un guide « Caractérisation de l'aléa hydrologique et hydraulique » est en cours de validation et devrait être publié en 2006.

ANALYSE DU TERRITOIRE PAR RAPPORT AU RUISSELLEMENT

La prise en compte à la fois du milieu urbain et de son environnement rural pose lors des modélisations intégrées le problème de la durée de la pluie à prendre en compte. En effet, les temps de réaction des bassins versants ruraux en périphérie et des bassins urbains sont nettement différenciés et il est tout à fait possible qu'il soit nécessaire d'étudier le fonctionnement du réseau urbain à partir de données de ruissellement issues de pluies ayant différentes durées, de manière à retenir la plus défavorable.

Ensuite, il faut effectuer des **relevés topographiques**, à adapter en fonction de la marge d'erreur recherchée, des zones à enjeux et des zones principales de séparation des flux. La topographie est un volet essentiel des études et n'est surtout pas à négliger car c'est elle qui règle tous les cheminement d'eau. Rien ne sert de mettre en place des modélisations très poussées si les résultats obtenus sont entachés d'incertitudes dues aux relevés topographiques.

Une première **modélisation hydraulique** a pu être faite au moment de l'état des lieux simplifié, à partir de formules simples, pour connaître le niveau d'eau approximatif dans certaines rues. On pourra lors de ces calculs tenir compte ou non du réseau d'évacuation des eaux pluviales. La prise en compte du réseau nécessitera alors l'utilisation de modèles capables de réaliser des calculs en réseau maillé. L'utilisation de méthodes simples ne devra pas faire oublier que les lignes d'eau sont influencées par de nombreux paramètres, en particulier les influences aval.

La modélisation hydraulique 2D, elle, permet a priori de connaître en chaque point du maillage la hauteur et la vitesse de l'écoulement avec une fiabilité ou une précision plus élevée. Il faut veiller à avoir une densité correcte de points dans les rues pour obtenir cette précision dans les résultats numériques et permettre par exemple une bonne répartition des flux aux carrefours. Outre les coûts très importants pour la mise en œuvre de tels modèles, il reste encore beaucoup de travail à faire pour en rendre les résultats fiables. Une comparaison et un calage sur des événements passés est toujours souhaitable mais pas toujours possible lorsque la zone n'a pas été touchée récemment ou que l'urbanisation est récente et qu'il n'existe pas

de précédent. Un aller-retour entre l'hydrologie et l'hydraulique est nécessaire pour détecter d'éventuelles incohérences : par exemple, qu'un débit de période de retour 10 ans inonde l'ensemble d'un secteur alors que celui-ci n'a rien subi comme dommage depuis 20 ans, ou encore, inversement, qu'un secteur inondé chaque année ne le soit que pour un débit de fréquence rare !



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Complément technique n°2

■ Syndicat de bassin de versant

Le syndicat de bassin versant est une structure qui permet de financer l'étude, la mise en place et l'entretien des aménagements hydrauliques sur un bassin versant. Il est créé soit à l'initiative des communes ou de leur groupement, soit à la demande du préfet. Ainsi, par exemple, suite aux inondations répétitives en Seine-Maritime, le préfet a exigé que les élus créent des syndicats de bassin versant.

Ils sont de deux types : syndicat intercommunal (regroupement de communes) ou syndicat mixte (regroupement d'intercommunalités et de communes). Les principaux thèmes abordés par les syndicats sont les inondations, notamment par ruissellement, et l'érosion.

La constitution de syndicats de bassin versant est une solution pour mener des actions cohérentes à l'échelle du bassin versant en vue de lutter efficacement contre le ruissellement pluvial.

Il s'agit d'intervenir le plus en amont possible en développant les actions permettant de réduire le ruissellement et leur concentration : piéger dès la parcelle une partie des précipitations, limiter la concentration des ruissellements formés, diminuer leur vitesse, retenir et stocker les excédents sur les chenaux principaux d'écoulement, améliorer les écoulements aux exutoires, revégétaliser certaines parties des bassins versants. La combinaison des actions, de l'amont vers l'aval et inversement, apportera une plus grande efficacité.

Exemple de la Seine-Maritime (76)

La Seine-Maritime a subi plusieurs inondations par ruissellement. Celle de 1997 a causé la mort de trois personnes et celle de 2000, de deux personnes. Après cette dernière catastrophe, le préfet du département a exigé que les élus créent des syndicats de bassin versant pour traiter globalement les problèmes. Il a débouqué une enveloppe de 82 millions d'euros pour financer, à hauteur de 80%, les initiatives des syndicats, comme la réhabilitation des mares et des fossés ou, comme dans le cas exceptionnel de Saint-Paer, l'indemnisation d'expropriés¹⁶.

1 - Exemple de Saint-Paer

Le hameau du Glu est situé à Saint-Paer, dans la vallée de l'Austreberthe, en aval de Rouen, à l'exutoire d'un bassin versant de 55 km². Au cours des dix dernières années, il a été victime à plusieurs reprises d'inondations. Faute de pouvoir protéger efficacement les habitants contre les inondations, le syndicat de bassin versant de l'Austreberthe, regroupant 31 communes, a décidé de racheter ce hameau de treize maisons particulièrement exposées et de les démolir pour laisser la place à une zone d'expansion des crues (par solution amiable ou déclaration d'utilité publique).

2 - Mise en place d'une démarche intercommunale de gestion des eaux de ruissellement¹⁷

Au cours de l'été 1997, les orages violents enregistrés sur la Haute-Normandie ont provoqué de nombreuses inondations à plusieurs reprises dans des communes situées à l'aval d'un même bassin versant dans la vallée de l'Andelle et de ses affluents.

Des dégâts analogues s'étaient déjà produits au début des années 1980 et avaient donné lieu à la création, en 1984, du Syndicat Intercommunal du Bassin de l'Andelle (SIBA). La

particularité de ce syndicat dit de rivière est qu'il prend en compte la dimension de bassin versant : sur les 17 communes adhérentes, 2 d'entre elles ne sont pas riveraines de la rivière, mais situées sur les plateaux en surplomb.

Malgré cette prise de conscience, très peu d'aménagements avaient été effectués avant 1997 pour maîtriser les eaux de ruissellement, d'autant plus que les événements pluvieux étaient rares, ce qui avait eu pour effet d'endormir la mémoire collective.

Après l'été 1997, le SIBA et la DDAF de l'Eure font une analyse commune qui montre l'importance de traiter les problèmes globalement et le plus en amont possible. Il faut non seulement mettre en oeuvre des actions curatives dans les communes de la vallée, mais également traiter les problèmes de ruissellement sur les communes du plateau qui ne subissent pas les inondations. Il faut donc mettre en place une démarche intercommunale de gestion des eaux de ruissellement.

Plusieurs éléments favorables vont favoriser cette démarche, notamment le fait que la Chambre d'agriculture de l'Eure entreprenait à cette période un travail de sensibilisation et de recommandations à destination des agriculteurs, sur le sens de culture, le maintien du couvert végétal, ou la création de bandes enherbées.

Des propositions d'aménagements en sont ressorties : ouvrages de protection contre l'érosion (bandes enherbées, haies...), fossés d'infiltration, ouvrages de rétention et de régulation (mares tampons, bassins de rétention), maintien des herbages sur au moins 6% de la surface, etc.

Tous les partenaires intéressés à la gestion des eaux superficielles ont été associés : SIBA, communes, agriculteurs, gestionnaire des routes, associations de riverains...

Financement : FEDER, Conseil général de l'Eure, État, SIBA.

16 - Source : AFP, 30 janvier 2002.

17 - Source : AREHN.



■ Schéma de cohérence territoriale (SCOT)

Les schémas de cohérence territoriale (SCOT) fixent, sur l'ensemble de leur périmètre, « *les orientations générales de l'organisation de l'espace et de la restructuration des espaces urbanisés et déterminent les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces naturels et agricoles ou forestiers. Ils apprécient les incidences prévisibles de ces orientations sur l'environnement. À ce titre, ils définissent notamment les objectifs relatifs à ... la prévention des risques. Ils déterminent les espaces et sites naturels ou urbains à protéger et peuvent en définir la localisation ou la délimitation* » (Art. L.122-1 du Code de l'urbanisme).

Le périmètre du SCOT englobe plusieurs communes et établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). Aussi, le SCOT est l'outil privilégié de la planification intercommunale. Il se situe à la bonne échelle pour définir des principes d'équilibre entre les diverses occupations du sol, par rapport à des contraintes identifiées d'écoulement ou de protection des lieux habités.

Les phénomènes d'écoulement doivent être pris en compte dans les étapes successives de la démarche d'élaboration du SCOT, notamment :

- **Le Porter à Connaissance (PAC)** est l'occasion, non seulement de fournir toute l'information disponible, mais aussi de cibler les lacunes et attirer l'attention des collectivités sur les études complémentaires à engager avec l'appui technique de l'État. Mais, alors que pour les risques d'inondation de rivière, l'exercice s'avère relativement facile, pour l'inondation par ruissellement, il n'existe souvent aucune cartographie et on ne peut citer que des événements historiques.

- **Au niveau du diagnostic territorial**, l'objectif est de profiter de l'aménagement d'un territoire donné pour réduire le risque. Une action à l'échelle des unités hydrologiques et une solidarité amont – aval entre les communes sont indispensables. Le diagnostic SCOT est le moment idéal pour initier cette réflexion en préconisant les études nécessaires pour organiser cette solidarité, en particulier pour la détermination des emprises foncières nécessaires, ainsi que les travaux à réaliser pour stabiliser les écoulements, valoriser les zones inondables et limiter l'impact des infrastructures. Cette première information est en général strictement cartographique.

Exemple du SCOT de l'aire métropolitaine bordelaise

Le risque inondation a fait partie des trois priorités des réflexions préliminaires à l'élaboration du SCOT de l'aire métropolitaine bordelaise (91 communes), aux côtés de la maîtrise de l'étalement urbain et de la protection du patrimoine viticole.

Ainsi, suite au porter à connaissance de l'État, le SYSDAU (Syndicat Mixte du Schéma Directeur de l'Aire métropolitaine Bordelaise) a défini :

- les moyens de protection à prévoir pour les zones déjà urbanisées, afin de sécuriser les personnes et les biens déjà installés en zone inondable,

- les besoins en territoires pour le développement urbain dans les zones soumises au risque d'inondation, ces besoins devant être justifiés d'un point de vue économique, social et urbanistique, afin de limiter strictement l'extension de l'urbanisation dans ces zones.

Les études engagées et la traduction dans le SCOT montrent qu'un équilibre a été trouvé entre les secteurs protégés en zone inondable et les secteurs d'expansion des crues.

Source : Agence d'urbanisme Bordeaux métropole Aquitaine. *Tempo'cité. Le nouveau schéma directeur de l'aire métropolitaine bordelaise. In Bulletin de l'Agence d'Urbanisme Bordeaux Métropole Aquitaine n°7, mars 2002. 4 p.*



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Complément technique n°4

■ PLU et carte communale

Le **Plan Local d'Urbanisme (PLU)** précise le droit des sols : délimitation des zones urbaines, à urbaniser, agricoles et naturelles, définition de ce que chaque propriétaire peut ou ne peut pas construire. Il comprend en outre un projet d'aménagement et de développement durable (PADD) qui précise le projet d'évolution et de développement d'ensemble de la commune, l'aménagement des espaces publics, la protection des paysages naturels et urbains, etc.

L'élaboration ou la révision d'un PLU est le moment idéal pour mener une réflexion globale sur le territoire communal, en concertation avec les différents acteurs intéressés, comme l'État, la Région, le Département, les chambres d'agriculture, les communes voisines, les associations, etc.

Les **cartes communales** conviennent aux communes rurales souhaitant établir une simple cartographie délimitant les zones constructibles et les zones naturelles, sans pour autant se doter d'un PLU. Les communes dotées d'une carte communale peuvent décider, si elles le souhaitent, de prendre la compétence pour délivrer les permis de construire, dans les mêmes conditions que les communes dotées d'un PLU. Ainsi, le maire peut refuser le permis de construire pour un bâtiment qui serait trop exposé à un risque.

1 - Objectifs du PLU relatifs au ruissellement

De même que les SCOT, les PLU et les cartes communales déterminent, entre autres, « les *conditions permettant d'assurer : ... la prévention des risques naturels prévisibles ...* » (Art. L.121-1 du Code de l'urbanisme).

Le PLU peut édicter des mesures particulières liées à la maîtrise des ruissellements et des risques d'inondations, notamment lorsqu'il reprend des dispositions issues d'études de zonage d'assainissement établies conformément au CGCT (art. L.2224-10).

La prise en compte des risques d'inondations par ruissellement lors de l'élaboration des PLU évite l'urbanisation des zones à risques telles que certains bas de versants ou thalwegs, en les classant non constructibles.

Le PLU rappelle les droits et les obligations à respecter en matière de préservation de la voirie départementale, communale et des chemins ruraux, de modification de l'écoulement naturel des eaux, ou d'autorisation de défrichement, en faisant référence au Code civil, au Code forestier, au Code Général des Collectivités territoriales et au Code de l'urbanisme. Il peut aussi assurer la protection d'éléments du paysage tels que les haies, les bois ou les arbres.

Notons aussi que les communes peuvent identifier les zones humides dans les PLU et définir des règlements adaptés à leur conservation.

Porter à connaissance (PAC)

Le Préfet porte à la connaissance des communes ou de leurs groupements compétents les informations nécessaires à l'exercice de leurs compétences en matière d'urbanisme. Il fournit notamment les études techniques dont dispose l'État en matière de prévention des risques et de protection de l'environnement. (article L.121-2 du Code de l'urbanisme).

Le PAC précise les contraintes législatives et réglementaires à respecter, informe sur les données disponibles jugées utiles à l'élaboration du PLU et explicite les enjeux et les objectifs à atteindre au niveau local et au niveau du bassin versant. En particulier, il identifie et positionne les zones inondables sur le territoire communal. C'est également là que peuvent être répertoriées les **zones à étudier pour le risque de ruissellement**. Si le risque est identifié, le Porter à Connaissance de l'État permettra de s'assurer que la délimitation des zones U, AU, A et N ainsi que le règlement qui leur est associé prennent bien en compte ce type de risque.

2 - Contenu du PLU relatif au ruissellement

Le projet d'aménagement et de développement durable (PADD)

Le PADD, dont le contenu est fixé par l'article R.123-3 du Code de l'urbanisme, définit les orientations d'urbanisme et d'aménagement en vue de favoriser le renouvellement urbain en préservant les grands équilibres environnementaux. C'est notamment par ce volet que le message sur le ruissellement doit être porté.

Le règlement

Le règlement du PLU fixe, en cohérence avec le PADD, les règles générales et les servitudes

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

d'utilisation des sols permettant d'atteindre les objectifs mentionnés à l'article L.121-1. Le règlement peut notamment comporter l'interdiction de construire, il délimite les zones urbaines ou à urbaniser et les zones naturelles ou agricoles et forestières à protéger et définit, en fonction des circonstances locales, les règles concernant l'implantation des constructions (art. L.123-1 du Code de l'urbanisme).

Le PLU fixe les règles applicables à l'intérieur de chacune des zones U (urbaines), AU (à urbaniser), A (agricoles) et N (naturelles et forestières) dans les conditions prévues à l'article R.123-9 du Code de l'urbanisme. Il peut comprendre en matière de gestion des eaux, des règles concernant les constructions, les voiries, l'imperméabilisation du sol et les espaces verts. Le contenu facultatif du règlement du PLU est énoncé de façon exhaustive à l'article R.123-9 du Code de l'urbanisme.

Il peut contenir en matière de gestion des eaux tout ou partie des règles suivantes :

- n'autoriser les constructions que sous réserve d'une mise à la cote par rapport à la voirie,
- imposer des profils en travers type de voiries,
- définir des débits de fuite par rapport à une pluie de projet,
- interdire les commerces pour lesquels la seule règle de limitation de l'emprise au sol ne peut empêcher de grandes imperméabilisations,
- exiger des mesures compensatoires à l'imperméabilisation,
- exiger des volume de rétention en m³/ha imperméabilisé,
- imposer des reculs pour utiliser des ouvrages de type noues,
- imposer des reculs par rapport aux ruisseaux existants,
- limiter l'emprise au sol et/ou la densité des constructions,
- permettre ou rendre obligatoire l'utilisation des espaces verts comme lieux de rétention supplémentaires (réalisation en légère dépression),
- orienter le bâti, en particulier collectif, dans le sens du courant,
- indiquer que les remodelages du terrain ne devront pas modifier l'écoulement des eaux,

- interdire des clôtures en murs pleins perpendiculaires au sens du courant, ou limiter la hauteur du soubassement,

- interdire des caves, sous-sols et garages en sous-sol,

- si la zone est fréquemment inondée, interdire l'assainissement autonome.

Il peut aussi donner des recommandations, comme par exemple mettre hors d'eau les branchements électriques et les chaudières, amarrer ou lester les cuves, munir les branchements d'assainissement de clapets anti-retour, etc.

Les documents graphiques

Suivant l'article R.123-14 du Code de l'urbanisme, les documents graphiques doivent faire apparaître pour le domaine lié à l'eau :

- les secteurs où l'existence de risques naturels (inondation, érosion, affaissement) justifie l'interdiction ou des conditions particulières de construction ou aménagement,
- les secteurs réservés aux ouvrages publics et installations d'intérêt général et aux espaces verts avec leur destination et les bénéficiaires.

Les annexes

Les annexes indiquent en outre à titre d'information sur un ou plusieurs documents graphiques :

- les schémas des réseaux d'eau et d'assainissement, y compris les fossés et les bassins versants concernés, en précisant les emplacements retenus pour les stockages et éventuellement les traitements,
- les dispositions des projets de PPR rendues opposables en application de l'article L.562-2 du Code de l'environnement,
- le zonage d'assainissement des eaux pluviales.

La loi SRU maintient par ailleurs la possibilité pour la commune d'instaurer des emplacements réservés pour les ouvrages publics, les installations d'intérêt général et les espaces verts à créer ou à modifier.

3 - Mise en œuvre

Les règlements de lotissement offrent la possibilité de décliner des prescriptions du PLU vis-à-vis des clôtures, de niveaux habitables, des surfaces de parcelles, du coefficient d'occupation du sol, etc.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Le permis de construire est le dernier stade où l'on peut vérifier que toutes les prescriptions des documents de planification ont été prises en compte. À noter cependant que les pièces demandées au permis de construire ne permettent pas de vérifier les prescriptions en terme de construction, mais seulement celles liées à l'urbanisme. Dans la pratique, on constate que les instructeurs de permis rappellent l'ensemble des prescriptions, y compris celles contenues dans le PPR qui concernent des règles de construction.

Remarque : au titre de la police des branchements au réseau d'assainissement public, il est possible de contrôler la conformité de l'installation du particulier (par exemple, régulation du débit de fuite à la parcelle).

Cas particulier du PIG

Un Projet d'Intérêt Général (PIG) est un projet d'ouvrage ou de protection d'utilité publique imposé par arrêté préfectoral.

Le PIG permet à l'État de faire prévaloir la prise en compte d'intérêts dépassant le cadre des limites territoriales d'une commune. Il peut mettre en œuvre tout projet, même si celui-ci est contraire à un PLU. L'intérêt général prime sur tous les autres impératifs. C'est un outil juridique très puissant, qui a été formalisé par la loi SRU (articles R.121-3 et 4 du Code de l'urbanisme).

Il prévaut sur tous les documents d'urbanisme. La procédure de PIG permet d'obliger les maires concernés à modifier ou réviser leur PLU selon les éléments du porter à connaissance qui leur est transmis.

La prévention des risques est un motif qui peut justifier un PIG.

Quelques exemples

À **Lempdes (63)**, une régulation est imposée au niveau de chaque parcelle.

À **Villeneuve-lès-Avignon (84)**, « la municipalité a décidé d'incorporer dans la dernière révision du plan d'occupation des sols (POS), des documents permettant de définir des zones d'écoulement, d'inondation et plus généralement là où un risque a été avéré. » [Midi Libre 06/02/2002].

Le PLU de nombreuses **communes du Sud-Ouest** impose dans tous les cas au moins un débit de fuite. Citons Génisac, Aiguefondes, la Communauté Urbaine de Bordeaux (avec un règlement et un guide), les 10 communes du Bassin d'Arcachon, Libourne, Saint-Jean-de-Luz, etc.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Complément technique n°5

Avertissement : cette fiche a été élaborée avant la parution de la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

■ Zonage d'assainissement pluvial

Le zonage d'assainissement pluvial est élaboré par une commune ou un groupement de communes, sur leur territoire.

Il a pour but de prévenir les effets de l'urbanisation et du ruissellement des eaux pluviales sur les systèmes d'assainissement et sur les milieux récepteurs. Il délimite (art. L.2224-10 du CGCT) :

« - 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,
- 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. »

Statut du zonage d'assainissement pluvial

Le zonage pluvial est issu de l'article 35 de la loi n°92-3 sur l'eau du 3 janvier 1992 qui a modifié l'article L.2224-10 du Code général des collectivités territoriales et institué un cadre pour la mise en œuvre d'une urbanisation intégrant les problèmes d'assainissement et/ou la limitation des débits, et de leurs conséquences dommageables.

Il s'appuie également sur le décret n°94-469 du 3 juin 1994 pris pour l'application de l'article 35 et sur la circulaire du 12 mai 1995 relative à l'assainissement des eaux usées urbaines.

L'article L.123-1 du Code de l'urbanisme prévoit que le zonage d'assainissement soit annexé au PLU et que ses prescriptions soient insérées dans le règlement (article 4 notamment).

Ses liens avec les autres outils

PLU

Les dispositions réglementaires du zonage ne constituent pas une servitude d'utilité publique s'imposant au PLU. L'engagement des études de zonage, parallèlement aux études d'élaboration ou de révision du PLU, est donc une opportunité intéressante à saisir pour assurer une parfaite in-

tégration des prescriptions édictées dans ces documents de planification.

Programme d'assainissement

Le programme d'assainissement est communal et obligatoire. Il consiste à :

- évaluer les dysfonctionnements et les conséquences des insuffisances des aménagements sous l'effet d'événements de différentes périodes de retour,
- programmer la réalisation des ouvrages.

Le programme intègre les éléments du schéma et/ou du zonage d'assainissement et prévoit les financements nécessaires.

La circulaire du 12 mai 1995 renforce la possibilité de limiter le ruissellement en demandant aux grandes agglomérations d'explorer les possibilités de mise en œuvre de techniques alternatives dans leur programme d'assainissement.

Schéma directeur d'assainissement

Le schéma directeur d'assainissement n'a pas d'existence « réglementaire » (terme utilisé par les Agences de l'Eau et repris dans la circulaire du 12 mai 1995). L'étude de schéma d'assainissement devrait comprendre le diagnostic et le programme d'assainissement, et le zonage est sa traduction « cartographique » ou « spatiale ».

Lorsqu'il y a des problèmes d'insuffisance hydraulique de réseaux et de ruissellement, il devrait être nécessaire de faire un zonage pluvial pour aboutir au schéma directeur d'assainissement (il est en effet délicat d'élaborer un programme d'assainissement si les mesures collectives et les mesures à la parcelle n'ont pas été précisées).

Par ailleurs, pour les études hydrauliques, le choix du niveau de protection, en principe, est décidé par la collectivité sur la base de différents scénarios de protection (il peut être supra décennal).

Ses apports dans la maîtrise du ruissellement pluvial

Le zonage différencie le plus souvent, selon le critère topographique, trois types de zones :

- les zones de production et d'aggravation de l'aléa,



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

- les zones d'écoulement,
- les zones d'accumulation.

Zones de production et d'aggravation de l'aléa

Dans ces zones, il s'agit de limiter les effets de l'imperméabilisation, déterminer des débits de fuite maximum par rapport à la pluie retenue après divers scénarii (décennale, centennale voire exceptionnelle) et localiser les zones de stockages collectifs qui pourront donner lieu à des emplacements réservés au niveau du PLU. Le document de zonage pourra préconiser une méthode d'évaluation des volumes à stocker et éventuellement présenter des exemples pratiques. Il pourra aussi indiquer la nécessité de réaliser des espaces boisés, de préserver des plantations sur des espaces laissés libres, ou de créer des espaces verts en légère dépression pour constituer des volumes de rétention.

Les zones agricoles peuvent faire l'objet de propositions, comme par exemple entretenir la surface du sol pour éviter la formation d'une croûte de battance, aérer le sol entre les périodes de végétation, maintenir en place les chaumes après la moisson, développer les fossés de drainage avec limitation des débits, ou organiser l'exploitation avec des parcelles diversifiées.

Zones d'écoulement

On recommandera des marges de recul de 10 à 20 m pour les constructions nouvelles par rapport aux axes drainants de type cours d'eau et thalwegs. De même, on pourra préconiser des fondations spéciales qui résistent aux phénomènes d'érosion et d'affouillement, des dispositions pour l'organisation du bâti et proposer des choix de clôtures ajourées.

Concernant les zones agricoles, des mesures simples peuvent être préconisées pour réduire l'écoulement vers l'aval, comme par exemple la mise en place d'ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement, ou des chemins d'accès transversaux à la pente.

Zones d'accumulation

Les mesures qui peuvent être préconisées sont l'emploi de matériaux insensibles à l'eau, la construction sur vide sanitaire à une cote imposée, le renforcement des fondations et des murs, la mise

hors d'eau des réseaux publics comme ceux de l'énergie et des télécommunications, la création d'accès permanents pour les besoins d'évacuation, ou encore le recalibrage des lits et berges des cours d'eau, pour améliorer les capacités hydrauliques en aval et donc réduire la submersion.

Remarque : il est possible aussi de trouver des solutions en négociant avec les agriculteurs, comme par exemple, dans les vignes, l'utilisation des aires de retournement des engins comme zones de rétention.

Ses avantages et ses limites

Avantages

Le zonage pluvial est une phase essentielle dans l'élaboration d'une stratégie de gestion des eaux pluviales. Il permet d'intervenir tant au niveau de la zone urbaine déjà desservie par un réseau collectif que sur l'urbanisation future, et même les zones agricoles. De plus, il favorise l'intercommunalité.

Limites

Bien que le zonage soit un outil très pertinent, il est actuellement peu utilisé. Les raisons suivantes peuvent être avancées :

- il est méconnu,
- la loi sur l'eau ne le définit pas rigoureusement (pas de décret relatif au zonage),
- il donne l'information mais n'a pas de valeur juridique,
- les élus sont parfois réticents à réaliser un zonage eaux pluviales lorsque celui-ci impose des restrictions par rapport au foncier,
- il est peu aidé financièrement (cependant, l'étude de zonage peut être financée en partie par l'Agence de l'Eau quand elle comporte un volet sur la qualité de l'eau, ou si la commune réalise un zonage complet eaux usées et eaux pluviales).
- Il ne peut pas donner des objectifs et des moyens ; pour parer à cet inconvénient, il peut donner des objectifs et des exemples en annexe.

Quelques exemples

Le zonage pluvial du **Grand Lyon (69)** définit trois zones, accompagnées de prescriptions : zones de production, zones d'accumulation, zones de circulation (pentes).

Citons aussi le zonage pluvial des **communes du bassin d'Arcachon (33)** et celui de **Rennes (35)**.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Complément technique n°6

Avertissement : cette fiche a été élaborée avant la parution de la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

■ SDAGE et SAGE

1 - SDAGE

Les Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) sont élaborés à l'échelle du bassin ou groupement de bassins, à l'initiative du Préfet coordonnateur de bassin, par le comité de bassin compétent. « *Un ou des SDAGE fixent pour chaque bassin ou groupement de bassins les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau* » (art. L.212-1 du Code de l'environnement). Ils définissent « *les objectifs de quantité et de qualité des eaux ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre* » (art. L.212-1).

SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse

Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse contribue à la préservation des zones humides du bassin en vue d'enrayer le processus de disparition progressive aujourd'hui constaté. Cela se traduit par des inventaires locaux des zones humides, la mise en place de SAGE sur des zones humides, et par la signature d'une « charte pour les zones humides en Rhône-Méditerranée-Corse » par le préfet coordonnateur de bassin et le président du comité de bassin.

SDAGE Rhin-Meuse

Les objectifs fixés dans le SDAGE Rhin-Meuse concernant le ruissellement pluvial sont :

- Améliorer la prise en compte des eaux pluviales dans les zones urbanisées : limiter l'urbanisation des surfaces, déconnecter des réseaux urbains les apports d'eaux pluviales de bassins versants extérieurs aux agglomérations, compenser les impacts négatifs de l'imperméabilisation des sols (bassins pluviaux...).

- En zone rurale, favoriser le maintien de la couverture végétale, l'infiltration dans les formations aquifères, la rétention dans les zones humides ou autres zones naturelles en dépression (des fossés par exemple).

Le SDAGE prévoit aussi de maintenir des prairies permanentes et des forêts alluviales dans le lit majeur des cours d'eau, ainsi que de favoriser « l'orientation des crues vers des espaces d'expansion en vue notamment de l'inondation fréquente et bénéfique de zones humides », et enfin de chercher à reconquérir « certaines zones d'expansion des crues, dans l'objectif de réduire l'importance des crues à l'aval, et de restaurer des zones humides ».

Source : DIREN Lorraine. SDAGE Rhin-Meuse. Fiche réflexe « *risque inondation, eaux pluviales* ».

Le SDAGE indique notamment comment l'occupation du sol, les écoulements, l'infiltration, ont évolué sur le bassin versant dans les dernières années. Il peut **fixer des principes de limitation du ruissellement et de l'érosion des sols et indiquer des objectifs pour l'évolution du couvert végétal**. Pour atteindre ces objectifs, il peut comporter des **mesures liées à la maîtrise des ruissellements** et des risques d'inondation, comme par exemple la protection et la mise en valeur des zones humides.

L'un des intérêts du SDAGE est aussi dans l'obligation qu'ont les autres documents d'être en conformité avec lui : « *les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec leurs dispositions. Les autres décisions administratives doivent prendre en compte les dispositions de ces schémas directeurs* » (art. L.212-1). Ainsi, les PLU doivent tenir compte des dispositions retenues par le SDAGE.

2 - SAGE

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont élaborés à l'échelle du sous-bassin ou de leur groupement, par la commission locale de l'eau (CLE) créée par le Préfet et composée : pour moitié, de représentants des collectivités territoriales et des établissements publics locaux ; pour un quart, des représentants des usagers, des propriétaires riverains, des organisations professionnelles et des associations concernées ; et pour un quart, des représentants de l'État et de ses établissements publics.

« *Dans un sous-bassin ou un groupement de sous-bassins correspondant à une unité hydrographique ou à un système aquifère, un SAGE fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine et des écosystèmes aquatiques ainsi que de préservation des zones humides* » (art. L.212-3 du Code de l'environnement). Il énonce les priorités à retenir pour atteindre les objectifs définis à l'article L.212-3 puis il évalue les moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en œuvre (art. L.212-5).



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Les SAGE peuvent comporter des **mesures liées à la maîtrise des ruissellements** et des risques d'inondation : au niveau d'une rivière, ils indiquent des objectifs en terme de maintien des écoulements et de prévention des crues, tout en recherchant la mise en valeur de l'espace lié à la rivière.

« Lorsque le schéma a été approuvé, les décisions prises dans le domaine de l'eau par les autorités administratives et applicables dans le périmètre qu'il définit doivent être compatibles ou rendues compatibles avec ce schéma. Les autres décisions administratives doivent prendre en compte les dispositions de ce schéma » (art. L.212-6). Ainsi, les PLU doivent tenir compte des dispositions retenues par les SAGE.

Le contrat de rivière est la traduction opérationnelle du SAGE.

Les CLE et les comités de rivières, de lacs, d'étangs, de baies ou de nappes, peuvent développer un volet spécifique aux zones humides dans le cadre des SAGE et des contrats.

SAGE de la Lys

Parmi les enjeux du SAGE de la Lys, figure la prévention des risques (inondations, coulées de boues et érosion des sols), et notamment, le **risque de ruissellement pluvial en milieu urbain et rural**.

Les études engagées sur chacun des sous-bassins versants de la plaine de la Lys ont pour objet d'identifier les dysfonctionnements à l'origine du risque d'inondation et de proposer des mesures destinées à limiter ce risque. Parmi ces mesures, citons la réalisation d'aménagements de type **zone d'expansion des crues** ou **bassins de rétention**, la **réimplantation de haies**, la mise en œuvre d'**actions agri-environnementales**. Ces mesures concernant spécifiquement le monde agricole, des réunions de concertation ont été mises en place sur plusieurs sites.

Pour en savoir plus : <http://www.sage-lys.net>



■ PPR ruissellement

Remarque : ce complément technique est peu développé, car le PPR ruissellement fait l'objet d'une note complète dont les références sont données en bibliographie.

Les Plan de Prévention des Risques (PPR) ont été institués par la loi du 2 février 1995 sur le renforcement de la protection de l'environnement, codifiée par les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'environnement.

Ceux relatifs au ruissellement pluvial permettent de réduire la vulnérabilité des territoires concernés par ce phénomène en imposant des mesures de maîtrise du ruissellement sur les secteurs amont des bassins versants, en prévoyant des emplacements inconstructibles capables de stocker les eaux pluviales ou en préservant les lits majeurs. Ils peuvent par ailleurs imposer des mesures sur les constructions existantes et à venir pour réduire leur vulnérabilité.

Les PPR sont prescrits à l'initiative des préfets de département. Mais la collectivité territoriale doit être fortement associée à la connaissance du risque et aux moyens à mettre en œuvre pour s'en prémunir, d'autant qu'elle en assurera la plupart du temps la maîtrise à travers son PLU, la gestion de ses dispositifs d'assainissement ou ses secteurs de développement.

Les PPR utilisent une approche par bassin de risques. Le plan est donc communal, intercommunal ou infra-communal.

Liens avec le PLU

Les PLU doivent reprendre en annexe les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation du sol conformément au Code de l'urbanisme (art. L.126-1), en particulier celles issues d'un PPR.

Remarque : le PPR peut donner des prescriptions plus larges que le PLU (pratiques agricoles par exemple, qui influent fortement sur le ruissellement, ou règles de construction visant à protéger les habitations).

Les apports du PPR dans la maîtrise du ruissellement pluvial

Les PPR peuvent intervenir sur des zones non exposées directement aux risques d'inondation, mais pouvant en aggraver les effets. Cette disposition peut s'appliquer dans le cadre des risques liés au ruissellement, en prenant en compte les effets potentiels d'une imperméabilisation périurbaine ou de pratiques culturales mal maîtrisées pouvant aggraver les inondations en centre-ville.

Ils prévoient plusieurs documents correspondant à chaque niveau d'information :

- carte informative des risques naturels portant sur les phénomènes les plus importants,
- carte des aléas localisant et évaluant l'intensité des phénomènes, ces cartes étant ensuite transmises aux élus pour être prises en compte dans les PLU,
- carte des enjeux portant sur l'évaluation du danger et la classification des bâtiments.

Le PPR peut prescrire des règles en matière d'urbanisme, de construction, de plantation et de cultures. Il peut par exemple :

- interdire l'urbanisation des exutoires et des axes des talwegs secs soumis à un aléa de ruissellement important,
- prévoir des règles minimales pour la construction d'équipements publics dans les lits majeurs (y compris de ruissellement),
- imposer s'il y a lieu des dispositions constructives de prévention, comme par exemple des hauteurs minimales de plancher pour les rez-de-chaussée, ou interdire les constructions avec sous-sol ou cave,
- envisager des protections ou aménagements localisés pour certaines constructions existantes fortement menacées,
- imposer la plantation d'arbres à système racinaire très développé pour renforcer la stabilité des berges, interdire la plantation de peupliers aux abords de certains cours d'eau ou dans les zones inondables,
- imposer des techniques de labours de façon à ce que les sillons soient des freins au ruissellement et non des accélérateurs.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

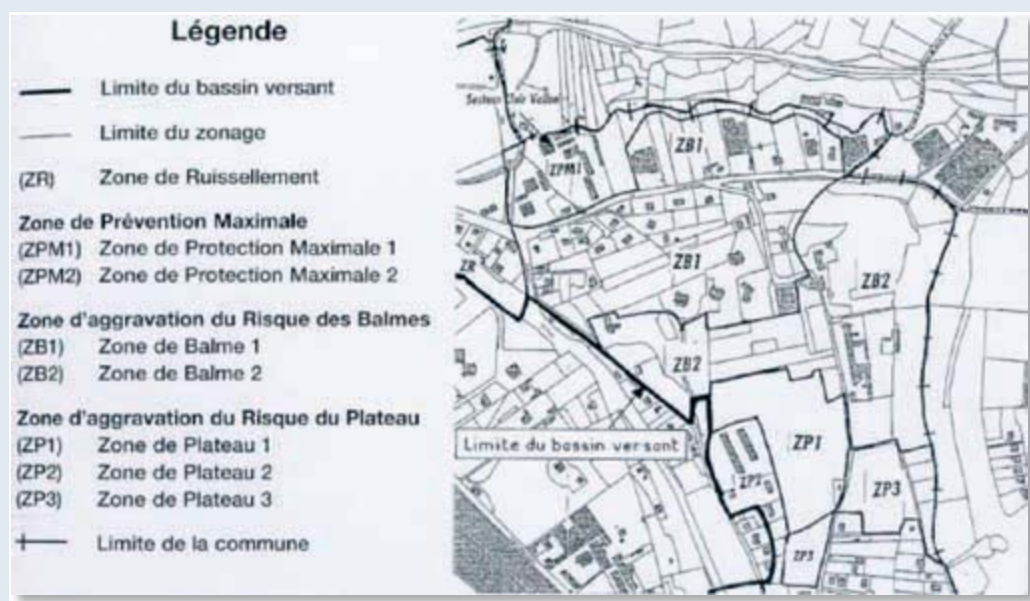
Intérêts et limites du PPR

Le PPR se justifie pour des cas bien identifiés, lorsqu'il existe un risque avéré pour la vie humaine et que le document d'urbanisme ne peut pas le régler complètement.

L'un des avantages du PPR est dans sa pérennité (notamment, il est plus pérenne que le PLU ou que le zonage).

Le PPR permet d'intervenir sur le monde agricole (maïsiculture par exemple), ce que le zonage ne permet pas. Toutefois, les prescriptions, notamment en agriculture, ne seront appliquées que si elles sont concertées.

Exemple



Extrait d'un projet de PPR dans l'agglomération lyonnaise. Des prescriptions peuvent être imposées dans les zones d'aggravation du risque d'inondation.



■ Adaptation des espaces publics : utilisation des techniques alternatives

Les techniques alternatives, aussi appelées « techniques compensatoires » ou « solutions compensatoires », sont toutes les techniques qui permettent de compenser les effets que le ruissellement ferait subir à l'environnement existant si l'aménagement ne les intégrait pas. Jusqu'à présent la philosophie mise en œuvre ayant été l'évacuation vers l'aval le plus rapidement possible, ces techniques présentent une alternative à cette stratégie en stockant et régulant les débits.

Cette stratégie de maîtrise des débits fait appel à deux types de solutions souvent complémentaires :

- une première possibilité est de répartir judicieusement, sur le réseau de collecte, des ouvrages de stockage,
- une autre possibilité, qui peut s'avérer plus économique, se situe encore plus en amont, en intégrant cette préoccupation au cœur des aménagements urbains comme le pratiquent déjà un certain nombre de collectivités qui ont imposé aux lotisseurs publics et privés le stockage des eaux de pluie.

Les techniques alternatives peuvent être mises en œuvre à des échelles très variables : parcelle, commune, groupement de communes, bassin versant.

Elles font partie du panel de solutions techniques pouvant être proposées par la plupart des outils vus précédemment (zonage pluvial, PPR, syndicats de bassins versants, ...) pour réduire les inondations par ruissellement.

La circulaire du 12 mai 1995, relative aux systèmes d'assainissement de plus de 2 000 équivalent-habitants, renforce la possibilité de limiter le ruissellement en demandant aux grandes agglomérations d'explorer les possibilités de mise en œuvre de techniques alternatives dans leur programme d'assainissement.

1 - Les différentes fonctions assurées

Ces techniques ont pour point commun d'assurer trois fonctions principales : la collecte, le stockage temporaire in situ et la restitution différée et régulée des eaux de pluie.

• Collecte des eaux de pluies

Les eaux pluviales sont recueillies soit directement par infiltration au travers de revêtements de sol suffisamment perméables, soit après ruissellement, par des avaloirs raccordés au réservoir de stockage.

• Stockage temporaire in situ

Différentes formes de stockage sont possibles à l'aval de la zone de ruissellement :

- en volume vide (réservoirs de stockage) : l'eau collectée est stockée dans des bassins de rétention, dont la configuration dépendra des caractéristiques du site,
- en volume partiellement vide (structures réservoirs) : l'eau est stockée dans des matériaux poreux ayant des propriétés hydrauliques et mécaniques suffisantes.

• Restitution différée et régulée des eaux de pluie

L'écoulement des volumes stockés se fait soit à débit régulé, dans le réseau aval, au moyen d'un ouvrage de régulation, soit directement dans la nappe par infiltration dans le sous-sol.

On recherchera autant que possible à restituer les eaux de pluie au milieu naturel au plus près des lieux de production et le plus ponctuellement possible, afin d'en favoriser la dispersion et non pas la concentration.

2 - Les familles de techniques alternatives

Nous pouvons établir huit grandes familles de « techniques alternatives » :

• Les réservoirs de stockage :

- les bassins en eau, à ciel ouvert,
- les bassins à sec, à ciel ouvert,
- les bassins couverts, en béton,
- les noues.

• Les structures réservoirs :

- les chaussées et parkings à structure réservoir,
- les tranchées drainantes,
- les toitures terrasses,
- les puits d'infiltration.

C'est la combinaison de tous ces aménagements intégrés qui permet l'efficacité du dispositif global

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

des techniques alternatives. Il est intéressant de constater que les techniques alternatives semblent séduisantes aussi du point de vue financier avec un gain constaté de l'ordre de 2% sur le poste VRD de l'aménagement.

2.1 - Les bassins

L'eau est **collectée** par un ouvrage d'arrivée, **stockée** dans le bassin, puis **évacuée à débit régulé** soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassin de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassin d'infiltration). Le bassin peut être à ciel ouvert ou enterré (en béton). Il peut s'agir dans ce dernier cas de bassins de stockage souterrains de grandes dimensions, qui s'avèrent souvent très onéreux. Cette stratégie n'est donc pas nécessairement la plus économique à long terme, mais il arrive qu'elle soit privilégiée compte-tenu des disponibilités foncières de l'aménageur.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Bassin sec.

Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau, qui conservent une lame d'eau en permanence, et les bassins secs, qui sont vides la majeure partie du temps et dont la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement. Les bassins sont situés en domaine public, où on leur attribue un autre usage valorisant les espaces utilisés (terrain de sport, aire de jeu, place...), en lotissement ou encore chez un particulier.

Pour les bassins en eau la capacité de stockage dépend de l'élévation admissible de la cote du niveau d'eau.

Les bassins enterrés sont nombreux en milieu très urbanisé.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Bassin en eau.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Bassin enterré.

Risques dus aux ruptures d'ouvrages

Les digues constituent souvent l'élément le plus dangereux des ouvrages de stockage. Leur rupture peut en effet provoquer une inondation des zones situées en contrebas. Il est donc nécessaire d'attacher une grande importance au dimensionnement et à la réalisation de ces ouvrages. En particulier, l'ouvrage ne doit pas aggraver la situation antérieure à sa réalisation.

2.2 - Les noues

Une noue est un fossé large et peu profond, présentant des rives en pente douce. Sa fonction essentielle est de stocker un épisode de pluie (décennal par exemple), mais elle peut servir aussi à écouler un épisode plus rare (centennal par exemple). Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre. Elle est collectée, soit par des canalisations, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes (récupération des eaux de toiture et de chaussée, par exemple). L'eau est

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Photo : CETE du Sud-Ouest.



Noues et fossés : évacuation par débit régulé dans un réseau et/ou infiltration.

évacuée vers un exutoire (réseau, puits et/ou bassin de rétention) ou par infiltration.

Les noues, compte tenu de leur influence paysagère et de leur emprise au sol, se rencontrent souvent à l'intérieur des lotissements. Dans ce type d'espaces, les noues délimitent deux terrains mitoyens et servent d'espaces de jeux et de loisirs pour les enfants. Elles peuvent aussi servir de support à des chemins piétonniers.

Photo : CETE du Sud-Ouest.



Noue.

2.3 - Les chaussées à structure réservoir

Principes généraux de fonctionnement

Une chaussée à structure réservoir, outre son rôle de circulation ou de parking, répond à la fonction purement hydraulique de réservoir. Cette fonction de rétention d'eau, commune à toutes les solutions compensatoires, se fait à l'intérieur du corps de la chaussée, dans les vides des matériaux. Elle nécessite la collecte et l'évacuation

de l'eau, chacune pouvant se faire de deux manières.

La collecte peut se faire :

- soit localement par un système d'ava-loirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de chaussée,
- soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface (enrobé drainant ou pavé poreux). Il convient donc de distinguer la structure réservoir et l'enrobé drainant. Des structures réservoirs sans enrobé drainant peuvent être mises en œuvre.

L'évacuation peut se faire :

- vers un exutoire prédéfini (réseau d'eau pluviale),
- ou, comme pour les autres solutions compensatoires, par infiltration dans le sol support.

Principe de différentes chaussées à structure réservoir



Revêtement imperméable : injection par un drain.



Injection de l'eau à travers un revêtement poreux.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT



Vidange par infiltration dans le sol support.



Vidange par un drain vers un réseau traditionnel.

Conception et dimensionnement

La structure

La structure se dimensionne sous deux aspects : hydraulique et mécanique.

Pour le dimensionnement mécanique on applique les règles disponibles dans « Chaussées poreuses urbaines » (guide CERTU juin 1999), et « Structures alvéolaires ultra légères (SAUL) » (guide CERTU-LCPC juin 1998).

Le dimensionnement hydraulique est réalisé par les méthodes classiques de calcul des bassins de retenue.

La collecte

Pour la dispersion par drains on trouvera tous les éléments nécessaires dans le guide SAUL, et on se référera également aux éléments apportés par le fascicule 70 titre II relatif aux solutions alternatives en assainissement pluvial.

L'évacuation

Les drains classiques d'évacuation en fond de tranchée doivent fonctionner en charge ou décharge pour éviter qu'ils ne se colmatent. Il faut réguler et limiter le débit d'évacuation vers le réseau de préférence par la capacité des drains et au besoin par un système d'axe ou de vanne.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Chaussée réservoir. La collecte est assurée à travers des pavés poreux.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Chaussée réservoir. La collecte est assurée par un regard à grille.

L'entretien

Les problèmes liés à l'entretien concernent essentiellement le colmatage des revêtements drainants lorsque cette technique d'injection a été retenue. Les vitesses d'infiltration diminuent beaucoup la première année (30 à 40 %) pour se stabiliser ensuite à 10-20 % par an. Un entretien préventif avec une fréquence de 6 mois à 1 an est recommandé pour éviter d'utiliser des moyens curatifs par lavage sous haute pression d'eau et aspiration simultanée. Cette dernière technique permet en principe de rendre à la surface une très bonne absorption.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

2.4 - Les tranchées

Les tranchées sont des excavations de profondeur et de largeur faible, servant à retenir les eaux. Elles peuvent revêtir en surface divers matériaux, tels qu'un enrobé drainant, une dalle en béton, des galets ou de la pelouse, selon leur usage superficiel : parkings de centre commerciaux, trottoirs le long de la voirie, ou jardins. L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface ou par des orifices entre bordures ou autres systèmes d'injection, après ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'évacuation se fait de façon classique vers un exutoire prédéfini (un réseau d'assainissement pluvial en général) et/ou par infiltration dans le sol support.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Collecte par ruissellement de surface : évacuation régulée par drain et/ou infiltration.

2.5 - Les puits

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels. Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments plus fins tant verticalement qu'horizontalement. Les puits sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue.

2.6 - Les toitures terrasses

Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits le plus souvent plats mais éventuellement en pente de 0,1 à 5 %. Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de la toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à l'évacuer à faible débit.



Photo : CETE du Sud-Ouest.

Toiture terrasse stockante.

Redimensionnement d'ouvrages et reconfiguration de voiries

En complément aux techniques alternatives, organiser l'espace urbain, et en particulier les voiries urbaines, permet de limiter les hauteurs de submersion et les vitesses d'écoulement des crues. Les ouvrages transversaux doivent être dimensionnés, selon les cas, pour retenir l'eau ou au contraire, pour être « transparents ».

Citons l'exemple des crues de l'Aude, où des ouvrages de franchissement faisaient barrage à l'aval, puis ont cédé en créant une vague ; deux solutions sont possibles pour leur réparation : choisir de les renforcer ou de les « effacer ».

3 - Coût des techniques alternatives

Quelques éléments de coûts sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif. En effet ils sont très variables selon de nombreux facteurs et chacun doit être estimé au cas par cas en fonction du projet.

Le suivi, l'entretien et le nettoyage de l'ensemble des ouvrages est très important pour assurer leur pérennité : pour cela, il est recommandé de tenir des cahiers de suivi et d'entretien des ouvrages.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Coût des différentes techniques compensatoires (hors foncier 2002)			
Technique	Coût	Entretien, nettoyage	Observations
Terrasses	Pas de surcoût		
Tranchées ou fossés drainants	39 à 49 €/m ³	0,4 à 0,6 €/m ³ /an	Suivant la structure de la surface
Puits d'infiltration	4 €/m ³	2,02 €/m ³ de surface assainie	
Noues	4 à 20 €/m ³ stocké ou 15 à 30 €/le ml	Curage tous les 10 ans Entretien espaces verts	
Dalles béton gazon	20 €/m ³		
Chaussées-réservoirs	42 à 87 €/m ³	0,6 à 1 €/m ³ /an	Durée de vie enrobé 10 à 15 ans
Bassin en eau	11,7 à 78 €/m ³	0,2 à 0,6 €/m ³	6 à 7 % des investissements en GC
Bassins en béton couvert	200 à 700 €/m ³		
Bassin en béton non couvert	100 à 200 €/m ³ 70 % GC	GC 1,5 % des investissements/an	30 ans
Bassin sec	12 à 110 €/m ³ rural ↔ urbain	0,4 à 2 €/m ³ /an	
Structure alvéolaire	200 à 300 €/m ³	0,4 à 2 €/m ³ /an	

Retenir les eaux sur place, au plus près des zones urbanisées, voire même lorsque cela est possible, les réinfiltrer dans le sol support, permet de limiter la section des ouvrages et même localement de supprimer la desserte pluviale.

Les quelques résultats d'expériences montrent le bien-fondé de cette démarche en terme d'environnement. Autant il est difficile d'envisager le traitement de flux importants, autant il devient facile à l'échelle de la parcelle, du lotissement ou d'une chaussée de réguler les débits pour favoriser le traitement sur place.

Les solutions alternatives ou compensatoires sont maintenant incontournables dans la réflexion que doivent mener les responsables locaux pour la gestion des eaux pluviales.

La Côtère¹⁸ (communes de Miribel, Neyron, Beynost et Saint-Maurice-de-Beynost) (69)

Ces villages ont été victimes, à plusieurs reprises depuis 1993, d'inondations par ruissellement ayant entraîné d'importants dommages matériels. Suite à cela, la Communauté de Communes a mis en place un plan de lutte contre les pluies torrentielles. Ce plan mobilise fortement l'ensemble des acteurs (communauté de communes, communes, DRAF, agriculteurs, bureau d'étude hydrologie, paysagistes, aménageurs, ...). Il intègre une contrainte supplémentaire : la création d'un nouveau centre-ville, la ZAC des Grandes Terres, au cœur de secteurs déjà urbanisés, qui posait la question de l'intégration de nouveaux débits dans un système déjà saturé, tant en capacité d'évacuation qu'en capacité de stockage.

Dans ce contexte, les solutions choisies, déclinées à l'échelle du bassin versant, ont été basées notamment sur : le changement des pratiques agricoles en amont, la maîtrise de l'écoulement des ruisseaux par des enrochements principalement, l'entretien et la valorisation des réseaux en place, la réalisation de bassins d'orage répartis sur le territoire agricole, la mise en place de techniques alternatives sur les opérations nouvelles sans aucun raccordement supplémentaire d'eaux pluviales au réseau en place.

18 - Source : « plaquette techniques alternatives ». « Pour la gestion des eaux pluviales. Stratégies et solutions techniques ». Région Rhône-Alpes, GRAIE, 2006, à paraître.



■ L'assurance des ouvrages de prévention des inondations par ruissellement

1 - Qui réalise les études ?

La réalisation des études est-elle déléguée à un bureau d'étude, à la DDE ou la collectivité a-t-elle les moyens de faire l'étude elle-même ? S'il y a délégation, notamment à un bureau d'étude, il est nécessaire d'avoir une attestation d'assurance Responsabilité Civile (RC) précisant si la prestation délivrée par le bureau d'étude correspond bien à la (ou aux) activités(s) garanties(s) par l'assureur et quels sont les montants de garanties. Dans le cas où la collectivité réalise l'étude, elle en est pleinement responsable.

2 - Qui réalise les travaux ?

De la même manière, la réalisation des travaux est-elle déléguée à une entreprise avec passation d'un marché public ou est-elle effectuée par la collectivité elle-même ? Comme pour les études, il est conseillé de se renseigner sur les conditions d'assurance de l'entreprise de construction (activités et montants).

3 - Pour les ouvrages de génie civil, l'assurance décennale n'est pas obligatoire

Il est à noter que les ouvrages réalisés seront en règle générale des ouvrages de génie civil (bassins de retenue, murets, caniveaux, ...) pour lesquels l'assurance décennale n'est pas obligatoire (elle l'est pour les ouvrages de bâtiment uniquement). Il faut donc se renseigner clairement sur ce point en sachant de plus que la gestion de l'assurance décennale en génie civil se fait :

- soit en répartition (pour que la garantie perdure, l'entreprise doit payer sa prime tous les ans et donc ne pas déposer son bilan ; il est donc recommandé de s'assurer de sa pérennité),
- soit en capitalisation (la prime, plus importante qu'en répartition, est payée en une fois pour la garantie des 10 ans : c'est ce régime qui est obligatoire pour la RC décennale sur les bâtiments).

Parmi ses critères de choix de l'entreprise, le maître d'ouvrage peut demander une garantie décennale, et que celle-ci soit gérée en capitalisation.

4 - La collectivité propriétaire des ouvrages doit les assurer en RC

Au final, la collectivité sera propriétaire des ouvrages, dont l'exploitation et l'entretien seront concédés ou non. Dans le cas où ils sont concédés, il conviendra de vérifier les assurances RC de l'exploitant et les montants de garantie souscrits.

En tant que propriétaire, la collectivité doit donc assurer les ouvrages en RC (éventuellement en dommages). Pour cela, il faut contacter l'assureur pour déclarer au contrat l'ouvrage et sa fonction, afin d'être certain que la garantie de l'assureur s'applique sans restriction, et que les montants de garantie sont adaptés aux risques potentiels.

5 - Cas des ouvrages de retenue d'eau

Pour les ouvrages de retenue d'eau, selon la hauteur de la retenue ou sa capacité, l'ouvrage pourrait être considéré comme un petit barrage et nécessiter une garantie spécifique, liée aux limites des traités de réassurance des assureurs (ces traités étant différents d'un assureur à l'autre). Il faut impérativement vérifier dans tous les cas avec son assureur que ce type d'ouvrage n'est pas exclu des garanties du contrat. Plus généralement, il est recommandé de toujours décrire très clairement les ouvrages particuliers à l'assureur, et le plus souvent, de les traiter séparément des contrats classiques de RC de la commune.



■ Paysage et pratiques culturales adaptées

Des aménagements légers permettent de recréer ou de restaurer des éléments du paysage dont la disparition a favorisé l'érosion des sols. Ces éléments, très en amont et en très grand nombre, permettent l'infiltration de l'eau et le laminage des débits de crue.

L'aménagement du parcellaire et les pratiques culturales ont également un effet sur la réduction des risques de ruissellement et d'érosion.

Les effets de ces aménagements et pratiques deviennent sensibles sur des crues « courantes » de période de retour allant jusqu'à 30 ou 50 ans. Par contre, sur des crues exceptionnelles, les effets positifs de l'amélioration des aménagements et des pratiques agricoles ne sont pas visibles.

Des outils et des réglementations permettent d'aider ou d'inciter les agriculteurs à adopter de telles pratiques.

Ces aménagements sont réalisés sur leur territoire par les agriculteurs, les communes ou leurs groupements, les syndicats de bassin versant, les associations foncières de remembrement. Mais les structures porteuses peuvent aussi être le conservatoire des espaces naturels, le conseil général, la DDAF, des associations de gestionnaires d'espaces naturels, parcs naturels régionaux, ou encore des structures comme RFF (restauration de délaissés).

• Apports dans la maîtrise du ruissellement pluvial

1 - Restaurer les éléments du paysage ayant une fonction dans le ruissellement

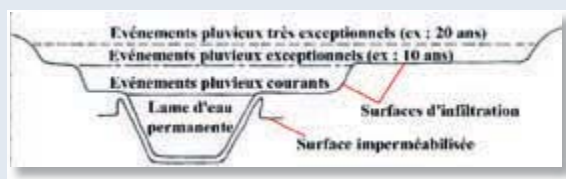
• Préserver les cours d'eau

Il n'est pas de meilleur moyen pour évacuer l'eau que les cours d'eau. Aussi, l'une des principales actions consiste à préserver les cours d'eau et à ne pas construire dans leur lit majeur. À chaque fois qu'il est possible de laisser passer l'eau, il faut le faire et ne recourir à la solution du bassin de retenue que lorsque il n'est pas possible de faire autrement. Ainsi, par exemple, la DDE de Bouches-du-Rhône, celle du Var, imposent aux communes une emprise

libre le long des ruisseaux. À partir de cette donnée, les bureaux d'étude travaillent pour définir la taille de l'emprise : 2 mètres, 10 mètres, ...

• Réaménager ou recréer des mares

Les mares permettent de stocker quelques centaines de mètres cubes d'eau, régulant ainsi le ruissellement des eaux de pluie. Pour un bon fonctionnement, elles doivent conserver un niveau de marnage suffisant, d'au moins un mètre, et être curées pour éviter leur comblement. C'est lorsqu'elle sont situées au fond des dépressions (fonds de vallons), ou à la tête des bassins versants, que les mares sont les plus efficaces dans le drainage des eaux de ruissellement¹⁹.



Le système de profils emboîtés (Chaïb, 1997).



Photo : Certu.

Mare dans le lotissement de Bois Guillaume (76).

Remarque : l'aménagement d'une mare est soumis à déclaration au titre de la loi sur l'eau, si la surface de la mare est comprise entre 1000 m² et 1 ha. Pour tout aménagement inférieur à 1000 m², une demande d'implantation en mairie suffit, sans autre procédure particulière. Il est souhaitable que

¹⁹ - AREHN. Connaître pour agir n°3.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

le propriétaire du terrain et le syndicat de bassin versant passent une convention précisant à la charge de qui est l'entretien (en général, le syndicat).

• Recréer des haies, talus, fossés

La haie assure de nombreux rôles vis-à-vis de la protection des cultures : effet brise-vent, régulation et épuration des eaux de pluie, ...

Le fossé d'infiltration est un ouvrage linéaire, de faible profondeur et de faible largeur, qui recueille l'eau de pluie et permet son évacuation par infiltration dans le sol.

Le talus ralentit l'eau de ruissellement.

• Maintenir ou créer de prairies inondables

Les prairies inondables sont des parcelles aménagées par un obstacle de type petite digue ou talus. Elles se situent en fond de vallon et ont pour objectif de ralentir les écoulements et favoriser l'infiltration²⁰.

Remarque : comme l'aménagement d'une mare, la création d'une zone inondable avec digue est soumise à déclaration au titre de la loi sur l'eau. Il est souhaitable que le propriétaire et le syndicat de bassin versant passent une convention précisant à la charge de qui est l'entretien (en général, le syndicat).

2 - Aménager le parcellaire

L'aménagement du parcellaire peut se faire sous la responsabilité de :

- communes ou groupements de communes,
- associations syndicales autorisées, constituées par le regroupement de propriétaires, ce qui se traduit par une plus grande implication des agriculteurs dans les aménagements,
- associations foncières de remembrement, quand les aménagements sont réalisés à la suite d'un remembrement ; ces associations permettent de dégager l'emprise nécessaire à la réalisation des ouvrages, par prélèvement sur l'ensemble des propriétaires.

Il existe différents dispositifs d'aménagement du parcellaire²¹ :

• Réalisation de dispositifs enherbés

- Les bandes enherbées :

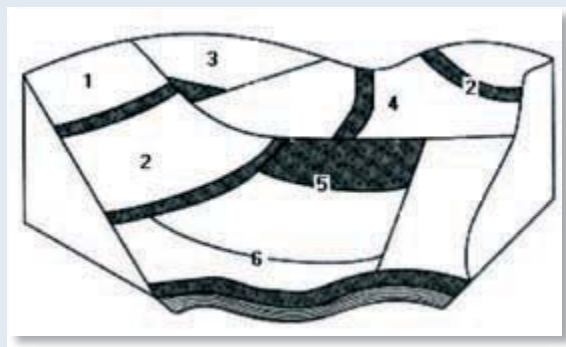
Ce sont des bandes de forme concave implantées en herbe sur une largeur minimale de 10 mètres, qui freinent le ruissellement. Leur utilisation est en expansion compte tenu des aides accordées dans le cadre des mesures agri-environnementales. L'avantage de cet ouvrage est qu'il peut être traversé par les engins agricoles.

- Le chenal enherbé :

Son rôle est de limiter l'érosion du sol. C'est un chenal à section parabolique large de quelques mètres mais de faible profondeur. Il doit être végétalisé ou empierré selon les débits à évacuer. Son installation dans les thalwegs permet de limiter l'érosion provoquée par le ruissellement concentré. Contrairement au fossé, cet ouvrage est franchissable par les engins agricoles. Son inconvénient est qu'il mobilise une surface cultivable et il sera d'autant moins bien accepté des agriculteurs que le ravinement des voies d'écoulement sera peu important ou rare.

Les dispositifs doivent être placés en position d'intercepter le ruissellement diffus ou concentré émis par les parcelles cultivées. Le schéma ci-dessous montre les différentes possibilités de localisation.

1. au sein des parcelles,
2. en bordure aval des parcelles,
3. dans le coin aval d'une parcelle,
4. dans le fond d'un vallon (chenal enherbé),
5. une prairie interceptant les écoulements qui se concentrent dans un vallon constitue un dispositif enherbé,
6. le long des rives d'un ruisseau, d'une rivière ou d'un plan d'eau.



20 - Chambre d'Agriculture de l'Eure et de la Seine-Maritime, AREAS, 1997.

21 - Source : AREHN.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Un diagnostic permet de choisir la meilleure localisation en fonction du type d'écoulement dominant, des caractéristiques du parcellaire, du réseau hydrographique et de ses ramifications en amont.

• Le modelé des parcelles cultivées

Le modelé des parcelles cultivées réduit la vitesse d'écoulement des eaux en diminuant la pente des parcelles. Ces aménagements peuvent être de simples ondulations avec une charrue ou de véritables terrasses pour les pentes plus importantes. Dans ce cas, l'évacuation des eaux est assurée par des drains ou par des chenaux enherbés. Le modelé du parcellaire est valable pour les pentes entre 6 et 15 %; au-delà, il se révèle inefficace et au-dessous, il est inutile.

• Le barrage en balles de paille

Les balles de paille sont placées en bordure de route ou sur une limite de parcelle et permettent de créer de petites retenues. Elles ont un caractère provisoire (pourrissement de la paille en 3 ans). Les ballots de paille sont alignés perpendiculairement à la pente et ancrés dans le sol. Ce barrage ralentit le flux d'eau, le filtre et le stocke temporairement, protégeant ainsi l'aval. La perméabilité des ballots de paille permet la vidange progressive de la retenue après un orage.

3 - Adapter les pratiques culturales

- Travailler le sol perpendiculairement à la pente retarde l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la plus grande pente et ralentit l'écoulement.

- La culture en bandes alternées dans le cas de bandes cultivées dans le sens général des courbes de niveau évite d'avoir toutes les bandes à nu en même temps. On divise ainsi de longues pentes en une série de plans successifs, évitant une continuité dans le ruissellement.

- La pratique des engrais verts ou de cultures dérobées permet d'éviter de laisser le sol à nu pendant la période d'interculture.

• Incitations et évolutions récentes

Des évolutions législatives et réglementaires récentes favorisent le recours à l'ensemble des dispositifs cités ci-dessus.

1 - Pour la restauration d'éléments du paysage ayant une fonction dans le ruissellement

État, Agences de l'Eau, collectivités territoriales, notamment au travers de la taxe départementale des espaces naturels sensibles (TDENS), peuvent soutenir techniquement et financièrement les communes pour faciliter la maîtrise foncière (droits de préemption, conventions, etc.) et la gestion de ces milieux (zones humides).

L'article 67 de la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages précise que « la taxe départementale des espaces naturels sensibles pourra être utilisée pour l'acquisition de terrains utiles à la création de champs d'expansion de crues ».

D'autres aides peuvent favoriser la restauration des éléments du paysage : les fonds structurels européens, le programme LIFE, sont des outils essentiels pour préserver les zones humides. Citons aussi le fonds de gestion des milieux naturels, les aides des agences de l'eau, le fonds national de solidarité.

2 - Le Contrat d'Agriculture Durable (CAD) et les mesures agrienvironnementales

Le CAD²² est défini dans le décret n°2003-675 du 22 juillet 2003 modifiant le Code rural et la circulaire du 30 octobre 2003.

Toute personne exerçant une activité agricole et remplissant certaines conditions peut conclure avec l'État un **contrat d'agriculture durable** (CAD). Il a pour objet d'inciter l'exploitant à appliquer un projet qui prend en compte les fonctions environnementales, économiques et sociales de l'agriculture. Il porte sur la contribution de l'activité agricole à la préservation des ressources naturelles, à l'occupation rationnelle et à l'aménagement de l'espace rural, en vue de **lutter contre l'érosion** et de préserver la fertilité des sols, la ressource en eau, la diversité biologique, la nature et les paysages.

Le CAD doit comporter une ou plusieurs des actions prévues par les contrats types arrêtés par le

²² - Les CAD remplacent les CTE (contrats territoriaux d'exploitation).

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Préfet, après avis de la commission départementale d'orientation de l'agriculture (CDOA). Les contrats types fixent des enjeux prioritaires relevant du « *développement durable de l'agriculture* », d'autres actions prioritaires et complémentaires et, éventuellement, les actions prioritaires relevant du FEOGA, qui peuvent être rendues obligatoires par le préfet. Le CAD peut également comporter un projet particulier défini par l'exploitant.

Chaque action est détaillée dans un cahier des charges portant sur les objectifs, sur les champs d'application, sur les moyens à employer ou sur les résultats à atteindre, sur la contrepartie financière, sur les contrôles et sur les sanctions. Les cahiers des charges sont arrêtés par le Préfet après avis de la CDOA.

Exemples de mesures pour réduire le ruissellement, pouvant bénéficier d'aides :

- réalisation et réhabilitation de petits aménagements de gestion des eaux de ruissellement (mares, ...)
- création de bandes enherbées et de prairies inondables,
- plantation de haies,
- adaptation des pratiques culturales à la lutte contre l'érosion,
- préservation ou reconquête des prairies et zones humides, protection du bocage, protection du réseau d'écoulement des eaux,
- conversion des terres arables en élevage extensif.

3 - Servitudes de sur-inondation et zonage des secteurs sensibles à l'érosion

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 introduit des modifications essentielles en faveur de la maîtrise du ruissellement pluvial : l'instauration de servitudes de sur-inondations et la prévention de l'érosion.

3.1 - Servitudes de « sur-inondation »

Les servitudes de « sur-inondation » sont instituées par l'article L.211-12 du Code de l'environnement et les modalités de mise en œuvre sont précisées dans le décret n° 2005-116 du 7 février 2005.

Ces servitudes peuvent être instituées à la demande de l'État, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains

d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne. Elles peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants :

1. **Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement**, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage de ces eaux, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval,
2. Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées,
3. **Préserver ou restaurer des zones humides** dites « zones stratégiques pour la gestion de l'eau » délimitées en application de l'article L. 212-5.

Les zones soumises aux servitudes visées aux 1 et 2 sont délimitées par arrêté préfectoral pris après enquête publique menée conformément au code de l'expropriation pour cause d'utilité publique. Les zones soumises aux servitudes visées au 3 sont délimitées conformément à l'article L. 212-5.

Dans les zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement mentionnées au 1, l'arrêté préfectoral peut obliger les propriétaires et les exploitants à s'abstenir de tout acte de nature à nuire au bon fonctionnement, à l'entretien et à la conservation des ouvrages destinés à permettre l'inondation de la zone. Il en est de même dans les zones humides mentionnées au 3.

L'instauration des servitudes ouvre droit à indemnités pour les propriétaires de terrains des zones grevées lorsqu'elles créent un préjudice matériel, direct et certain. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Elles sont fixées, à défaut d'accord amiable, par le juge de l'expropriation compétent dans le département.

Les dommages matériels touchant les récoltes, les cultures, le cheptel, les véhicules et les bâtiments causés par une surinondation liée à une rétention temporaire des eaux dans les zones grevées de servitudes ouvrent droit à indemnités pour les occupants. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude grevant la zone.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Remarque : par ailleurs, de nombreux instruments juridiques de protection de l'espace naturel sont disponibles pour assurer la conservation des zones humides : réserves naturelles, arrêtés de protection de biotopes, réserves naturelles volontaires, zones de protection spéciales, sites Natura 2000, réserves biologiques domaniale, réserves de chasse, de pêche, etc.

3.2 - Zonage des secteurs sensibles à l'érosion

Le décret n°2005-117 du 7 février 2005 relatif à la prévention de l'érosion et modifiant le Code rural, pris en application de la loi du 30 juillet 2003, introduit des modifications essentielles en faveur de la maîtrise du ruissellement pluvial.

Des **zones d'érosion** sont définies à l'article R.*114-1. Elles couvrent les parties du territoire où, en raison notamment de la nature des sols, des conditions de leur occupation, de l'absence de couvert végétal ou de haies, de leur déclivité, les pratiques agricoles ont favorisé l'érosion des sols et l'accélération de l'écoulement des eaux de ruissellement qui ont été à l'origine de dommages causés en aval ou sont susceptibles d'en causer. Ces zones sont délimitées par un arrêté du préfet pris après avis de la commission départementale compétente en matière de risques naturels majeurs.

Pour chaque zone ainsi délimitée, le préfet établit un **programme d'action** (article R.* 114-2) visant à réduire l'érosion des sols et ses effets vers l'aval compte tenu des pratiques agricoles existantes. Ce programme définit les pratiques agricoles à promouvoir par les propriétaires et les exploitants : couverture végétale du sol, maintien de surfaces en herbe, maintien ou plantation de haies, maintien ou création de talus ou muret, de fossés d'infiltration, façons de travailler le sol limitant au maximum les écoulements dans le sens de la pente, etc.

Le programme d'action comporte un **objectif** à atteindre pour chacune des pratiques préconisées et décrit les **effets** qui en sont escomptés dans la prévention de l'érosion. Il expose les moyens prévus pour favoriser la généralisation de ces pratiques et indique notamment les **aides publiques** dont certaines pratiques peuvent bénéficier ainsi que leurs conditions et modalités d'attribution.

Avant d'être arrêté par le Préfet, le projet de programme d'action est soumis pour avis au conseil général, aux communes et groupements de communes intéressés, à la chambre départementale d'agriculture, à la commission départementale compétente en matière de risques naturels majeurs et, le cas échéant, à l'établissement public territorial de bassin ainsi qu'à la commission locale de l'eau (article R.* 114-3).

4 - Nouveautés apportées par la loi n° 2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux

La loi modifie le Code rural :

- en ajoutant notamment aux objectifs de la politique d'aménagement rural (article L.111-2 du code rural) la contribution à la prévention des risques naturels,
- en précisant que lors d'une opération d'aménagement foncier, le préfet porte à la connaissance du président du conseil général les informations nécessaires à l'étude d'aménagement, parmi lesquelles les informations relatives aux risques naturels qui doivent être prises en compte lors de l'opération d'aménagement foncier (article L.121-13),
- en précisant que dans toute commune où un remembrement rural a été ordonné, les terrains nécessaires à l'exécution ultérieure des projets communaux ou intercommunaux d'équipements, d'aménagement, de protection et de gestion de l'environnement et des paysages ou de prévention des risques naturels, peuvent être attribués à la commune dans le plan de remembrement (article L.123-27).

Les articles 127 à 133 de la loi sont consacrés à la préservation des **zones humides**. Notamment, un nouvel article (L.211-1-1) est inséré dans le code de l'environnement, qui précise que la préservation et la gestion durable des zones humides sont d'intérêt général, soulignant leur contribution, entre autres, à la prévention des inondations. À cet effet, l'État et ses établissements publics, les régions, les départements, les communes et leurs groupements, veillent, chacun en son domaine de compétence, à la cohérence des diverses politiques publiques sur ces territoires. L'État veille notamment à la prise en compte de cette cohérence dans les SAGE.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Exemple de travaux du Pôle de compétence « Sol et Eau » réalisés ou en cours de réalisation, pour sensibiliser les agriculteurs²³

– le CD-Rom « érosion »

Outil pédagogique présentant les problèmes d'érosion sur la région en expliquant les mécanismes au niveau de l'exploitation agricole, les conséquences sur l'environnement et les solutions agronomiques et d'aménagement à mettre en œuvre. Il sert de support de formation-information dans les établissements d'enseignement agricole, et de sensibilisation pour les techniciens concernés.

Action pilotée par l'AR2M, engagée en 1996, portée par un groupe d'enseignants du lycée Agricole d'Yvetot. Le financement a été assuré par le Conseil Régional et l'AESN, l'appui technique par le Ministère de l'Environnement.

– la plaquette « érosion – inondation – turbidité » et les fiches techniques « pratiques culturales et petits aménagements » (chambre d'agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime, AREAS²⁴).

Ces documents sont conçus pour sensibiliser les agriculteurs au système « bassin versant » et pour les informer des actions simples à mettre en œuvre, adaptées aux contraintes hydrauliques et agronomiques identifiées. 2500 tirages ont été diffusés au niveau régional via les mairies et lors de réunions ciblées sur cette problématique.

²³ - Source : AREHN.

²⁴ - Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols.



Illustrations

Les exemples qui suivent illustrent comment des collectivités territoriales concernées par le risque de ruissellement pluvial ont analysé la situation de leur territoire et recherché des solutions visant à l'améliorer.

Les cas présentés sont variés :

- dans le type de territoires, allant d'espaces ruraux à des milieux très urbanisés,
- dans l'importance du risque, gradué depuis de simples perturbations jusqu'à un danger pour la vie humaine,
- dans les méthodes choisies pour analyser la situation : études pragmatiques basées sur l'histoire, l'hydrogéomorphologie, jusqu'à des études plus fines de modélisation,
- dans les solutions retenues pour améliorer la situation : démarche générale de prévention des risques, mais aussi actions sur l'assainissement, sur l'agriculture, sur les aménagements (par l'utilisation de techniques alternatives notamment), sur la planification de l'urbanisme.

Il apparaît dans ces illustrations que les démarches se situent souvent à l'échelle intercommunale et que l'amélioration de la situation passe rarement par une solution unique, mais par une combinaison de plusieurs d'entre elles.

■ **Lempdes (63)** : des solutions combinées sur un bassin versant périurbain

■ **Agglomération clermontoise (63)** : de l'assainissement à la prévention des risques

■ **Agglomération bayonnaise (64)** : la réponse opérationnelle par le zonage pluvial

■ **Zonage pluvial** : la démarche pragmatique de l'agglomération lyonnaise (69)

■ **Département du Val-de-Marne** : PPR inondation et coulées de boues par ruissellement en milieu urbain

■ **Vitry-sur-Seine (94)** : étude préalable à des actions multiples en milieu urbanisé

STRATÉGIE D'ACTION PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Lempdes (63) : des solutions combinées sur un petit bassin versant périurbain

■ Contexte et problématique

La commune de Lempdes est située à 6 kilomètres à l'Est de la ville de Clermont-Ferrand, au cœur de la Limagne.

Totalement rurale en 1950, la commune est devenue en 2003 une cité dortoir au même titre que la commune riveraine de Cournon. De 1850 habitants à cette époque, elle a quintuplé sa population. Des activités artisanales, industrielles ou tertiaires se sont également développées à la périphérie de l'agglomération.

Lempdes s'est construite au pied d'une butte marno-calcaire, cernée sur une grande partie de sa périphérie par la Plaine de Limagne, historiquement des marais au drainage difficile, reconvertis aujourd'hui à une agriculture intensive. Malgré les très importants travaux d'assainissement et de drainage, la plaine s'engorge rapidement, en

Caractéristiques des bassins versants

- Plusieurs petits bassins versants, n'excédant jamais le kilomètre carré.
- Altitude maximum des bassins : 450 à 500 m.
- Altitude en pied de relief : environ 320 m.
- Étagement de l'agglomération entre 320 et 380 m.
- Pentes moyennes : 5 %.
- Occupation de l'espace : cultures, avec ici ou là quelques massifs forestiers de pins.
- Nature des sols : marno-calcaires de Limagne sans aucun caractère karstique.
- Rôle important des chemins ruraux perpendiculaires aux pentes dans les apports pluviaux.

raison des très faibles pentes. Parallèlement, l'augmentation de l'urbanisation de la commune s'est traduite par une obstruction du ruissellement pluvial en provenance des bassins périurbains amont. Ceux-ci, bien que la commune de Lempdes ait connu une forte mutation, n'ont pas perdu leur caractère agricole. Bien au contraire, les landes et friches ont été reconquises par une agriculture dynamique qui a remodelé le paysage et probablement accéléré les ruissellements.

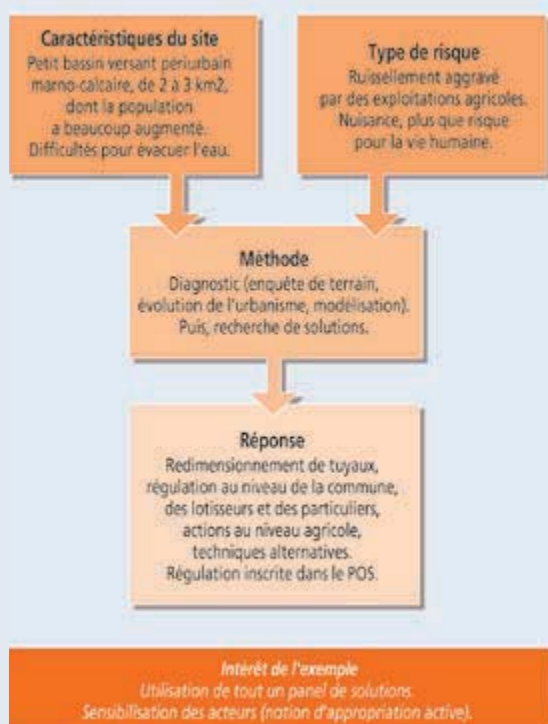
Parallèlement, les prévisions d'évolution de l'urbanisation ayant été dépassées, de nombreux réseaux se sont trouvés sous-dimensionnés.

Au même moment, à l'aval, le Bec puis l'Artière, exutoires de l'assainissement pluvial de la commune, voyaient leurs conditions de drainage s'altérer par les apports massifs en provenance des Villes de Clermont-Ferrand et de Cournon.

■ Études

Face à cette situation, une étude diagnostic a été confiée au LRPC de Clermont-Ferrand. Elle a été réalisée par :

- des enquêtes de terrain : identification des zones de débordement, récolement des réseaux d'eaux pluviales, topographie,
- une analyse de l'évolution de l'urbanisation,
- une modélisation des écoulements.



STRATÉGIE D'ACTION PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Elle a permis d'analyser les moyens de résoudre les dysfonctionnements et de prendre en compte l'évolution de l'urbanisation.

■ Solutions proposées

De nombreuses solutions ont été étudiées, notamment le recalibrage de certains tronçons surchargés, mais face à l'évolution de l'urbanisation, seules des techniques de compensation de celle-ci pouvaient répondre au problème posé. La simulation de structure réservoir (bassin, fossé) a montré que cette seule solution permettait de maintenir, voire d'améliorer le fonctionnement du réseau en tenant compte de l'évolution de l'urbanisation. Le niveau de régulation de ces structures a été fixé pour l'événement décennal à 16 l/s/ha.

■ Mise en œuvre

À partir de ces résultats la commune de Lempdes s'est engagée dans une politique de régulation pluviale qui se décline à différents niveaux :

- **Collectivité** : régulation sommaire des apports des chemins ruraux par la mise en œuvre de dépressions parallèles aux chemins, et régulation de bassins ou sous-bassins urbains par le biais de bassins de retenue.
- **Promoteur immobilier** : régulation de lotissement par bassin.
- **Particulier** : régulation à l'échelle de la parcelle par un stockage individuel.
- **Artisanat ou industriel** : régulation par bassin, noue ou fossé.

Les prescriptions relatives au mode de gestion de l'assainissement pluvial ne relèvent pas toutes du POS, elles font pour certaines l'objet de négociation entre le promoteur du projet et la collectivité. Pour d'autres au contraire, elles sont parfaitement identifiées dans le POS. Ainsi on trouvera dans le règlement de celui-ci, suivant le zonage, les éléments suivants :

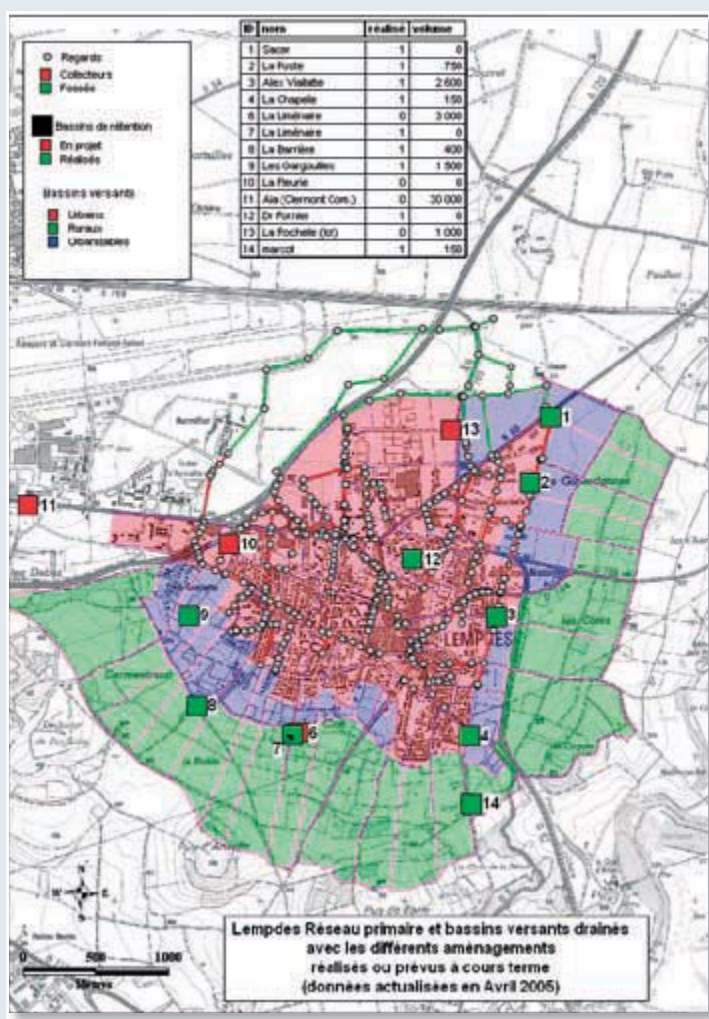
- 3 NAI

« Les eaux pluviales devront transiter, avant le rejet au collecteur, par un dispositif de stockage préalable de volume approprié. Il devra permettre de limiter le débit de rejet à 16 l/s/ha.

À titre indicatif, ce volume est de l'ordre de 230 m³/ha pour une surface imperméabilisée de 70 % du terrain. Il est calculé pour une pluie de fréquence décennale.

Une rétention sur le terrain, par bassin d'infiltration, sans rejet au collecteur, est admise.

En cas d'opération d'ensemble, le traitement des eaux pluviales devra être étudié par opération ».



Carte de Lempdes et bassin versant avec les différents aménagements (Source : LRPC de Clermont-Ferrand).

STRATÉGIE D'ACTION

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

- 1 NAG

En ce qui concerne les eaux pluviales, chaque acquéreur réalisera à l'intérieur de son lot un bassin tampon avant le rejet dans le branchement mis en attente. Le volume de ce bassin devra permettre un rejet maximum de 16 l/s/ha (volume d'environ 5 m³).

- 3 Nag4

« Les eaux pluviales devront transiter avant le rejet au collecteur par un dispositif de stockage préalable de volume approprié aux capacités du réseau public ».

Entre 1997 et aujourd'hui, les dispositions adoptées dans le sens d'une réduction des apports pluviaux sont celles données sur la figure ci-après. Il s'agit d'une protection de type décennal.

Cet exemple montre que l'on peut mettre en œuvre une politique d'assainissement pluvial très performante à l'échelle de petits bassins versants. Par contre, à partir d'une certaine taille de bassin versant, le problème du risque hydrologique extrême n'est pas pris en compte. Il est intéressant de noter également que les prescriptions d'assainissement pluvial sont reprises dans le POS.

Fiche réalisée par Marc Livet (LRPC de Clermont-Ferrand).

Références : LRPC de Clermont-Ferrand. *Commune de Lempdes. Assainissement pluvial. Prise en compte de l'évolution de l'urbanisme.* 1997, 13 pages + annexes.

PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Agglomération clermontoise (63) : de l'assainissement à la prévention des risques

■ Contexte et problématique

L'agglomération clermontoise compte 320 000 habitants. Elle est traversée par quatre cours d'eau qui sont du Nord au Sud, le Bédard, la Tiretaine Nord et Sud, et l'Artière. Ces cours d'eau drainent des bassins versants dont les surfaces moyennes sont de l'ordre de 20 km².

La particularité de ces bassins tient à la topographie du site de Clermont-Ferrand, installé au pied de l'important relief de faille assurant la transition entre le plateau des Dômes et la Limagne. La différence d'altitude entre les sommets et la plaine est de l'ordre de 600 mètres. La réponse des cours d'eau est à l'échelle des pentes de leur bassin. C'est dans ce contexte que s'est développée depuis plus de cinquante ans l'agglomération clermontoise. Ce sont les fonds des vallées autrefois occupés par des vergers et des jardins qui ont été accaparés dans un premier temps par les usines (Michelin s'installe

Caractéristiques des bassins versants

Bassins péri-urbains

- 4 bassins versants principaux d'une surface moyenne de l'ordre de 20 km² débouchant sur des sites urbanisés.
 - Dénivelé entre amont et aval de près de 500 mètres.
 - Pente avoisinant localement 10 %.
 - Sols granitiques avec localement couverture volcanique quaternaire.
 - Occupation de l'espace : forêt, friches avec urbanisation dispersée
- Bassins urbains (partie aval des bassins péri-urbains).
- Surface de 10 à 15 km² d'urbain se sommant à l'aval des bassins péri-urbains.
 - Nombreux sous-bassins strictement urbains se déversant dans le système primaire.
 - Pentes : 1 à 0,5 %.
 - Sols marno-calcaires ou volcaniques.

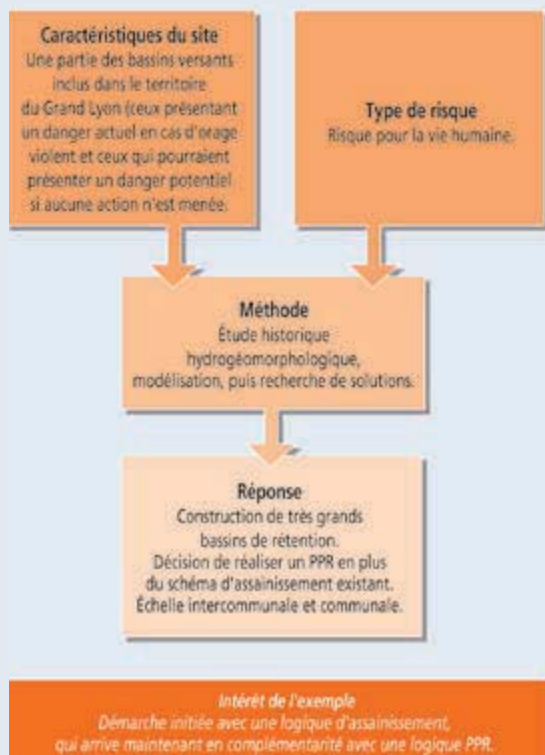
dans la vallée de la Tiretaine Nord vers 1890), puis par de nombreux lotissements et ensembles immobiliers. L'augmentation de l'urbanisation aboutit à de fréquents débordements de ces cours d'eau. Le réseau pluvial qui s'y rattache manifeste également de nombreuses insuffisances.

■ Études et solutions proposées

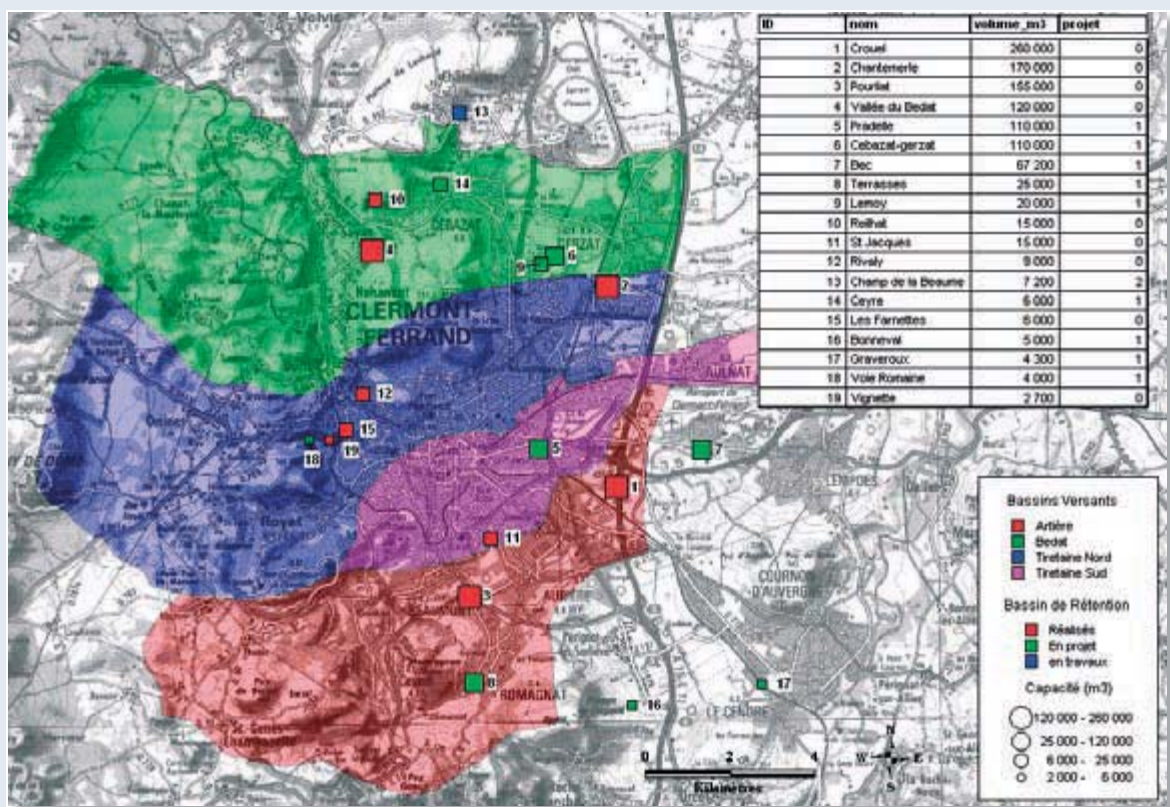
Une première étude diagnostic réalisée dans les années 1980 donne les lignes directrices de restructuration du réseau. Une nouvelle étude est lancée en 1990, avec pour objectif d'étudier les solutions à mettre en œuvre pour assurer une protection de période de retour 10 ans.

La méthode d'étude est la suivante :

- enquête de terrain : fichier des zones inondées par les cours d'eau ou la mise en charge du réseau,
- récolement des réseaux d'eaux pluviales et usées,
- analyse de l'évolution de l'urbanisation à partir de photographies aériennes,
- modélisation de l'ensemble des cours d'eau et du réseau pluvial,
- recherche de solution au travers de scénarios,
- présentation des résultats et concertation avec les collectivités.



PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT



Position des bassins de régulation et ordre de priorité (Source : LRPC de Clermont-Ferrand).

Les solutions ont consisté soit en des restructurations de réseau, soit en des bassins de régulation. Ces derniers, au nombre de neuf, font l'objet d'une programmation pluriannuelle à l'échelle intercommunale (Clermont-Communauté).

Parallèlement à cette initiative intercommunale, des projets de lotissement font l'objet aujourd'hui à l'échelle communale de régulation par bassins dans l'esprit de ne pas reprendre les réseaux aval sous-dimensionnés mais également de rendre transparente l'évolution de l'urbanisme. C'est le cas plus particulièrement des communes de la ceinture amont de l'agglomération : Chamalières-Royat.

■ Traduction, mise en œuvre

Le porter à connaissance du risque inondation par l'État au travers des PPR a apporté une dimension complémentaire à l'analyse faite dans le cadre du schéma directeur d'assainissement de l'agglomération clermontoise.

La méthode d'étude retenue pour la réalisation du PPR a été la suivante :

- étude hydrologique classique en prolongement des études faites dans le cadre du schéma d'assainissement,
- études historiques détaillées aux archives départementales, notamment quant à la réponse des bassins versants à des pluies extrêmes,
- recherche de laisses de crues historiques,
- estimation des débits de crues historiques par modélisation mathématique,
- confrontation des estimations des débits de crues centennales issues de l'analyse hydrologique avec les débits des crues historiques,
- choix d'une crue de référence (ici historique),
- tracé de la limite du champ d'inondation de la crue historique et de la carte d'aléa au travers d'une approche cartographique au 1/10 000^e.

L'estimation de la crue de référence centennale ou historique a fait l'objet de nombreuses discussions,

PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

notamment quant au rapport entre Q10 et Q100. Ce sont au final deux événements historiques, celui de 1765 sur l'Artière et celui de 1835 sur la Tiretaine et sur l'Artière, qui ont fait référence, en sachant que le rapport entre le Q10 et ces crues est compris dans une fourchette de 1 à 5 ou de 1 à 10. Sur la base des débits spécifiques issus de ces deux événements, une cartographie du champ d'inondation et de l'aléa pour la crue de référence a été réalisée, en s'appuyant sur une approche géomorphologique et en retenant que les ouvrages réalisés pour la protection du décennal affichent une totale transparence vis-à-vis de la crue. Un exemple de rendu cartographique est donné ci-après :

Sur cette base, un projet de règlement de PPR a été proposé. L'ambition du règlement était d'utiliser l'importante vulnérabilité actuelle comme un levier pour les aménagements futurs. Il a donc défini une sorte de « droit à construire » en échange d'une diminution de vulnérabilité. L'objectif était aussi de « laisser vivre la ville », sachant que

de nombreux quartiers concernés, parfois très anciens, allaient faire l'objet de reconversions dans un horizon proche. Il s'agissait là d'un enjeu majeur de négociation avec les collectivités.

Concrètement, le règlement a donc conditionné l'autorisation de constructions nouvelles ou de réaménagement au respect d'objectifs (non-augmentation ou diminution du nombre de personnes exposées et/ou du coût économique en cas d'inondation, mise en sécurité des personnes...) qui peuvent être estimés, selon le cas, soit à chaque opération, soit après production, par la collectivité, d'une réflexion d'aménagement d'ensemble.

Ces dispositions compliquent l'instruction au quotidien des autorisations d'urbanisme : les pièces exigibles dans un permis de construire sont bien précises et l'appréciation de la vulnérabilité, surtout pour les biens, nécessite des informations complémentaires que le pétitionnaire ne fournit pas forcément.

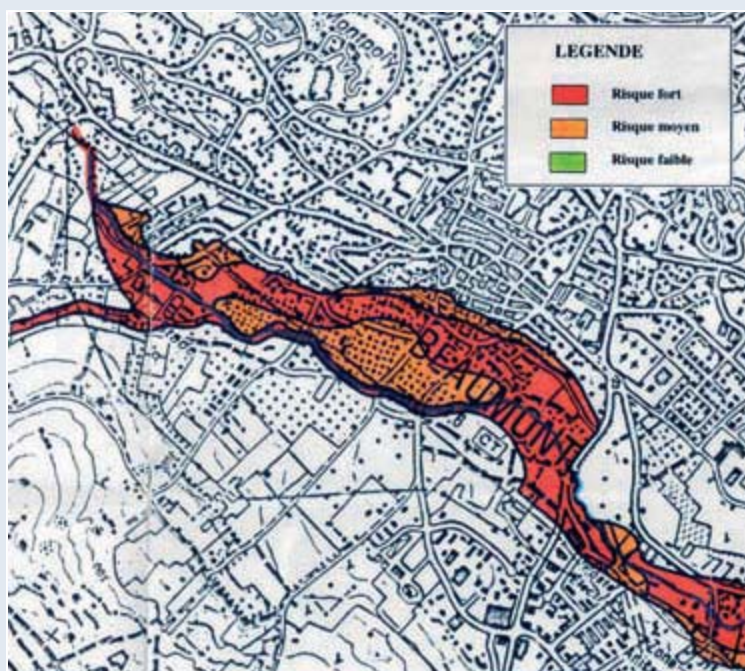
Les zones actuellement non construites (quel que soit leur niveau d'aléa) ont été rendues totalement inconstructibles.

Le PPR a été approuvé en 2002.

Cet exemple montre que l'estimation du risque hydrologique exceptionnel sur de tout petits bassins passe prioritairement par l'information historique.

Il met en évidence que la cartographie du champ d'inondation en ville est d'une grande complexité, surtout en raison du support topographique utilisé, mais également de la complexité des écoulements.

Il montre enfin une discontinuité totale entre l'approche schéma directeur d'assainissement (Q10) et l'approche PPR (Q100).



Extrait du PPR
(Source : LRPC de Clermont-Ferrand).

Fiche réalisée par Marc Livet (LRPC de Clermont-Ferrand).

Références : LRPC de Clermont-Ferrand, BCEOM. Agglomération de Clermont-Ferrand. Schéma directeur d'assainissement pluvial. 1990, 1993, 687 pages + annexes.

LRPC de Clermont-Ferrand. Agglomération de Clermont-Ferrand. Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI). 1997, 60 pages + annexes.

PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Agglomération bayonnaise (64) : la réponse opérationnelle par le zonage pluvial

■ Contexte et objectifs de développement du territoire

La ville de Bayonne compte 41 778 habitants. Son relief se caractérise par la présence de trois grandes terrasses d'anciennes alluvions pouvant atteindre 52 m NGF : Saint Etienne, Marracq-Beyris et Mousserolles. Elles sont entourées des plaines basses de l'Adour et de la Nive, des Barthes, des alluvions récentes dont l'altitude n'excède pas 15 mètres NGF. Le pendage nord-sud des plateaux de la rive gauche est faible en comparaison de celui observé sur la rive droite (sud-nord). Cette situation topographique explique que le développement communal se soit majoritairement inscrit dans cette partie du territoire.

Le climat de la région est de type océanique. La pluviométrie est importante mais régulièrement répartie tout au long de l'année, avec un minimum en été et un maximum en automne et en hiver.

La ville de Bayonne et la Communauté d'Agglomération dont elle fait partie ont élaboré un projet de développement du territoire pour la commune, visant à retrouver un meilleur équilibre entre les zones urbaines et les zones naturelles. Ce projet s'est traduit par une révision du POS.



■ La méthodologie de détermination du zonage pluvial

La réalisation du zonage d'assainissement pluvial de l'agglomération bayonnaise s'est déroulée selon les phases ci-dessous :

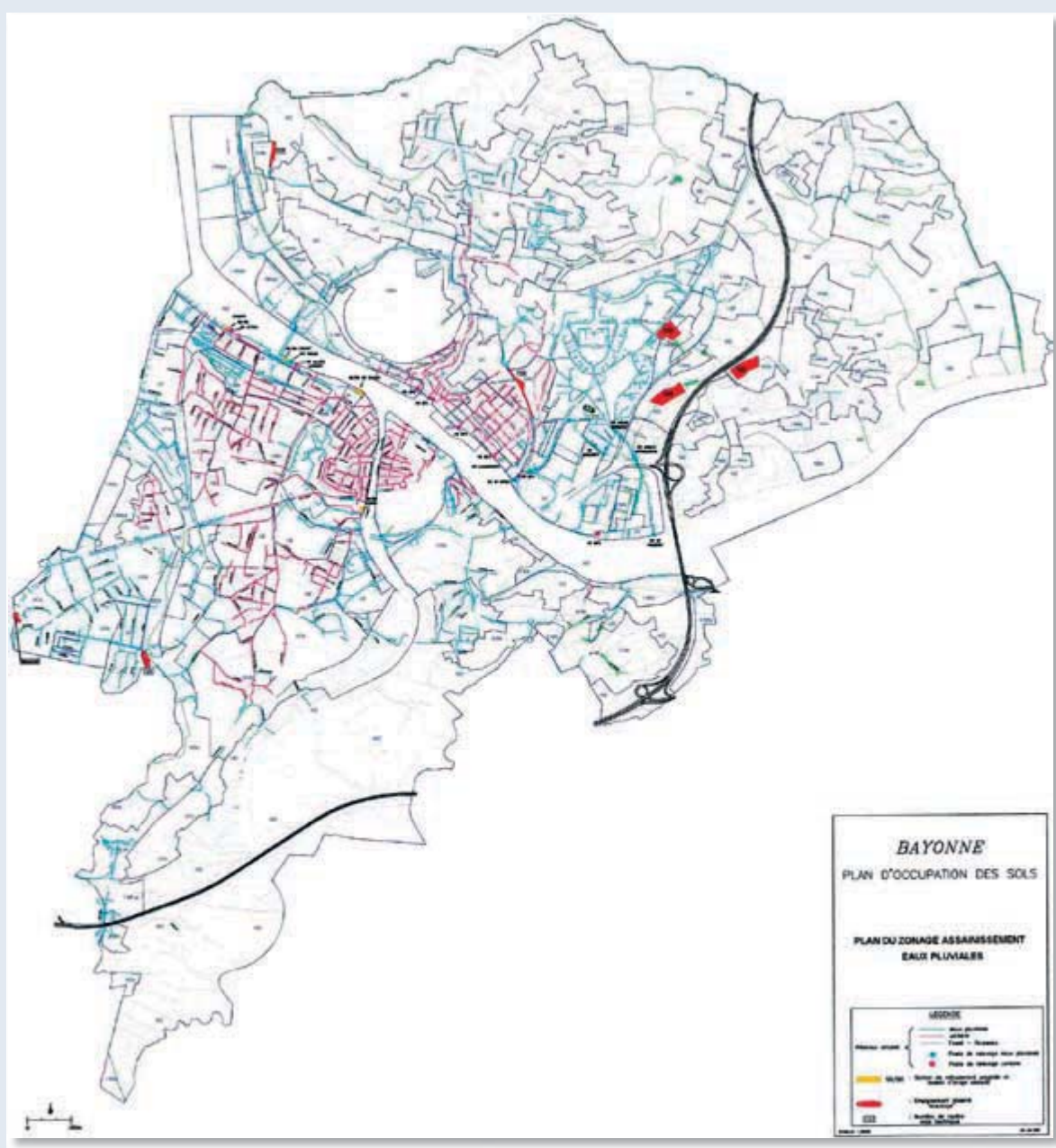
Phases principales	Tâches élémentaires
Analyse d'opportunité	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête auprès des services et des habitants • Analyse hydromorphologique • Calculs sommaires (débits régionaux, etc.) • Impact qualitatif des rejets s'il y a lieu
Calculs hydrauliques en situation actuelle et situation future	<ul style="list-style-type: none"> • Définition du réseau hydrographique (canalisé ou pas), caractéristiques des points singuliers, identification des contraintes aval • Pédologie – hydrogéologie (connaissance des écoulements saturés et non saturés, transferts de pollution) • Évaluation des débits et volumes, soit par définition d'une pluie de projet (décennale, centennale et exceptionnelle), soit directement par analyse statistique • Choix des solutions techniques • Calcul des écoulements et des volumes à stocker • Cotes de submersion • Repérage et analyse des insuffisances • Cartographie des zones inondées pour des pluies exceptionnelles
Optimisation du zonage	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse des enjeux et de leur vulnérabilité pour le choix de la pluie de référence • Planification et propositions de dispositions techniques et réglementaires • Appréciation sommaire des coûts

*PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT
PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT*

■ Mesures prises pour la maîtrise des débits et l'écoulement des eaux pluviales

Une seule zone a été prévue, qui couvre l'ensemble du territoire et dans laquelle **un débit de fuite maximal de 3 litres par seconde par hectare** est imposé à toute opération de construction ou d'amé-

nagement. Ce débit de fuite de 3 l/s/ha correspond au ruissellement d'une zone naturelle pour une pluie décennale en site peu pentu. Le choix de ce débit de fuite pour toute opération de construction ou d'aménagement part du principe que le développement de l'urbanisation ne doit pas aggraver la situation actuelle pour ce type de pluie.



Plan de zonage d'assainissement des eaux pluviales de Bayonne (source : CETE du Sud-Ouest).

PRISE DE CONSCIENCE DU RISQUE RUISSELLEMENT PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Cette disposition se traduit par la création de bassins de retenue (avec ou sans dispositifs drainants ou d'infiltration associés) à l'échelle de la parcelle ou de toute autre opération d'aménagement.

Dans les secteurs où les problèmes sont les plus fréquents, il convenait de réserver des espaces fonciers (emplacements réservés) affectés au stockage et à la régulation des eaux pluviales. La création de bassins de stockage compense notablement les insuffisances du réseau et a en outre une influence très positive sur la qualité des rejets vers le milieu naturel.

Après une recherche des sites ponctuels, les secteurs préférentiels ont été identifiés. Leurs positionnements ont tenu compte des contraintes techniques et paysagères.

■ Règlement de zonage

Le règlement du zonage reprend la règle d'une limitation du débit de fuite à 3 l/s/ha. Pour aller encore plus loin, l'article 4 a été enrichi lors de la révision du PLU en 2005, afin de prendre en compte le cas du renouvellement urbain, pour lequel il n'existe pas d'obligation.

Article 1 (occupation et utilisation admises) : autorisation des constructions uniquement sous réserve d'une mise à la cote + 0,30 m au minimum des seuils habitables par rapport au point le plus haut de la voirie.

Article 4 (desserte par les réseaux) : les aménagements ne doivent pas modifier les axes et les sens d'écoulement vers un exutoire. Lors du renouvellement urbain, pour des opérations réalisées sur des unités foncières supérieures à 1 500 m², il pourra être demandé, en fonction de la capacité de l'exutoire, une amélioration en vue de ramener le débit de rejet dans le réseau à 3 l/s/ha.

Article 7 (implantation des constructions) : prévoir la possibilité de protéger les axes drainants par des reculs appropriés.

En cohérence avec le projet de développement de la ville, le zonage d'assainissement a permis de contribuer à l'amélioration de la qualité du milieu naturel et à la promotion d'un développement durable.

Fiche réalisée par Xavier Dutheil et Jean-Daniel Baladès (CETE du Sud-Ouest).

Références : CETE du Sud-Ouest. Révision du POS de Bayonne. Assistance technique pour les zonages d'assainissement. Juin 2000.

Dossier de zonage de l'assainissement. Notice explicative et justificative du zonage. Bayonne, avril 2001.

Révision du PLU de Bayonne. Assistance technique pour les zonages d'assainissement. Décembre 2005.

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Zonage pluvial : la démarche pragmatique de l'agglomération lyonnaise (69)

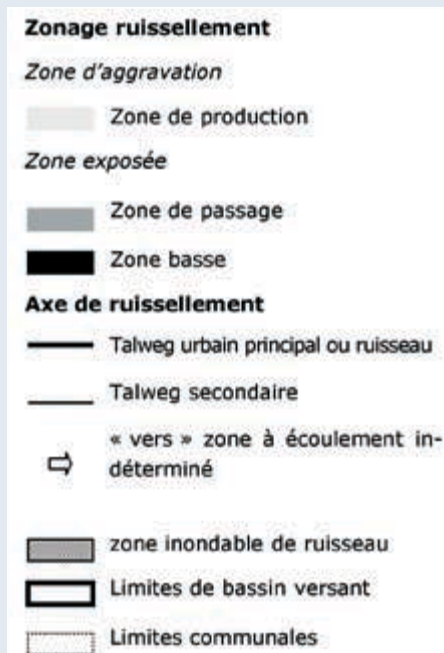
Le zonage pluvial du Grand Lyon, annexé au POS, concerne 13 bassins versants. Sa réalisation s'est basée principalement sur une analyse de la topographie, permettant de repérer les limites entre les plateaux, les secteurs de pente supérieure à 10 % et les fonds de vallée. Cette analyse s'est accompagnée de visites de terrain et d'une enquête auprès des riverains chez qui des ruissellements importants ont été observés. La démarche, qui s'est inspirée du PPR du Ravin, définit deux grands types de zones :

- **Les zones d'aggravation du ruissellement**, qui correspondent aux grands plateaux de l'agglomération, susceptibles de générer du ruissellement s'ils sont imperméabilisés (du fait de l'urbanisation ou de l'agriculture).
- **Les zones exposées au ruissellement**, qui regroupent les zones de passage (dont les pentes sont supérieures ou égales à 10 % et dont l'urbanisation peut avoir des conséquences à la fois pour l'aval, mais aussi pour elle-mêmes) et les zones basses (points bas où les pentes sont faibles, qui sont des zones potentielles de forte vulnérabilité).

Le zonage délimite aussi des « **zones à écoulement indéterminé** » : il s'agit des zones aval où l'eau va ruisseler soit en se diffusant, soit en se concentrant dans des sites fortement urbanisés : toits, trottoirs, lieux où les actions des particuliers font que l'on ne sait pas précisément où l'eau va passer.

Le zonage du Grand Lyon ne fixe pas de débit de fuite (comme par exemple celui de Bayonne). Par contre, il demande, tant à la collectivité dans le cadre des aménagements à caractère public, qu'aux constructeurs ou aménageurs, de mettre en œuvre les mesures nécessaires à la gestion des débits.

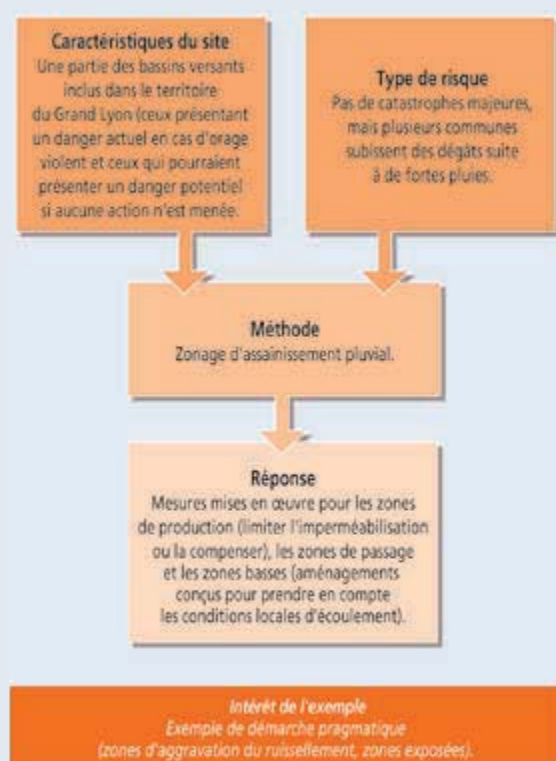
Pour les **zones de production et de passage**, il s'agit de limiter au maximum l'imperméabilisation des sols et de compenser les débits issus des surfaces imperméabilisées indispensables. En d'autres termes, toute construction nouvelle ne doit pas modifier la situation par rapport au ruissellement.



PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Pour les **zones de passage**, il est nécessaire que les projets intègrent le libre écoulement de l'amont vers l'aval et les vitesses de l'eau.

Pour les **zones basses**, l'aménagement et le bâti devront être pensés et réalisés de manière à prendre en compte les conditions locales d'écoulements.



Fiche réalisée par Sylvie Vigneron (Certu).

Contact : Grand Lyon, Jean Chappier.

Références : zonage pluvial de l'agglomération lyonnaise.

STRATÉGIE D'ACTION PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Val-de-Marne : PPR inondation et coulées de boues par ruissellement en milieu urbain

■ Contexte et problématique

Le département du Val-de-Marne est centré sur la confluence de la Seine et de la Marne. Le réseau hydrographique constitué par ces cours d'eau majeurs est à l'origine de débordements et de dommages matériels importants sur près de 50 % du territoire val-de-marnais lors d'événements pluvieux exceptionnels voire moins exceptionnels. À cela s'ajoutent des phénomènes de ruissellement : ainsi 26 communes, sur les 47 que compte le territoire, ont fait l'objet de la prescription d'un PPR « inondation et coulées de boues par ruissellement urbain » en date de juillet 2001.

Cette démarche d'élaboration d'un PPR ruissellement urbain étant la première en France, la DDE du Val-de-Marne a confié une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage au LREP, destinée à dégager une méthodologie de réalisation du PPR et à four-

nir progressivement le cahier des charges de son élaboration. Devant la complexité de la tâche, la mission s'est finalement orientée vers une prestation de maîtrise d'œuvre sur l'élaboration de la carte d'aléa inondation par ruissellement et débordement de cours d'eau sur un regroupement de bassins versants.

■ Construction de la démarche

Mieux définir l'origine des phénomènes

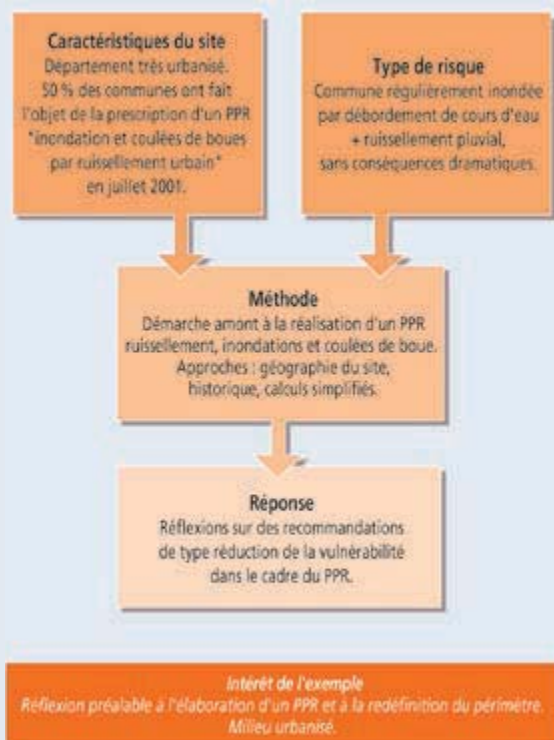
Le phénomène de ruissellement se décline selon les spécificités du contexte local. Il s'accompagne ici de problèmes de refoulement liés à l'insuffisance des réseaux d'assainissement unitaires, voire séparatif, vis-à-vis d'événements pluvieux décennaux. Le phénomène de « coulées de boues par ruissellement », mal identifié, semble plutôt assimilé ici à des problèmes de refoulement de réseaux d'eaux usées que d'érosion de sols.

S'assurer de la pertinence du périmètre de prescription proposé

Le périmètre de prescription initial du PPR avait occulté les zones de formation des débits, ainsi que l'orientation et la délimitation des flux hydriques. Le périmètre a donc été reconsidéré afin de déterminer une échelle d'intervention plus cohérente, celle du « bassin de risque ». Un regroupement entre bassins versants a néanmoins été nécessaire afin de ne pas multiplier le nombre de périmètres de futurs PPR. Les bassins versants du Morbras et du ru des Marais ont été retenus pour la réalisation de la première carte d'aléa « inondation par débordement de cours d'eau et ruissellement » sur le Val-de-Marne.

Coordonner les principaux acteurs de l'assainissement et les procédures

L'établissement du PPR doit être coordonné avec les démarches du Conseil Général du Val-de-Marne et de la communauté de communes locale ayant la compétence assainissement afin de permettre la cohérence des mesures réglementaires du



STRATÉGIE D'ACTION

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

PPR vis-à-vis des différents schémas directeurs en cours sur l'assainissement des communes et du Département. De même, certaines communes sont concernées par le périmètre du PPR inondation de la Seine et de la Marne, approuvé en date du 28 juillet 2000, et en cours de révision.

■ Démarche d'élaboration de la carte d'aléa « inondation par débordement de cours d'eau et ruissellement »

L'objectif de la carte d'aléa était de mettre en évidence les zones critiques à l'égard d'un aléa de ruissellement, d'écoulement (ou concentration du ruissellement), et d'accumulation d'eau suite à un événement pluvieux exceptionnel.

La démarche hydraulique et de modélisation ayant montré ses limites pour un zonage d'aléa en milieu urbain, sur un territoire d'étude d'une telle importance, l'approche retenue pour l'élaboration de la cartographie s'est appuyée sur l'analyse des événements historiques, suite à des orages exceptionnels, et sur la description de la géographie du site (synthèse d'une approche hydrogéomorphologique et d'une analyse de l'aménagement du territoire).

1 - L'analyse historique

L'analyse historique a fait ressortir des imprécisions tant au niveau des désordres (informations incomplètes, localisées très grossièrement, et sans notion d'importance) que de la pluie en étant à l'origine. Ainsi, les désordres localisés sont quasi exclusivement liés à des habitations sinistrées pour lesquelles il n'est pas toujours possible d'affirmer un lien de causalité entre le sinistre constaté sur la propriété, et le phénomène d'inondation de voiries.

Ces lacunes sont d'autant plus regrettables que dans l'étude de phénomènes aussi complexes que le ruissellement et le débordement de cours d'eau en milieu urbain, seule l'analyse des événements antérieurs peut apporter des éléments tangibles sur la localisation des désordres et les hauteurs d'eau ruisselées ou accumulées.

2 - L'analyse géographique

L'analyse géographique du site a mis en évidence les facteurs naturels et artificiels aggravant le

risque d'inondation par ruissellement et débordement de cours d'eau. Pour chacun d'eux, un seuil dit pénalisant a été défini et explicité comme suit :

- La **topographie et la forme des bassins versants** à l'amont d'un secteur inondable influent sur leur rapidité de concentration des eaux. L'importance de la pente a été jugée pénalisante vis-à-vis des vitesses de ruissellement et d'écoulement lorsqu'elle présente des valeurs supérieures à 4 %. La forme du sous-bassin est dite pénalisante lorsque qu'elle comporte un rétrécissement vers l'aval.

- La **surface des bassins versants** à l'amont d'un secteur inondable a été considérée comme pénalisante dès lors qu'elle excède environ 1 km², valeur relative adoptée au regard de la taille moyenne des sous-bassins versants ayant été l'objet de désordres sur le secteur.

- La **nature des sols et du couvert végétal** des bassins influence le paramètre de rugosité. La couverture des sols a également une influence sur le coefficient de ruissellement en période de pluie, mais qui devient secondaire sous des précipitations très intenses. Le paramètre lié à la rugosité est jugé pénalisant pour un mode d'occupation des sols majoritairement urbanisé et doté d'un fort coefficient d'imperméabilisation.

- La **configuration urbaine** peut comporter des obstacles à l'écoulement ou à l'inverse des voies préférentielles d'écoulement. Elle est dite pénalisante lorsque l'organisation des voiries et des constructions (maisons, murets) canalise ou fait obstacle au ruissellement.

Pour finir, les principaux dysfonctionnements du réseau d'assainissement pluvial constituent des facteurs augmentant ponctuellement le ruissellement et/ou l'accumulation d'eau. Ils sont écartés ou retenus au cas par cas comme facteurs aggravant l'aléa selon qu'ils relèvent ou non de désordres strictement liés à des dysfonctionnements de l'assainissement pluvial.

3 - Délimitation des zones d'aléas

Le zonage des aléas a identifié trois zones selon les dommages matériels et les atteintes aux personnes :

- Les zones soumises à un **aléa ruissellement**, affectant les coteaux. La gravité de l'aléa résulte principalement de l'énergie cinétique de l'eau

STRATÉGIE D'ACTION

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

(érosion des sols, dommages et/ou entraînement des biens et déséquilibre, voire entraînement des personnes).

- Les zones soumises à un **aléa écoulement**, concernant les fonds de talwegs et vallées. Selon le contexte topographique et les dimensions du bassin versant amont, il peut mettre en jeu des volumes et débits bien plus conséquents que dans le cas du ruissellement. Les dégâts sont donc potentiellement plus importants.

- Les zones soumises à un **aléa accumulation d'eau** du fait d'un contexte topographique empêchant l'évacuation rapide des eaux. Les risques pour les personnes sont minimes mais les dégâts sur les biens peuvent être considérables du fait d'une submersion prolongée.

L'identification de ces zones s'est effectuée sur la base du croisement des facteurs aggravants issus

de l'analyse géographique du territoire d'étude et des désordres renseignés par l'analyse historique, selon les étapes suivantes :

• **1ère étape** : délimitation des zones d'écoulement par croisement de l'hydrogéomorphologie et des désordres historiques de débordement de cours d'eau. Ces aléas n'ont pas été pondérés, l'étendue de la zone d'écoulement laissant présager de la gravité du phénomène.

• **2ème étape** : délimitation des zones d'accumulation par l'identification des zones planes, en partie aval de bassins (pente inférieure à 2%) hors aléa écoulement. Dans ces zones, la présence des facteurs aggravants de problèmes d'assainissement pluvial a été localisée.

• **3ème étape** : réalisation du zonage de l'aléa ruissellement d'après l'analyse des facteurs géographiques pertinents et des données historiques.



Extrait de la carte d'aléa Inondation par ruissellement et débordement de cours d'eau sur le Morbras (et tableau explicatif des paramètres pénalisants)

Légende

- aléa ruissellement modéré
- aléa ruissellement fort
- aléa écoulement
- aléa accumulation
- forte accumulation en point bas
- aléa inondation de la Mame (crue de 1910)
- 12 numéro du sous bassin versant

N° sous-bassin versant	Topographie	Forme	Surface	Configuration urbaine	Rugosité	Diagnostic général de l'aléa ruissellement
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Surface de sous-bassin versant trop petite pour générer une hauteur d'eau significative
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aléa modéré dans les zones de pente < 4% et fort dans les zones de pente > 4%

STRATÉGIE D'ACTION

PRÉVENTION ET RÉDUCTION DU RISQUE DE RUISSELLEMENT

Après décomposition du territoire en sous-bassins versants et facettes d'écoulement, les facteurs pénalisants énoncés précédemment ont été analysés compte tenu des seuils retenus. En pratique, lorsque le sous-bassin versant présente une typologie marquée par trois paramètres jugés pénalisants sur cinq, il fait l'objet d'un aléa (ruissellement ou écoulement).

La prise en compte des données historiques d'inondations de voiries permet d'affiner par endroits le zonage des aléas ruissellement.

• **4ème étape** : caractérisation de la gravité des aléas.

Pour chaque zone d'aléa identifiée, la gravité potentielle a été estimée sur la base de hauteur d'eau observée historiquement, ou à défaut (cas le plus fréquent) en prenant en compte l'importance de la pente locale : au-delà de 4%, on considère que la vitesse de l'eau entraîne un risque, dont l'ampleur dépend des paramètres aggravants caractérisant la partie amont du sous-bassin. Ce seuil a donc été abaissé selon le cas, suivant le nombre de paramètres pénalisants. La gravité de l'aléa a été définie selon les manifestations des désordres et les risques encourus :

- aléa ruissellement modéré : hauteur d'eau et vitesse permettant globalement sans risque le déplacement d'un enfant (hauteur d'eau moyenne inférieure à 30 cm).

- aléa ruissellement fort : danger important pour un enfant, et réel pour un adulte du fait d'une hauteur d'eau importante (jusqu'à 70 cm) associée ponctuellement à des vitesses d'écoulement supérieures au m/s. Ont été aussi pris en compte les tronçons de voiries présentant les problèmes majeurs de refoulement de réseaux en partie aval de bassin versant.

■ Conclusion

La carte obtenue a mis en évidence que les zones d'aléa ruissellement occupent un territoire minime au regard des zones soumises à des phénomènes conjugués de débordement du Morbras et de refoulement de réseaux d'assainissement pluvial.

Par ailleurs, ces études préalables ont montré que l'exercice de quantification des désordres (évaluation de hauteurs d'eau notamment) étaient illusoires avec des moyens raisonnables, tant pour l'aléa ruissellement que pour le débordement de cours d'eau en milieu urbain. Compte tenu de ces difficultés, la réalisation d'un PPR à vocation de prescription de règles constructives semble délicate à mettre en oeuvre. L'option privilégiée par la DDE serait de s'orienter vers un PPR regroupant plutôt des conseils et recommandations de type réduction de la vulnérabilité, et rappelant à tous les intervenants leurs obligations pour concourir à la résolution des problèmes.

STRATÉGIE D'ACTION

Vitry-sur-Seine (94) : étude préalable à des actions multiples en milieu urbanisé

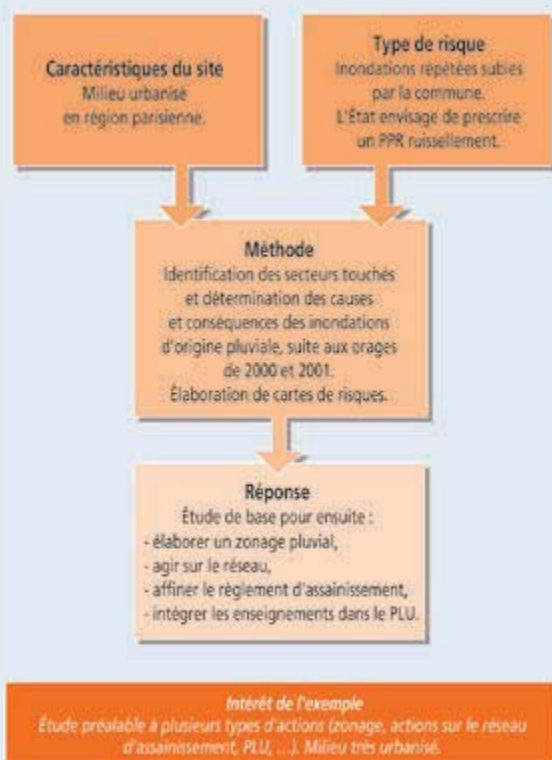
■ Contexte et problématique

Suite aux inondations répétées subies par la commune de Vitry-sur-Seine lors des épisodes pluvieux survenus en 2000 et 2001, l'État envisage de prescrire un PPR inondation et coulées de boues engendrés par le ruissellement pluvial.

Dans ce cadre, la commune a souhaité au préalable mieux identifier les secteurs touchés, les causes des désordres et les niveaux des risques encourus. Pour cela, elle a réalisé une étude du risque d'inondation par ruissellement sur le territoire communal, qui a été achevée fin 2002.

■ Études menées

Afin d'identifier les secteurs touchés et de déterminer les causes et conséquences des inondations d'origine pluviale, l'ensemble des plaintes et courriers collectés par la commune pour les orages survenus en 2000 et 2001 a été analysé.



Ces données présentent certaines limites : prise en compte des seuls particuliers ayant adressé une plainte à la commune, imprécision sur l'origine et les conséquences des inondations, etc.

Par ailleurs, chacune des pluies principales pour l'année 2000 et 2001 a été caractérisée statistiquement et les mesures de niveau d'eau disponibles sur les réseaux d'assainissement départementaux ont été analysées.

Trois cartes de synthèse sont établies : une pour identifier les lieux où les secteurs ont été touchés, avec la caractérisation de leur origine, et deux autres pour identifier les risques.

La **carte des causes et secteurs inondés** recense les désordres regroupés de la manière suivante :

- désordres avec débordement sur chaussée occasionnés par une insuffisance capacitaire au sens général du terme : réseaux, pompes, bassins de retenue,
- désordres avec ruissellement direct sur chaussée du fait de l'insuffisance d'avaloirs, de la configuration de la voirie (pente),
- refoulements des réseaux publics vers les réseaux privés entraînant des inondations en sous-sol, ce problème étant jugé comme de la responsabilité des riverains,
- désordres occasionnant des ruissellements sur chaussée liés à un manque d'entretien des ouvrages (avaloirs essentiellement).

Ces informations ont été croisées avec les fréquences des événements pluvieux regroupées en trois classes de période de retour : 1 à 2 ans, 2 à 10 ans, supérieure à 10 ans.

La **carte des risques** réalisée à partir des observations classe les informations selon trois types : sécurité des personnes (inondations pouvant entraîner des dommages corporels, impliquant également une destruction et un désordre matériel), destruction de matériel (inondations qui ont entraîné une destruction irréversible de matériel), désordre matériel (inondations ayant entraîné un gêne temporaire sans destruction de matériel). Ces informations sont croisées avec les fréquences supposées de ces désordres.

STRATÉGIE D'ACTION

La **seconde carte de risque** considère que les réseaux d'assainissement sont totalement saturés (orage rare). C'est donc uniquement le risque de ruissellement superficiel, indépendamment des caractéristiques de réseaux, qui est considéré. Celui-ci est évalué à partir des informations concernant l'imperméabilisation et la pente des sols. Ces informations sont ponctuellement aménagées en fonction des observations de terrain effectuées.

Ces informations croisées permettent d'avoir une estimation, de façon globale, des zones où le risque encouru est :

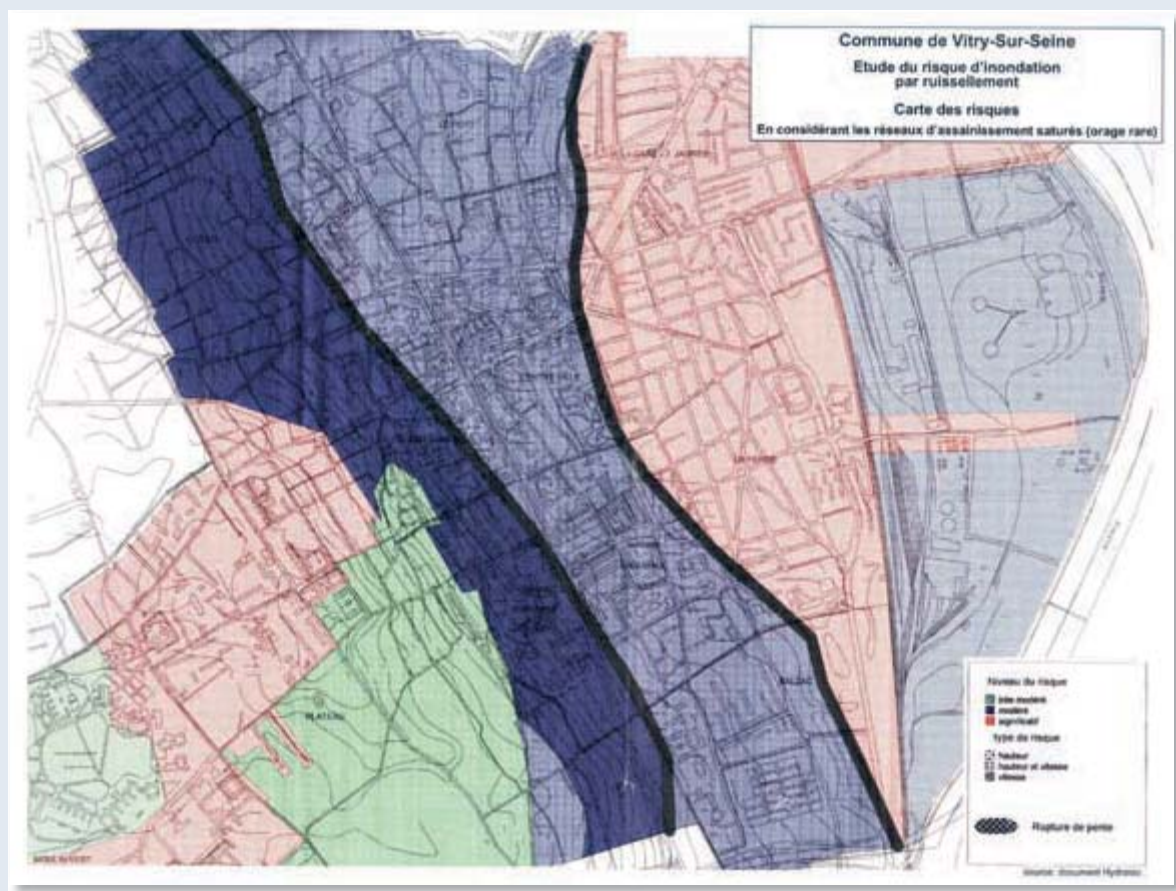
- très modéré : ruissellement supposé de faible vitesse avec hauteur d'eau peu importante (surface reprise peu importante et coefficient d'imperméabilisation faible); ce type de risque entraîne potentiellement de faibles dégâts matériels,

- modéré : ruissellement supposé de vitesse faible à prononcée avec des hauteurs d'eau faibles à prononcées (surface reprise relativement importante, pente prononcée,...); ce type de risque implique potentiellement des désordres et/ou destruction de matériel.

- significatif : ruissellement supposé avec de fortes vitesses (forte pente et coefficient d'imperméabilisation important) et/ou des hauteurs d'eau importantes (surface reprise importante en amont et pente faible); ce type de risque implique potentiellement des atteintes à la sécurité des personnes.

■ Suites données

Ces cartes de risque doivent permettre d'appuyer les connaissances de la commune sur les secteurs « à risque » au niveau du ruissellement pluvial.



Carte des risques (source : document Hydratec).



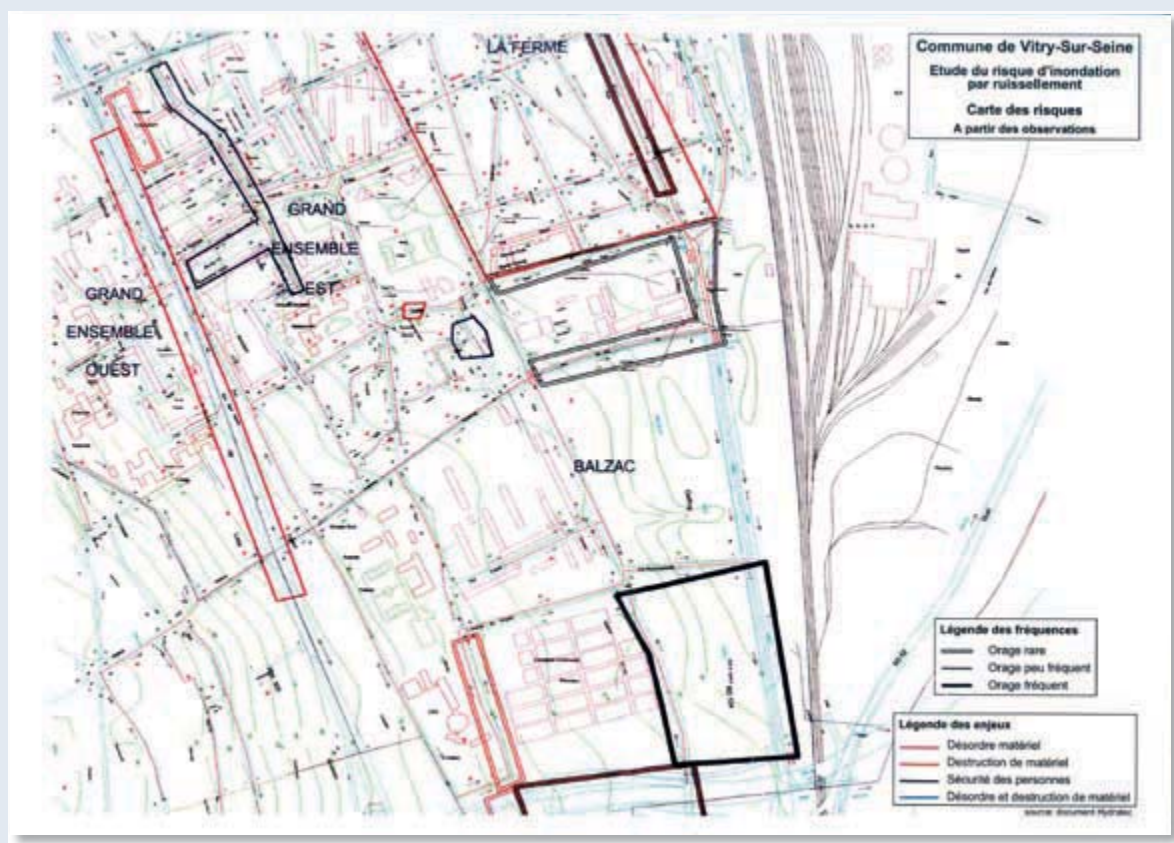
STRATÉGIE D'ACTION

Cette étude pourra également constituer une base pour :

- élaborer un zonage d'assainissement des eaux pluviales, c'est-à-dire définir les secteurs où l'on peut développer les solutions d'infiltration ou non et / ou accepter des rejets d'eaux pluviales moyennant des débits de fuite limités,
- identifier les points du réseau pouvant être assimilés à des « goulets d'étranglement » et proposer

des solutions pour éviter les mises en charge et les débordements,

- affiner des prescriptions pour le règlement d'assainissement,
- intégrer ces notions dans le Plan Local d'Urbanisme en cours d'élaboration sur la commune.



Carte des risques (source : document Hydratec).

Conclusion

La prévention des inondations par ruissellement concerne, en milieu urbain comme en milieu rural, l'ensemble des collectivités territoriales, l'État, les aménageurs, les techniciens de l'assainissement, de l'agriculture, de l'environnement et de l'urbanisme.

Et même au sein d'une collectivité territoriale, la démarche est transversale à ses différentes attributions : urbanisme, assainissement, prévention des risques, etc.

L'action conjointe de l'ensemble de ces acteurs est nécessaire pour mettre en œuvre des actions concertées d'aménagement global des bassins versants, recouvrant l'amont et l'aval, le rural et l'urbain.

Cette action conjointe est fondamentale à toutes les étapes de la démarche de prévention des risques : prise de conscience du risque, analyse du territoire, stratégie de prévention et de réduction du risque, mise en œuvre des solutions, bilan et retour d'expérience. Mais elle est particulièrement forte lors de l'étape de définition de la stratégie de prévention et de réduction du risque. Car les choix et les mesures définis ici sont de différents ordres (planification de l'assainissement, de l'eau, de l'urbanisme, prévention des risques, techniques agricoles, ...) et recouvrent différentes échelles (bassin versant, commune, parcelle). Comme cette stratégie de réduction du risque porte de façon durable la préoccupation du ruissellement dans les différentes politiques de la commune, elle nécessite une implication forte de l'ensemble des acteurs locaux concernés, ainsi qu'une concertation avec la population.

Cette action commune des acteurs du territoire doit ensuite se poursuivre lors de la mise en œuvre des solutions et de leur prise en compte dans l'élaboration des documents de planifica-

tion et des projets d'aménagement d'espaces publics.

De plus, l'ensemble de ces actions politiques et techniques est renforcé par la réglementation récente en matière de prévention des risques et d'aménagement rural.

D'une part, la loi du 30 juillet 2003 met en place des dispositions visant à favoriser les zones d'expansion des crues (servitudes de sur-inondations) et à promouvoir des techniques plus douces, comme la conservation des haies et des pratiques culturelles adaptées (délimitation des « zones d'érosion »).

D'autre part et en complément, la loi n° 2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux renforce également la prise en compte du risque dans l'aménagement, en ajoutant notamment aux objectifs de la politique d'aménagement rural sa contribution à la prévention des risques naturels, en prenant en compte les risques naturels lors des opérations d'aménagement foncier et en favorisant la préservation des zones humides.



Liste des sigles et abréviations

ADOPTA : Association douaisienne pour la promotion des techniques alternatives

AESN : Agence de l'Eau Seine Normandie

ANDA : Association Nationale pour le Développement Agricole

AREAS : Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols

AREHN : Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie

CAD : Contrat d'agriculture durable

CAR : Communauté d'agglomération de Rouen

CAUE : Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement

CDOA : Commission départementale d'orientation agricole

CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

CETE : Centre d'études techniques de l'équipement

CGCT : Code Général des Collectivités Territoriales

CLE : Commission locale de l'eau

COGA : Communauté d'agglomération du Grand Avignon

CTE : Contrat territorial d'exploitation

CU : Code de l'Urbanisme

DDAF : Direction départementale de l'agriculture et de la forêt

DDE : Direction départementale de l'équipement

DICRIM : Dossier d'information communal sur le risque majeur

DIREN : Direction régionale de l'environnement

DPPR : Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques

DUP : Déclaration d'utilité publique

EPCI : Établissement public de coopération intercommunale

FEDER : Fonds européen de développement régional

GAEC : Groupement agricole d'exploitation en commun

GRAIE : Groupe Rhône-Alpes sur les infrastructures et l'eau

IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut national de la recherche agronomique

IPGR : Institut de prévention et de gestion des risques

MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable

PAC : Porter à connaissance

PAC : politique agricole commune

PAD : Projet agricole départemental

PADD : Projet d'aménagement et de développement durable

PCS : Plan communal de sauvegarde

PIG : Projet d'intérêt général

PLU : Plan local d'urbanisme

POS : Plan d'occupation des sols

PPR : Plan de prévention des risques

SAGE : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux

SCOT : Schéma de Cohérence territoriale

SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SIBA : Syndicat intercommunal du bassin de l'Andelle

USA : Union Syndicale Agricole

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique, floristique

Bibliographie

Agence de l'eau RMC, DIREN Rhône-Alpes - *Agir pour les zones humides en RMC. Les zones humides, facteurs de développement local*. Plaquette, 1999. 11 p.

Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie (AREHN), Pôle de compétence sol et eau - *Organisation de la mémoire collective en matière de coulées boueuses et d'inondations en Haute-Normandie*. Téléchargeable sur le site <http://www.arehn.asso.fr/soleteau/>. 2002.

AREHN, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, de la pêche et de l'alimentation, INRA SESCOF (Orléans), CNRS Laboratoire de Géographie physique (Meudon), ADEPRINA (Paris) - *Dossier National*, 1996.

Azzout Y., Barraud S., Cres F.N., Alfakih E., 1994 - *Techniques alternatives en assainissement pluvial : choix, conception, réalisation et entretien*. Paris, Éditions Lavoisier Tec&Doc, 372 p.

Barbery S. - *Ruissellement urbain : prise en compte réglementaire du risque*. Rapport de stage. DDE 28. 2001. 25 p.

Bulletin Officiel. Fascicule Spécial n° 2003-10. Novembre 2003. Marchés Publics de Travaux. Cahier des clauses techniques générales - *Fascicule 70. Ouvrages d'assainissement. Titre 1 : les réseaux. Titre 2 : Ouvrages de recueil, de stockage et de restitution des eaux pluviales*.

Certu - *Zonages d'assainissement. Principales étapes de mise en œuvre*. 1997, 8 p.

Certu, MATE - *Ruissellement urbain et POS. Approche et prise en compte des risques*. 1998. 100 p.

Certu - *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Éléments-clés pour leur mise en œuvre*. 1998. 155 p.

Certu - *Collectivités locales et assainissement. Nouveau cadre réglementaire*. 1998. 110 p.

Certu, MATE - *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain*. Guide technique. 2000. 123 p.

Certu - *Mémento pour la gestion des projets d'assainissement. Fascicule 3 : les eaux pluviales*. 2001. 51 p.

Certu, MEDD - *La ville et son assainissement. Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. 2003. CDROM.

Chaïb Jérôme - *Les eaux pluviales. Gestion intégrée*. Foncier Conseil et Sang de la terre. 176 p. 1997.

Chocat B - *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. INSA / GRAIE. 1997. 1124 p.

DESBORDES M. - *Principales causes d'aggravation des dommages d'inondations par ruissellement superficiel en milieu urbanisé*. Extrait de « Les dossiers des collectivités. Problèmes de l'eau, situation actuelle » sous la direction de Jean DEIT. Volume 2 sur 3. EGP Éditeurs. Cachan. Non-daté. p. 42-47.

Galéa G., Ramez Ph. - *Maîtrise du ruissellement et de l'érosion en vignoble de coteau. Guide à l'usage des aménageurs*. Cemagref / Étude n°10. 1995. 126 p.

Galley R., Fleury J. - *Rapport fait au nom de la commission d'enquête sur les causes des inondations répétitives ou exceptionnelles et sur les conséquences des intempéries afin d'établir les responsabilités, d'évaluer les coûts ainsi que la pertinence des outils de prévention, d'alerte et d'indemnisation*. Rapport de l'assemblée nationale n° 3386 du 14 novembre 2001. 205 p.



Guiron M. - *Ruissellement et risques majeurs - Phénomènes, exemples et gestion spatiale des crues*. LCPC. 1998. 315 p.

Jouanneau J.C., Racquet B. - *Risque hydrologique et effluents urbains en temps de pluie*. CETE Normandie Centre / LRPC de Blois. Fiche n° 1FEP41. 2002. 15 p. + annexes.

Le Bissonnais Yves, Thorette Jacques, Bardet Cécile, Daroussin Joël. - *L'érosion hydrique des sols en France*. IFEN, INRA. 2002. 106 p. Téléchargeable sur <http://www.ifen.fr/erosion/2002>.

Lefrou C., Martin X., Labarthe J.P., Varret J., Mazière B., Tordjeman R., Feunteun R. - *Les crues des 12, 13 et 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales et du Tarn*. Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Conseil Général des Ponts et Chaussées. 16 octobre 2000. 99 p. + annexes. Téléchargeable sur le site du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, à la rubrique Publications / Rapports de l'Inspection Générale de l'Environnement.

Martin M. - *Lutte contre l'érosion des sols viticoles en Saône-et-Loire*. Thèse avec la Direction Régionale de l'Environnement de Bourgogne et la Préfecture de Saône-et-Loire, 2000. pp.7 - 17 et 62 - 69.

Mathieu J. - *Catastrophes naturelles à répétition par orages. Mécanismes naturels, anthropiques et administratifs*. Rapport d'étude Certu. 2002. 70 p.

Merle J.P., Huet P., Martin X., Verrel J.L., Rat M., Boutin J.N., Bourget B., Varret J. - *Inondations et coulées boueuses en Seine-Maritime. Propositions pour un plan d'action*. Rapport de l'Inspection générale de l'Environnement. IGE/00/032 11 décembre 2001. 67 p.+ annexes.

Météo France, Ministère de l'Intérieur / Direction de la Défense et de la Sécurité civiles - *Synthèse des messages d'alerte météorologique 2000*. 2001. 56 p.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DE, DNP) - *Les zones humides. Un patrimoine à sauvegarder*. Plaque d'information. Septembre 2001.

Ministère de l'Environnement, IPGR, Eurydice 92 - *Ruissellement pluvial urbain. Guide de prévention - Évaluation du risque - Éléments de méthode*. Paris, La Documentation Française, 1994. 85 pages.

Ministère de l'Écologie et du développement durable - *Plans de Prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation (ruissellement péri-urbain). Note complémentaire*. Juin 2003.

Ponton, Estienne, Bosc, Deniel, Villevieille - *Après les inondations du midi de la France. Pouvaient-on les éviter ? Peut-on en réduire les conséquences ?* Extrait de « Les dossiers des collectivités. Problèmes de l'eau, situation actuelle » sous la direction de Jean Deit. Volume 2 sur 3. EGP Éditeurs. Cachan. Non-daté. p. 48-62.

Préfet coordonnateur de bassin RMC, Comité de bassin RMC - *Zones humides, zones utiles. 600 actions pour agir ensemble*. 2001. 364 p.

SETRA, CETE Méditerranée, CETE du Sud-Ouest : « *Ouvrages routiers et inondations : des idées pour mieux gérer les écoulements dans les petits bassins versants* », 1997.

STU, Agences de l'Eau, 1994 - *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*. Paris, Lavoisier TEC&DOC, 275 p.

