L'hydraulique douce

De nouvelles conceptions face aux inondations et à la pollution

Depuis quelques années, la maîtrise du ruissellement pluvial est enfin prise en compte dans l'aménagement du territoire. La multiplication des inondations – parfois catastrophiques – qui affectent la Haute-Normandie n'y est pas étrangère. On connaît mieux, en effet, le rôle négatif joué dans ce domaine par le développement anarchique de l'urbanisation et des infrastructures, conjointement à la déstructuration de l'espace rural. Malheureusement, les remèdes qui sont proposés – de gros ouvrages – ne sont le plus souvent que palliatifs. De nouvelles techniques, dites " alternatives " ou " intégrées ", regroupées sous l'appellation " hydraulique douce ", se sont développées dans des pays comme la Suisse ou l'Allemagne. Bien que certaines soient expérimentées depuis une vingtaine d'années en Haute-Normandie, elles restent pour nous à explorer. Elles représentent certainement la clé d'une urbanisation et d'un aménagement durables dans le cadre d'une véritable écologie du paysage.

L'hydraulique douce est expérimentées depuis une vingtaine d'années en Haute-Normandie (ici à Bois-Guillaume, près de Rouen).

Les limites d'une conception

Les concepts d'hygiène et de santé publique ont trouvé leur pleine application à partir des années 1960-1970 avec le développement des collectes d'ordures ménagères, l'installation des réseaux d'assainissement pour les eaux usées et les eaux pluviales, souvent associées en réseau unitaire. Traditionnellement une ressource précieuse, l'eau de pluie est devenue subitement un déchet qu'il fallait évacuer le plus loin et le plus rapidement possible. Cette conception a rapidement montré ses limites. Malgré un dimensionnement croissant des réseaux, les volumes d'eau en augmentation constante – en relation avec le développement des surfaces ruisselantes, tant agricoles qu'urbaines – provoquent une surcharge des collecteurs, voire des dysfonctionnements dans les stations d'épuration.

Ces eaux de ruissellement se concentrent plus vite qu'auparavant, ce qui conduit à l'augmentation de leur débit à l'exutoire, au point de générer parfois des " vagues d'une hauteur jamais vue ". Ajoutons à cela des phénomènes de pollution aggravés par la turbidité directement liée à une capacité érosive proportionnelles aux débits d'eau de ruissellement.

Principes fondamentaux

Les solutions alternatives constituent une véritable rupture avec les techniques antérieures : dans une approche préventive, elles visent à collecter les eaux pluviales là où elles tombent, avant même qu'elles ne ruissellent, pour ensuite favoriser leur infiltration lente sans préjudice pour le milieu récepteur.

Elles reposent sur l'application de trois principes fondamentaux :

1. **Diminuer la production d'eaux de ruissellement,** en mettant en œuvre toutes les techniques qui permettent de réduire les surfaces imperméabilisées, de conférer à celles-ci une capacité d'infiltration, ou d'y intégrer des zones d'infiltration.
2. **Ralentir les écoulements résiduels** par l'allongement du cheminement de l'eau, notamment sur les pentes, l'intercalation d'ouvrages retardateurs sur son trajet, l'utilisation de " chemins d'eau " offrant une certaines rugosité et permettant l'infiltration d'un volume supplémentaire d'eau de ruissellement.
3. **Réduire la charge polluante des écoulements :** le ralentissement des écoulements évite que l'eau ne se charge en matières polluantes sur son parcours, mais permet aussi une décantation des particules en suspension et une absorption des polluants par la végétation. Plusieurs campagnes de mesures effectuées par l'AREHN en 1999, sur des ouvrages conçus dans cet esprit, ont montré un abattement significatif de la pollution particulaire, chimique et bactériologique d'eaux de ruissellement entre la source et l'exutoire des écoulements.

Etablir des solidarités

La mise en œuvre de ces principes repose à l'évidence sur l'établissement d'une solidarité entre les communes situées à l'amont dans un même bassin versant et celles qui sont à l'aval, celles des plateaux et celles les vallées, et, à l'intérieur d'une même commune, entre zones en promontoire et zones en contrebas.

Elle ne peut également ignorer les inévitables interconnexions existant entre le domaine privé et le domaine public.

Sur le domaine privé (maison individuelle, immeuble, entre-

Département de l'Eure · Seine-Maritime Le Département · Région Haute Normandie · Avec le soutien de la Région

prise, commerce…), chacun peut mettre en œuvre la collecte de ses eaux de toitures, de parking, etc. Dans le cas d'un habitat individuel, il est même relativement facile de stocker l'eau recueillie et de l'utiliser pour l'arrosage du jardin ou le lavage de la voiture. On peut également diriger les eaux de toiture vers une pelouse ou une petite mare. Dans ce cas, la propriété est globalement déconnectée du réseau d'assainissement. Cette solution est à encourager.

Sur le domaine public – bâtiments publics, voirie, parkings, etc. –, il appartient aux collectivités de faire appel aux moyens appropriés : revêtements poreux, bassins filtrants, chaussées drainantes et autres aménagements d'hydraulique douce (cf. Connaître pour agir n° 14).

Enfin, au niveau du bassin versant, une politique générale doit venir compléter les dispositifs évoqués ci-dessus, en visant principalement à recréer un paysage fonctionnel sur les espaces à vocation agricole ou sylvicole.

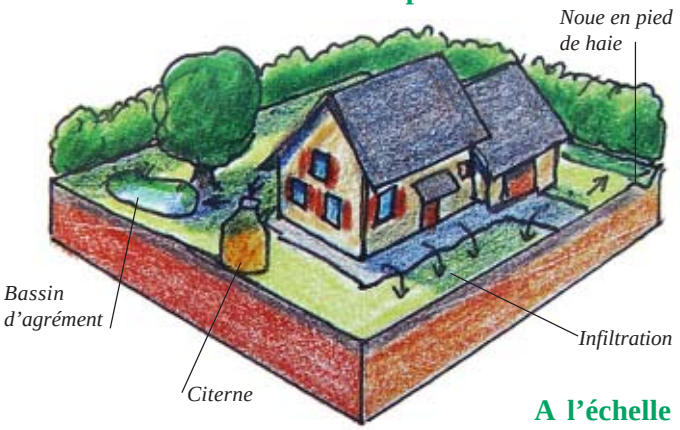
Un accompagnement législatif

La prévention du ruissellement doit être accompagnée d'une évolution des textes législatifs.

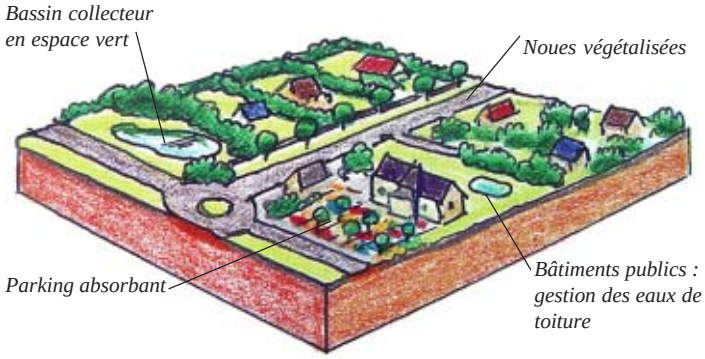
- Chacun devrait désormais être tenu pour responsable du devenir des eaux de ruissellement qu'il génère et être incité à les maîtriser plutôt que de s'en remettre au principe de leur libre circulation sur les fonds inférieurs. Les alinéas concernant la responsabilité quant à la circulation des eaux – incluant, sans plus de précisions, les ruissellements provoqués par les activités humaines qui n'ont, en conséquence, plus rien de " naturel " – devraient être révisés.
- Les éléments du paysage reconnus pour leur rôle dans la prévention des ruissellement (haies, fossés, mares, bosquets, etc.) ne devraient plus pouvoir être supprimés sans qu'une " étude d'impact " ne soit instruite pour mesurer les conséquences de cette éventuelle suppression.
- Les maîtres d'ouvrage – constructeurs de lotissements, aménageurs de grandes surfaces, d'aires de stationnement, de zones d'activités ou de plates-formes industrielles, etc. – devraient être soumis à des cahiers des charges plus contraignants en matière de gestion des eaux pluviales, les obligeant à étudier, par exemple, la mise en œuvre de surfaces absorbantes. On constate trop souvent que de tels projets, décrits sur les documents donnant lieu à autorisation, ne sont jamais réalisés, faute d'un contrôle suffisant.

Des actions complémentaires

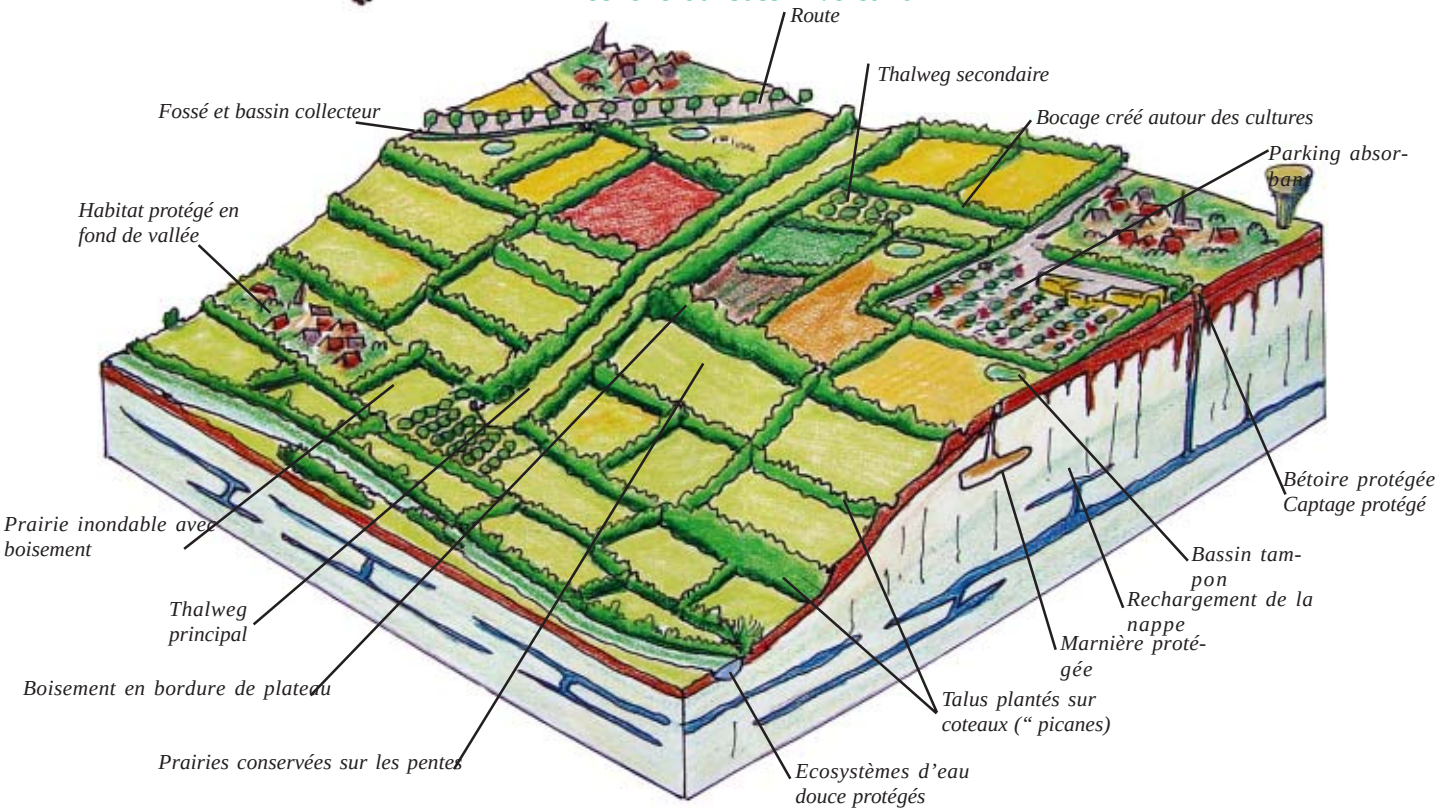
A l'échelle de la parcelle



A l'échelle du quartier



A l'échelle du bassin versant

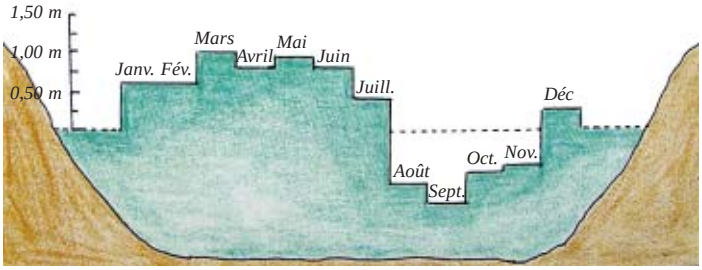


Quel devenir pour les eaux collectées ?

Les techniques alternatives tendent à supprimer le “ débit de fuite ” à l’exutoire final, autrement dit à réduire à néant les volumes d’eau sortant du système. Pour ce faire, elles s’appuient sur les phénomènes d’évaporation, d’évapotranspiration (évaporation directe et transpiration par les plantes) et d’infiltration, ainsi que sur la valorisation des eaux collectées.
Elles nécessitent donc des surfaces importantes, qui peuvent être, la plupart du temps, valorisées en espaces verts. Pour cette raison, la conception des espaces dédiés aux techniques alternatives doit aller de pair avec le développement des projets urbanistiques. Les plans de masse qui déterminent un parcellaire à partir du “ fil d’eau ” – le trajet naturel des eaux de ruissellement – aboutissent généralement aux projets les plus originaux et les plus réussis.

Courbe de marnage d’un bassin

Exemple d’un bassin de 1 700 m2 dans un lotissement de 20 maisons sur 20 000 m2, en l’absence de tout autre dispositif. Précipitations annuelles : 690 m2.



Calculs et optimisation

Le dimensionnement des ouvrages est calculé en fonction de différents paramètres :

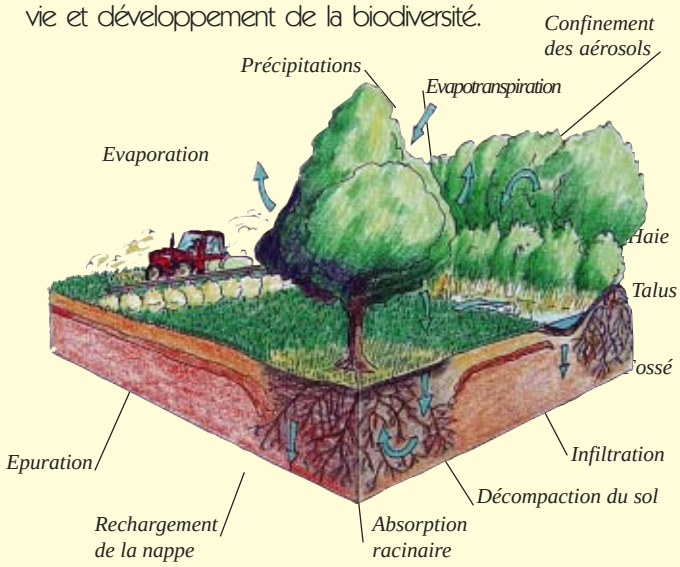
- Le degré d’imperméabilisation des différentes surfaces : 90 % pour une toiture ou une surface bitumée, 20 % pour un sol engazonné.
- La capacité d’infiltration des sols (mesurée par des essais de type Lefranc).
- La courbe annuelle de marnage en fonction des événements pluvieux courants et de l’occurrence (fréquence annuelle et apparition saisonnière) des précipitations exceptionnelles et des pertes par évaporation (baisse de 1 cm, en moyenne, par jour sans pluie).

Un parcellaire déterminé à partir du “ fil d’eau ”.

Le rôle de la végétation

Dans les techniques alternatives, la végétation occupe une place fondamentale. Ses rôles sont multiples :

Stabilisation des ouvrages (digues, profils et redents des fossés, berges des bassins).
Epuration des eaux (décantation, adsorption foliaire, absorption des ions et des métaux lourds, dégradations des chaînes hydrocarbonées, sécrétion bactéricide).
Protection contre l’érosion des surfaces où circulent les eaux de ruissellement.
Captation des précipitations, avec restitution différée de l’eau de pluie lors de l’égouttement des feuilles ; amélioration de l’évaporation directe.
Amélioration de l’infiltration et épuration : les racines des arbres fissurent et décompactent le sol, participent à la fissuration du substrat, et elles participent à l’épuration de l’eau.
Evapotranspiration : rejet dans l’atmosphère de l’eau absorbée par les racines et transpirée par les feuilles. Les conifères et autres plantes à feuillage persistant ont une évapotranspiration faible, mais tout au long de l’année, alors que les essences à feuilles caduques n’ont qu’une action saisonnière.
Développement d’une couche de terre riche en humus favorable à la filtration de l’eau et à la vie du sol, notamment les lombrics, responsables de l’entretien de la porosité naturelle.
Intégration des ouvrages, amélioration du cadre de vie et développement de la biodiversité.



Le fonctionnement de tels ouvrages peut être optimisé par la plantation de végétaux adaptés, favorisant l’infiltration et évapotranspiration, ou l’utilisation de l’eau pour des emplois qui n’exigent pas la potabilité (lavage, arrosage, etc. ; cf. Connaître pour agir n° 10). Dans ce dernier cas, l’eau est rejetée ensuite dans le réseau d’eaux usées.Pour des raisons de sécurité, les maîtres d’ouvrage apprécient que soit prévue une possibilité de “ surverse ” à l’exutoire final, pour le cas où le système arriverait à saturation.

L'exutoire final

A l'exutoire final, l'idéal est de n'avoir à maîtriser que de faibles débits d'une eau de qualité compatible avec la protection du milieu récepteur. Les eaux pluviales peuvent être préservées d'une contamination importante, éventuellement par la pose de séparateurs d'hydrocarbures ou autres équipements. D'autre part, la végétation – partie intégrante des aménagements – possède d'importantes facultés d'épuration, ce qui fait que le " débit de fuite " n'est en général pas polluant. En cas de déversement accidentel de matières dangereuses, l'exutoire final doit pouvoir être obstrué hermétiquement.
Plutôt que d'avoir un seul exutoire final, il faut rechercher un épandage diffus dans un espace végétalisé. Une prairie, un bosquet – ou, mieux, le mélange des deux – offre la meilleure capacité d'infiltration, de filtration et de résistance à l'érosion. Il faut, en outre, veiller à ce que le milieu récepteur soit dépourvu de bétoires* et qu'il ne soit ni trop fissuré, ni trop poreux.
En l'absence d'autre milieu récepteur, les exutoires possibles se limitent aux cours d'eau ou au milieu souterrain, et par conséquent à la nappe de la craie.

** Conduits naturels karstiques mettant en communication la surface du sol et le sous-sol, notamment la nappe de la craie.*

Les enjeux économiques des techniques alternatives

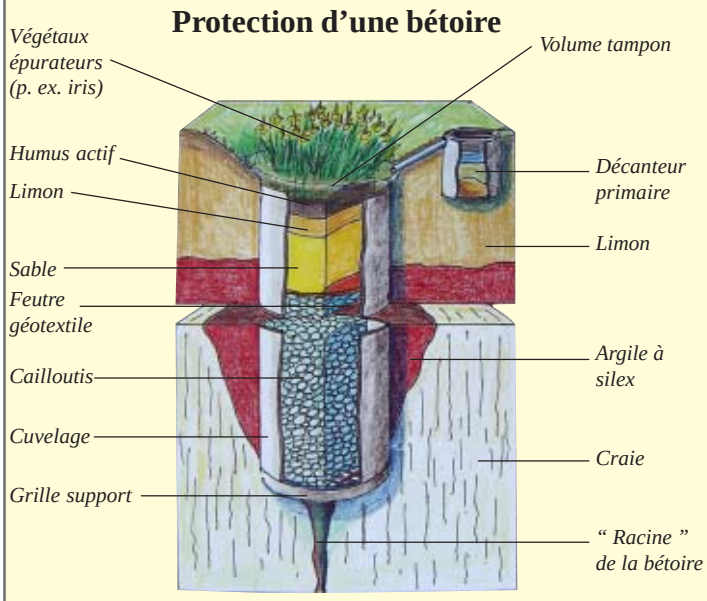
Les espaces dédiés à la mise en œuvre des techniques alternatives d'assainissement pluvial ne sont pas des surfaces " perdues " en termes économiques. Ces techniques permettent :

- Une économie directe sur l'investissement par rapport aux techniques classiques (de quelques centaines de milliers à plusieurs millions de francs selon la taille des opérations).
- Une valorisation paysagère de l'espace qui augmente son attractivité.
- Une valorisation sylvicole des prairies inondables (ou prairies d'infiltration) – qu'il faut éviter de laisser se transformer en friches – par la plantation d'essences à haute valeur ajoutée supportant l'inondation temporaire.

Mieux, elles n'entraînent pas de coûts d'entretien démesurés. Pour des aménagements ordinaires, l'entretien se limite à une intervention de quelques jours par an. Dans le cadre d'une réalisation à haute valeur paysagère, il est équivalent à ceux d'espaces verts conventionnels.

De la bétoire au puits de filtration complexe

Protection d'une bétoire



Variante dans craie poreuse

Variante avec chambres crépinées dans craie compacte

La transformation de l'espace – et en particulier l'évolution des pratiques agricoles – entraîne une augmentation des ruissellements et, par voie de conséquence, une diminution du rechargement de la nappe de la craie par infiltration lente. Les ruissellements contribuent à l'ouverture de nombreux conduits karstiques (bétoires) et y trouvent, par la suite, des exutoires naturels, sans épuration préalable.
Cette multiplication de voies d'engouffrement rapide pose de graves problèmes et remet en question l'utilisation d'exutoires souterrains. Mais par quoi remplacer la bétoire sommairement protégée ou le puits d'infiltration rapidement réalisé mais rapidement défaillant ? Le puits de filtration, déjà expérimenté dans d'autres contextes, pourrait offrir le meilleur compromis entre rapidité d'infiltration et capacité d'épuration. Il consiste en une colonne comprenant des matériaux grossiers et fins, et une couche d'humus actif végétalisée. En l'absence de bétoire, ce puits peut déboucher sur une chambre souterraine permettant un stockage transitoire avant infiltration lente dans une craie faiblement fissurée. Le puits de filtration constitue une alternative inédite aux puits dits " filtrants " actuels, souvent peu efficaces.
Grâce à cette technique, les bétoires pourront sans risque servir d'exutoire final. Seules exceptions : les bétoires obstruées par un bouchon d'argile. L'arrivée d'eau provoquera inévitablement la lixiviation de l'argile, l'effondrement de la bétoire ainsi que la contamination turbide des circulations d'eau souterraines et, éventuellement, des captages associés. Ceci implique que tous les ruissellements dirigés vers des bétoires en phase d'ouverture doivent faire l'objet d'un confinement en amont, sans possibilité de surverse.

" Connaître pour agir " est une publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, Cloître des Pénitents, 8, allée Daniel-Lavallée, 76000 Rouen. http://www.arehn.asso.fr
Texte et dessins : J. Chaïb / AREHN
Photos : J. Chaïb et J.-P. Thorez / AREHN
Dépôt légal AVRIL 2003
© AREHN, 2003. Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation de l'éditeur.