

Domaine d'action	Fiche	Actions
Développer ou préserver le COUVERT VEGETAL	CV1-3	Préservations des haies
		Boisement de secteurs cultivés critiques
		Préservation des boisements
Adapter les PRATIQUES AGRICOLES	PA1-5	Réalisation des <b>labours et plantations pérennes parallèlement aux courbes de niveau</b> , encouragement par diminution de la dimension des parcelles dans le sens de la pente,
		Entretien de la surface du sol de manière à <b>empêcher la formation d'une croûte de battance</b> , à accroître la rugosité et à favoriser l'infiltration
		<b>Aération du sol</b> entre les périodes de développement végétal
		<b>Maintien d'une couverture herbacée complète, en bandes parallèles ou périodique</b> dans les cultures pérennes
		<b>Maintien en place des chaumes</b> après la moisson (non déchaumage)
	PA6-7	<b>Enherbement des chemins d'accès et des fossés</b> de drainage
		<b>Limitation du débit de fuite des fossés</b> de drainage
	PA8-14	Mise en place d' <b>alternance de cultures entre parcelles juxtaposées</b> de sorte à avoir à un instant donné des états de surface divers
		Mise en place d' <b>ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement</b> : talus, diguettes, mise en remblais de chemins d'accès transversaux à la pente, fossés enherbés à débit d'exhaure limité, banquettes d'absorption-diffusion...
		<b>Mise en friche de parcelles situées en dépression topographique</b> avec abandon du drainage et aménagement en aire de rétention
		<b>Suppression du labour</b> pour certaines cultures
		<b>Mise en place de cultures intermédiaires</b> pendant l'interculture (type CIPAN)
		Préparation du lit de semence pour <b>conserver un maximum de rugosité</b> à la surface du sol
		<b>Diversification des cultures</b> le long d'un même versant
Améliorer les PRATIQUES SYLVICOLES	PS1-3	<b>Implantation judicieuse des chemins d'exploitation</b>
		<b>Favoriser la diversité des strates</b> et notamment les sous-bois
		<b>Exploitation sans coupe à blanc</b>
RESTAURER LES LITS des cours d'eau	RL1-3	<b>Restauration et entretien des lits mineurs</b>
		<b>Développement des ripisylves</b>
		<b>Suppression ou gestion des ouvrages hydrauliques posant problème</b>
Développer et préserver les ZONES TAMPON	ZT1-3	Préservation des <b>zones humides</b>
		Mobilisation des <b>aires naturelles de rétention</b> en zone non bâtie des lits majeurs
		Utilisation des <b>infrastructures linéaires pour la rétention</b>
Aménager les ZONES URBANISEES	ZU1-5	<b>Infiltration pluviale à la parcelle</b> : dispositif de récupération et d'infiltration
		<b>Infiltration pluviale à la parcelle</b> : chaussées réservoirs
		<b>Infiltration pluviale à la parcelle</b> : débit de pointe maximal en sortie de parcelle
		<b>Assainissement pluvial alternatif</b> (noues)
		<b>Favoriser la végétalisation</b>
	ZU6-8	<b>Limiter l'imperméabilisation</b> des sols
		<b>Limiter l'emprise des constructions</b> dans les principales zones à risque
		<b>Limiter les aires de stationnement imperméables</b>
	ZU9-11	<b>Orienter le bâti dans le sens du courant principal</b>
		<b>Limiter les obstacles à l'écoulement pluvial</b>
ZU12	<b>Réaliser des bassins de rétention</b>	



## CV1-3

### COUVERT VEGETAL Développer ou préserver le couvert végétal

**CV1** – Préservation des haies  
**CV2** – Boisement ou remise en herbe de secteurs cultivés critiques  
**CV3** – Préservation des boisements

#### Buts

Utiliser le couvert végétal comme outil naturel d'absorption et de rétention.

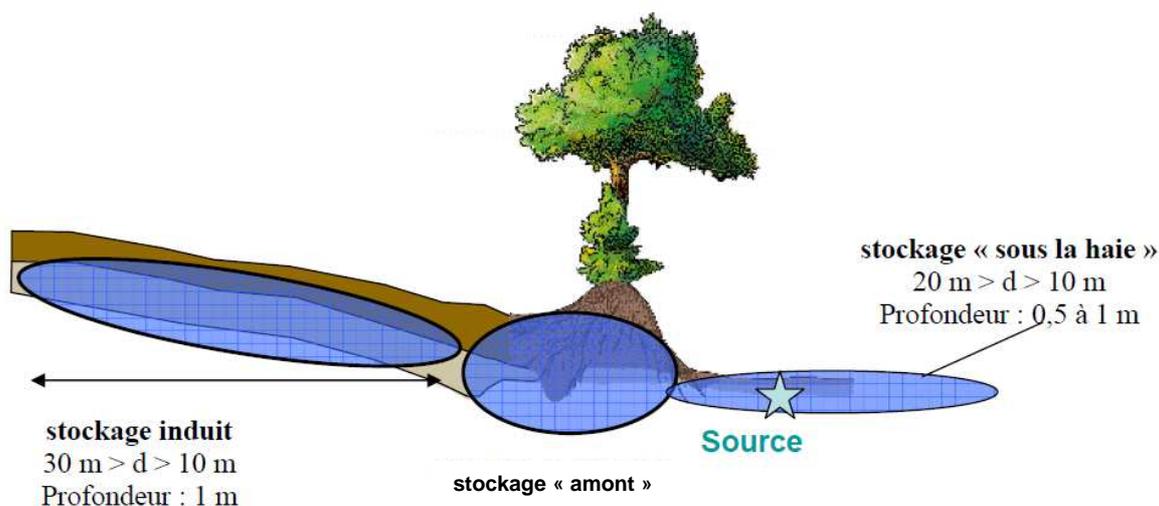
#### Généralités

La présence d'un couvert végétal permet l'absorption et la rétention de l'eau, notamment dans les zones en amont des zones inondables. Il s'agit principalement des zones boisées et des haies dont les bénéfices sont multiples lorsque l'implantation est judicieuse : rétention de l'eau à l'échelle d'un bassin versant, effet tampon le long des cours d'eau vis à vis des produits phytosanitaires et des fertilisants, conservation de la biodiversité (faune et flore)... Ces milieux sont souvent en compétition avec d'autres formes d'occupation du sol : l'urbanisation et l'agriculture. Aussi, dans la perspective de lutte contre les phénomènes de ruissellement, il est impératif de les préserver au moyen de différents outils réglementaires ou contractuels.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### CV1 – Préservation des haies

Les haies jouent un rôle primordial dans la limitation du phénomène de ruissellement. Les haies implantées perpendiculairement au sens de la pente jouent un rôle de rétention de l'eau à l'échelle de bassin versant. Une haie sur talus fonctionne comme une éponge : elle garde l'eau et la libère peu à peu. Cette capacité de stockage se situe essentiellement sur 40 cm de profondeur sur 40 m en amont du talus et sur 1 m de profondeur au sein du talus.

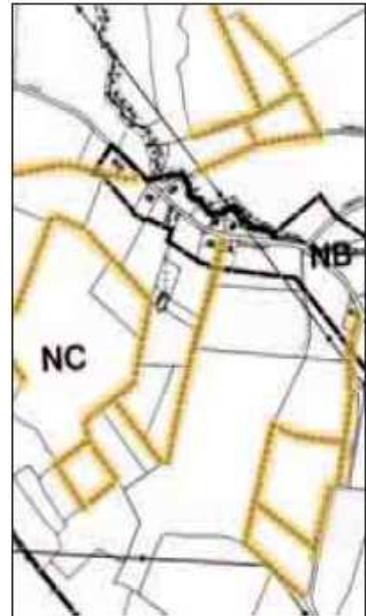


Source : SOLAGRO

Plusieurs outils réglementaires permettent d'instaurer une protection des haies :

- Le **Plan Local d'Urbanisme**, par l'intermédiaire des Espaces Boisés Classés. Il est possible de classer les haies au sein du PLU au titre de l'article L.130-1 relatif aux espaces boisés. Une fois les haies classées, tout changement d'affectation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création même des boisements est interdit. Toute demande de coupe et abattage d'arbres compris dans les espaces boisés classés sera soumise à déclaration préalable du Préfet ou du maire. Un inventaire des haies doit préalablement être fait lors de la phase diagnostic du PLU (état initial de l'environnement).
- Les **directives de mise en valeur et de protection du paysage** (communément appelées directives paysagères). C'est une protection sélective qui peut s'appliquer à certaines structures paysagères et particulièrement aux haies. Le périmètre d'une directive paysagère est très variable dans la mesure où cette protection peut s'appliquer sur tout ou partie du territoire d'une ou de plusieurs communes. Ce périmètre est établi en fonction des caractéristiques de l'entité paysagère. Il correspond à une réalité physique ou visuelle et non à une limite administrative.

- Le classement par **arrêté du Président du Conseil Général** (code rural et de la pêche maritime, L.121-19 et suivants, et R. 126-37) des boisements linéaires, des haies, des plantations d'alignements. En termes de protection, sera soumis à l'autorisation préalable du préfet, tout travail ou utilisation du sol qui aurait pour effet d'entraîner la destruction des éléments concernés, donc les haies et les boisements linéaires qui sont identifiés par un plan annexé à l'arrêté ainsi qu'au cadastre. Le classement par arrêté peut intervenir dans le cadre d'une procédure de remembrement. Le classement par arrêté exige certaines conditions : les haies doivent répondre à certaines caractéristiques de structures, de composition, de superficie minimum, ...
- Dans le cadre des nouvelles **règles de la conditionnalité** (PAC), chaque exploitation devra avoir en 2010 au minimum 1%, en 2011 3% et en 2012 5% de sa SAU en « particularités topographiques », dont les haies font partie.
- Il existe, par ailleurs, de **nombreuses mesures de protection liées aux espèces** qui composent la haie (arrêté de protection du biotope, ...), indépendamment de son rôle de limitation du phénomène de ruissellement.



**Un inventaire de haies dans un POS**

**L'entretien des haies** doit tenir compte de l'enjeu de préserver leurs différentes fonctions écologiques, hydrologiques, paysagères. Il convient ainsi d'éviter toute coupe à blanc ou brûlis, de se limiter à des coupes ou élagages sélectifs des individus âgés ou déstabilisés, ou pour limiter l'élargissement spontané de l'emprise. Des arbres morts sont aussi à conserver s'ils ne représentent pas une menace ; ils constituent en effet un habitat pour de nombreuses espèces animales et végétales.

#### Avantages

- De nombreux outils permettent de protéger les haies
- Rôles multiples des haies : rôle hydrologique, agronomique, paysager, faunistique

### **CV2 – Boisement ou remise en herbe des secteurs cultivés critiques (pour le ruissellement et l'érosion)**

Il s'agit de réduire le ruissellement en milieu naturel par accroissement de la couverture végétale sur un versant ou un bassin versant. Ceci peut être mis en application dans une charte d'environnement, un P.P.R. ou un P.L.U. (exemple : boisement de secteurs cultivés).

Cette mesure permet d'une part de ralentir les flux et de favoriser leur infiltration, d'autre part de lutter contre l'érosion des sols, les glissements de terrains et l'apport de matériaux grossiers aux cours d'eau (pouvant encombrer le lit et affecter des ouvrages de franchissement notamment). Cette mesure est également intéressante du point de vue écologique par la diversification des habitats qu'elle permet et la filtration des flux de polluants éventuellement ruisselés. Cette mesure doit être privilégiée sur les parties amont des bassins versants, très productrices de transports solides.

La méthode s'avère efficace pour des épisodes pluvieux faibles à moyens. Sa mise en œuvre peut néanmoins être difficile, car il y a concurrence entre les cultures et le boisement.

Dans le cas du boisement de secteurs cultivés, un système de compensation/incitation peut être envisagé auprès des agriculteurs.

#### Avantages

- Rôle hydrologique et écologique

### **CV3 – Préservation des boisements**

De même que les haies dans les zones cultivées, les boisements peuvent faire l'objet de protections réglementaires, notamment dans les Plan Locaux d'Urbanisme, en étant zonés en N et Espaces Boisés Classés.

Le classement en « espace boisé classé » reste l'outil le plus efficace, car il nécessite une révision ou élaboration du plan, ce qui assure une bonne conservation de ces milieux.

#### Avantages

- Rôle hydrologique et écologique
- Outil réglementaire pérenne

## PA1-5

### PRATIQUES AGRICOLES

#### Travail du sol

- PA1** – Le sens du travail du sol  
**PA2** – Empêcher la formation d'une croûte de battance  
**PA3** – Aération du sol  
**PA4** – Maintien d'une couverture herbacée  
**PA5** – Maintien en place des chaumes et paillage

#### Buts

Limiter la mise à nu des sols.  
 Favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols en culture.

#### Généralités

Il s'agit de se réorienter ou de s'orienter vers des techniques culturales qui limitent le ruissellement pluvial et l'érosion des sols, et favorisent le ralentissement des écoulements superficiels et l'infiltration dans le sol à l'échelle d'un versant ou d'un bassin versant. Plusieurs des actions proposées seront plus facilement mises en application si elles sont intégrées en amont d'une démarche d'aménagement foncier (remembrement).

Les pratiques culturales permettant de réduire le ruissellement peuvent se décliner en deux objectifs principaux :

- diminuer l'impact des gouttes de pluie sur le sol,
- augmenter la capacité d'infiltration et de stockage à la surface du sol.

Les différentes façons culturales induisent des états de surface qui conditionnent la rugosité du sol, son système de porosité et l'état de tassement. Le travail du sol intervient donc à la fois sur le stockage de l'eau en surface et le régime d'infiltration.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### PA1 – Le sens du travail du sol

Un travail en travers de la pente peut, dans une certaine mesure :

- ralentir l'écoulement en diminuant la pente de son lit ;
- retarder l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la plus grande pente.

Un travail perpendiculairement à la pente principale (parallèlement aux courbes de niveau) est généralement préférable pour limiter le ruissellement. Cependant, cette technique dépend de l'importance de la pente, et du modelé naturel du terrain (une même parcelle peut présenter plusieurs pentes).

Des lignes de travail perpendiculairement à la pente permettent de créer des sillons qui forment des « réservoirs », plus ou moins efficaces en fonction de la pente, du sol, de la pluie considérée.

Sur les pentes les plus faibles (inférieures à 3 à 5 %) le travail perpendiculaire à la pente permet de freiner efficacement les ruissellements : c'est à prendre en compte en amont d'une bordure de plateau, dans une zone de genèse du ruissellement, par exemple. Sur pente forte, il peut se poser des problèmes de réglage des outils et de stabilité des engins agricoles. Sur les pentes intermédiaires, l'efficacité du travail du sol perpendiculaire à la pente doit être appréciée en fonction des risques de rupture du « réservoir » créé par les lignes de travail.

Ce type de mesure peut être grandement facilité par une bonne orientation de la forme des parcelles. Dans certains cas (grandes parcelles longilignes allongée d'amont en aval en particulier), elle peut s'avérer très contraignante. Il sera alors nécessaire de profiter des opérations de restructuration foncière ou de réaliser des accords entre exploitants pour permettre ce type de pratique.



***Labour et sillons selon les courbes de niveau***

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficace sur les pentes intermédiaires</li> <li>- N'engendre pas de coût supplémentaire, mais seulement une réflexion en amont du travail du sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite la prise de conscience des agriculteurs du risque de ruissellement</li> <li>- Inefficace seule sur les fortes pentes (&gt; 10 %), où cette mesure doit être combinée à une culture en terrasses ou en bandes</li> </ul>

### **PA2 – Empêcher la formation d'une croûte de battance**

Empêcher la formation d'une croûte de battance permet de conserver un maximum de rugosité à la surface du sol, afin de retarder l'apparition du phénomène de ruissellement.

Plusieurs pratiques culturales appropriées permettent de limiter la formation de cette croûte de battance :

- le **binage**. Cette opération a pour principal objectif de lutter contre les adventices. Elle permet de briser la croûte de battance et de restituer ainsi une certaine capacité d'infiltration au sol. Du point de vue de l'érosion, l'effet du binage peut être bénéfique si la dégradation de surface est importante et si les risques d'averses violentes sont faibles ; dans le cadre de la problématique étudiée, cette pratique semble peu adaptée.
- le **décompactage ou sous-solage**. Le passage répété des engins sur une même parcelle provoque le tassement des sols en profondeur et la formation d'une semelle de labour. Le tassement se traduit très vite par une augmentation du ruissellement en surface. Pour lutter contre ce processus, on peut utiliser une sous-soleuse. Le passage d'une dent à 60 cm de profondeur permet en effet de faire éclater l'horizon compacté créant ainsi une zone de fissuration et d'infiltration. L'apparition du ruissellement est retardée, le temps de ressuyage du sol diminue. Cependant, la technique du sous-solage n'est pas adaptée à tous les types de sol, notamment limono-sableux ; les sols argileux sont les plus adaptés à cette pratique.



**Un décompacteur et l'ameublissement du sol constaté**



**Une sous-soleuse et l'ameublissement du sol constaté**

Avantages	Recommandations, informations
Le sous-solage et le décompactage améliorent la croissance des racines, l'infiltration de l'eau et des éléments nutritifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Non efficace sur certains types de sols</li> <li>- Dépense d'énergie importante, à mettre en regard des bénéfices attendus</li> <li>- Le sol ne doit pas être trop humide au moment de l'opération</li> </ul>

### **PA3 – Aération du sol**

#### ***Aération du sol par binage***

L'aération du sol par binage entre les périodes de développement végétal permet de lutter efficacement contre le phénomène de ruissellement.

En modifiant l'état du sol en surface et en diminuant la quantité de matière active utilisée par hectare, le désherbage mixte, ou désherbinage (traitement localisé sur le rang + binage) réduit de façon très importante le ruissellement et l'érosion. L'emploi des produits phytosanitaires est réduit par son utilisation sur le rang uniquement (division par 3).

Le ruissellement se produit surtout à l'occasion de fortes averses, dans les parcelles en pente et sur les terres battantes et croûtées en surface. Par ailleurs, le ruissellement profite facilement des traces de roues laissées par le semis.

Le binage de l'inter-rang va détruire les mauvaises herbes dans cette zone, mais il va aussi briser la croûte de battance et créer une porosité importante et une rugosité, facilitant la pénétration de l'eau lors des prochaines pluies, plutôt que son écoulement en surface.



**Le binage corrige l'imperméabilisation du sol (binage à droite)**

Avantages	Recommandations, informations
<p>Diminue le ruissellement, élimine les mauvaises herbes, et réduit le transfert des produits phytosanitaires dans la nappe</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficace surtout sur les parcelles à pente moyenne (risque d'érosion dans les fortes pentes)</li> <li>- Nécessite du matériel spécifique (engin combiné)</li> <li>- Conduite des engins parfois délicate</li> <li>- Difficile en sols caillouteux</li> <li>- Temps de travail estimé à 2 heures par hectare en moyenne</li> </ul>

### **Amélioration de l'aération du sol en protégeant les lombrics**

L'emploi des produits phytosanitaires réduit la faune du sol dans son ensemble, y compris la population des lombrics. Or, les lombrics assurent généralement, par leurs galeries, le renouvellement de la macro-perméabilité du sol.

En effet les lombrics sont de précieux et bénévoles auxiliaires de l'agriculteur : infatigables laboureurs, ils ameublissent et aèrent le sol. Les débris organiques ou le compost végétal qu'ils ingèrent avec la terre se lient avec l'argile qu'elle contient, et s'enrobent d'un mucus bactérien dans leur tube digestif. Leurs déjections constituent non seulement une structure stable et poreuse mais aussi très fertile. Efficaces fertilisateurs, ces vers rejettent des turricules qui contiennent 5 à 10 fois plus de sels nutritifs, d'azote, de phosphore et de potassium directement accessibles aux racines des plantes que la terre environnante. Mais les galeries des lombrics permettent également d'évacuer rapidement l'eau en excès : jusqu'à 160 litres par m<sup>2</sup> et par heure.

Les techniques culturales simplifiées (ou TCS) sont un exemple probant de pratiques permettant de préserver la faune et la flore du sol et d'améliorer les fonctionnalités liées à leur développement, sous réserve que les produits phytosanitaires soient utilisés le moins possible.

#### **Influence des pratiques culturales**

L'après-midi, les participants ont pu participer à une partie de pêche de vers de terre dans un essai mené sur une parcelle à Hochfelden avec trois modalités : semis direct, techniques culturales simplifiées (TCS), labour et cela depuis 10 ans. La technique d'extraction des vers de terre qui a été mise en œuvre consiste à verser sur 1 m<sup>2</sup> de sol, à 1/4 d'heure d'intervalle trois arrosoirs

d'une solution diluée de formol. Les lombrics n'apprécient que peu ce traitement et remontent à la surface. En semis direct, approximativement 200 vers de terre ont été ramassés, contre 50 en labour. Ces résultats confirment ceux qui avaient été obtenus la veille sur la même parcelle avec la même technique : 137 lombrics en semis direct, 110 en TCS et 33 en labour.

**(Source : L'EST AGRICOLE ET VITICOLE N° 43 . VENDREDI 24 OCTOBRE 2008 . PAGE 25)**

### **PA4 – Maintien d'une couverture herbacée**

Le maintien d'une couverture herbacée complète dans les cultures pérennes permet une couverture du sol pendant toute l'année. Cette couverture herbacée du sol limite particulièrement le ruissellement l'hiver, quand les cultures pérennes ont perdu leurs feuilles.

Afin de conserver cette couverture herbacée, il peut être suggéré l'utilisation de défoliants (et non de désherbants) afin de préserver la porosité et la perméabilité du sol.

### **PA5 – Maintien en place des chaumes**

Le maintien des chaumes (et le paillage, pour les cultures à inter rang nu) permet de lutter efficacement contre l'impact des gouttes de pluie. Ils constituent un rideau protecteur et créent une rugosité de surface qui divise et ralentit la lame d'eau de ruissellement, les pertes en terre sont ainsi considérablement réduites.

Le paillage peut être naturel ou artificiel (pailles de blé broyées), sous réserve de disponibilité de cette ressource sur l'exploitation. Il peut aussi être mis en oeuvre par la technique du non déchaumage. Pendant l'interculture, il peut s'écouler une longue période durant laquelle le sol reste parfois sans protection (par exemple entre une culture de blé récoltée en août et une culture de maïs semée en avril-mai). Le non déchaumage consiste alors à laisser le chantier de récolte en l'état et reporter le labour au printemps. Il permet de maintenir un effet de "mulch" (couverture végétale morte) qui diminue fortement l'impact des précipitations, le sol n'étant pas travaillé. Pour les récoltes de fin de printemps il permet entre autre de garder l'humidité du sol pour la restituer en été. Il est principalement recommandé dans les zones de concentration où tout ameublissement du sol est à proscrire et dans les zones de fortes pentes et de ruptures de pentes.

Le tableau ci-dessous illustre l'effet du paillage sur le ruissellement et la perte de terres.

	Quantité de résidus (T/ha)	
	0	2,5
Ruissellement (mm)	84	51
Vitesse (m/s*1000)	2,2	0,6
Concentration en sédiments	38	7
Pertes en terre (t/ha)	33	4

La couverture du sol pendant les inter-cultures longs est un moyen très efficace pour lutter contre le ruissellement.

Dans les zones vulnérables de la Directive Nitrates, le maintien d'un sol couvert pendant l'interculture sera obligatoire d'ici 2012 (aucune commune sur le territoire du SCoT n'est cependant concernée).

Avantages	Recommandations, informations
Permet de réduire les pertes de terre par ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le contrôle de repousses et des adventices nécessite une attention particulière</li> <li>- L'absence d'enfouissement superficiel peut ralentir la décomposition des pailles</li> </ul>



**PA6-7**  
**PRATIQUES AGRICOLES**  
**Aménagement des fossés et chemins**

**PA6** – Enherbement des chemins d'accès et fossés de drainage

**PA7** – Limitation du débit de fuite des fossés de drainage

**Buts**

Limiter la mise à nu des sols.  
 Favoriser l'infiltration de l'eau dans les zones rurales.

**Généralités**

Les fossés de drainage, s'ils permettent d'améliorer les pratiques culturales dans les parcelles agricoles, peuvent à l'inverse augmenter le ruissellement à l'exutoire.

Plusieurs techniques permettent de limiter ce phénomène de ruissellement en limitant le débit de pointe à la sortie des fossés de drainage.

**Principe(s) / Technique(s) d'intervention**

**PA6 – Enherbement des chemins d'accès et fossés**

Dans la lutte contre le ruissellement, il peut être envisagé l'implantation de linéaires enherbés dans les secteurs les moins perturbants pour l'activité agricole, c'est-à-dire les zones d'accès (chemins), fossés de drainage, etc.

La fonction des fossés est d'acheminer l'eau. Ils n'ont pas pour vocation de retenir les sédiments : il faut donc les protéger des apports extérieurs, par exemple par une bordure d'herbe de faible largeur et éviter que leur profil ne favorise les dépôts.

L'enherbement des chemins d'accès et des fossés nécessite un entretien régulier afin d'empêcher un développement trop important de la végétation.

Il est à noter que dans le cadre des nouvelles règles de conditionnalité 2010, une bande enherbée de 5 mètres (10 en zone vulnérable aux nitrates) sera imposée le long des cours d'eau permanents et temporaires portant un nom (figurant sur la carte IGN au 1/25 000 la plus récente – même non nommés lorsque la commune est en zone vulnérable aux nitrates).

Afin d'être en cohérence avec ces règles, les bandes enherbées à implanter le long des fossés et chemins devront être d'une largeur minimum de 5 m.



**Fossé enherbé entretenu**

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne perturbe pas l'activité agricole</li> <li>- Action combinée d'auto-épuration et d'absorption des produits phytosanitaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégrer la nécessité d'entretien (fauche)</li> </ul>

### **PA7 – Limitation du débit de fuite des fossés de drainage**

Le ruissellement, causant la formation ou l'élargissement de ravins, peut être le résultat de la mauvaise conception des exutoires des systèmes de drainage de surface et souterrain.

Par ailleurs, diverses études basées sur de nombreuses mesures (quantité et qualité) des eaux issues de drains agricoles (ex : PIREN-SEINE 1996. Études picardes, études canadiennes) montrent que les drains sont efficaces dans les situations de "drainage intense" et contribuent à l'exacerbation des écoulements des rivières avec un transfert quasi immédiat de la pluie aux cours d'eau, ce qui explique dans certains bassins versants l'augmentation de la brutalité des inondations.

Pour limiter le débit de fuite à la sortie des drains, plusieurs solutions existent :

- mise en place d'ouvrages simples de type vanne,
- création de zone humide sur fossé avant exutoire.

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limite le ruissellement et les crues soudaines des cours d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aménagement des sorties de drain à étudier au cas par cas</li> <li>- Doit être effectué sur l'ensemble du bassin versant pour avoir un impact réel</li> </ul>

## PA8-14

### PRATIQUES AGRICOLES

#### Adaptation des pratiques culturales

- PA8** – Rotation des cultures sur une même parcelle
- PA9** – Mise en place d'ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement
- PA10** – Mise en friches de parcelles
- PA11** – Suppression du labour
- PA12** – Mise en place de cultures intermédiaires
- PA13** – Préparation du lit de semence
- PA14** – Mise en place d'alternance de cultures entre parcelles juxtaposées

#### Buts

Adapter les pratiques culturales aux pluies, à la topographie, au sol, afin de limiter les phénomènes de ruissellement.

Favoriser une couverture maximale des sols tout au long de l'année.

#### Généralités

La prise en compte du phénomène de ruissellement peut être faite directement dans les modes de culture : rotation des cultures, mise en friches de parcelles, suppression du labour, mise en place de cultures intermédiaires, etc.

Ces changements à opérer dans les pratiques culturales sont à opérer directement par les agriculteurs. Pour un changement efficace des pratiques culturales face au risque de ruissellement, la sensibilisation et la formation des agriculteurs en amont doivent être faites, par différents acteurs : les collectivités, la chambre d'agriculture.

Certaines de ces pratiques culturales sont parfois déjà en place, grâce notamment aux actions de prévention menées sur les secteurs sensibles et grâce à la Directive Nitrate.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### PA8 – Rotation des cultures sur une même parcelle

La rotation des cultures sur une même parcelle permet de réduire l'érosion. Elle agit sur la résistance du sol par :

- les apports humifères
- l'action des différents systèmes racinaires sur la structure du sol
- le travail du sol

Avec une rotation incluant des fourrages, on peut non seulement réduire les pertes de sol dues à l'érosion hydrique, mais également ralentir, par rapport à la monoculture, la prolifération des insectes et des maladies.

Les prairies temporaires et les céréales ont un système racinaire qui améliore la structure du sol et y laisse de la matière organique. De plus, certaines de ces cultures hivernent, ce qui produit un excellent couvre-sol à la fin de l'hiver et au printemps, périodes où l'érosion est le plus susceptible de se produire.

##### PA9 – Mise en place d'ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement

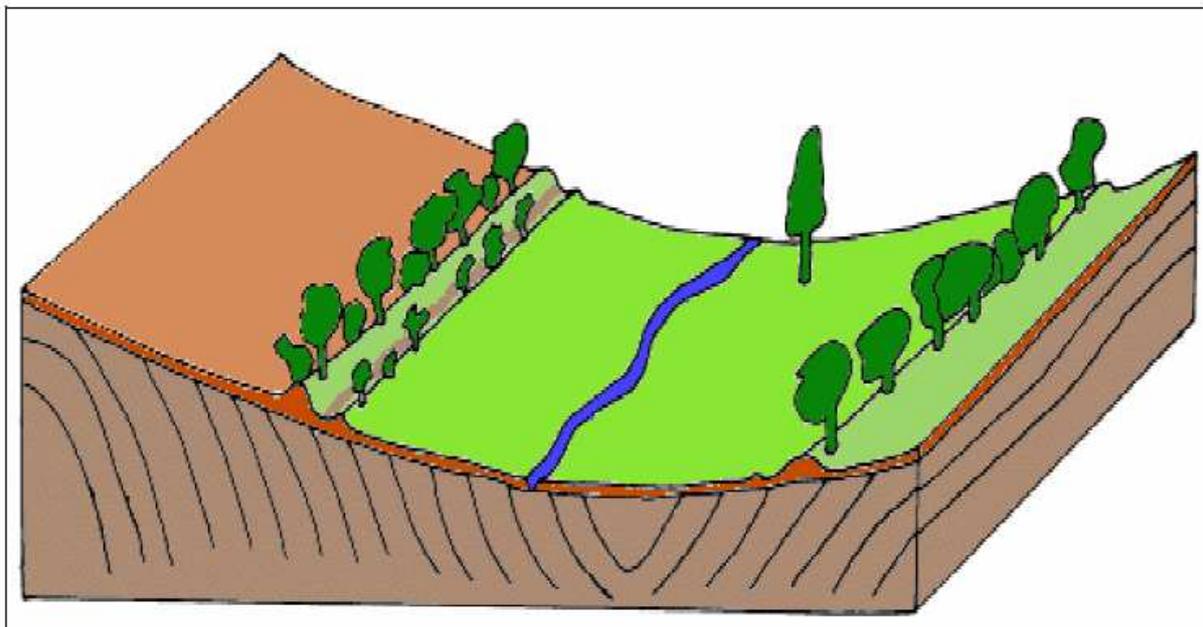
Différents ouvrages existent pour retenir l'eau, au moins temporairement, dès l'amont du bassin versant, de manière à limiter les débits de pointe, éviter l'incision des zones de concentration et le cas échéant, provoquer la sédimentation des matières solides.

La mise en place d'ouvrages légers suppose une coopération entre agriculteurs, les élus et les services administratifs.

Plusieurs types d'ouvrages peuvent être mis en place, ou sont déjà en place :

- Les diguettes : elles sont mises en place en limite de culture et d'exploitation ou sur les chemins d'exploitation. Elles peuvent être constituées de matériaux rapportés.
- Les mares,
- Les retenues collinaires. La sédimentation peut compromettre leur objectif premier, et compte tenu des masses de sédiments qui peuvent être arrachés à la surface des versants en un seul orage dans ces régions, elles peuvent occasionnellement se combler brutalement. Les talus. Ils ont d'abord un effet sur la topographie, puisqu'ils réduisent les pentes des terres cultivées situées en amont. Ils freinent l'écoulement de l'eau, diminuant ainsi sa capacité de transport et provoquent la sédimentation d'une partie des matières solides. En réduisant la vitesse, ils allongent les temps de circulation, permettant ainsi à une partie de l'eau de s'infiltrer. Ils peuvent correspondre à des affleurements du sous-sol, à une accumulation de la terre transportée par le travail du sol et par le ruissellement et / ou à des anciennes limites. Ainsi, ils soulignent parfois des limites pédologiques. Une haie favorise l'infiltration du fait de son système racinaire. La végétation buissonnante permet en outre d'armer le talus,
- La mise en remblais de chemins d'accès transversaux à la pente,
- Banquettes d'absorption-diffusion.

L'essentiel de la protection est le système de talus conçus pour réaliser une succession de banquettes d'absorption-diffusion ; la haie est ajoutée essentiellement pour renforcer la diguette (bourrelet de terre) en cas de débordement lors des pluies exceptionnelles et est à installer au sein d'une prairie ou vallon en pente légère vers le cours d'eau.



**Fossé-haie-talus perpendiculaire à la pente**  
(source : Académie de Rennes)

### **PA10 – Mise en friches de parcelles**

Dans les dépressions topographiques, la mise en friche de parcelles permet de créer une aire de rétention des eaux pluviales en provenance de l'amont.

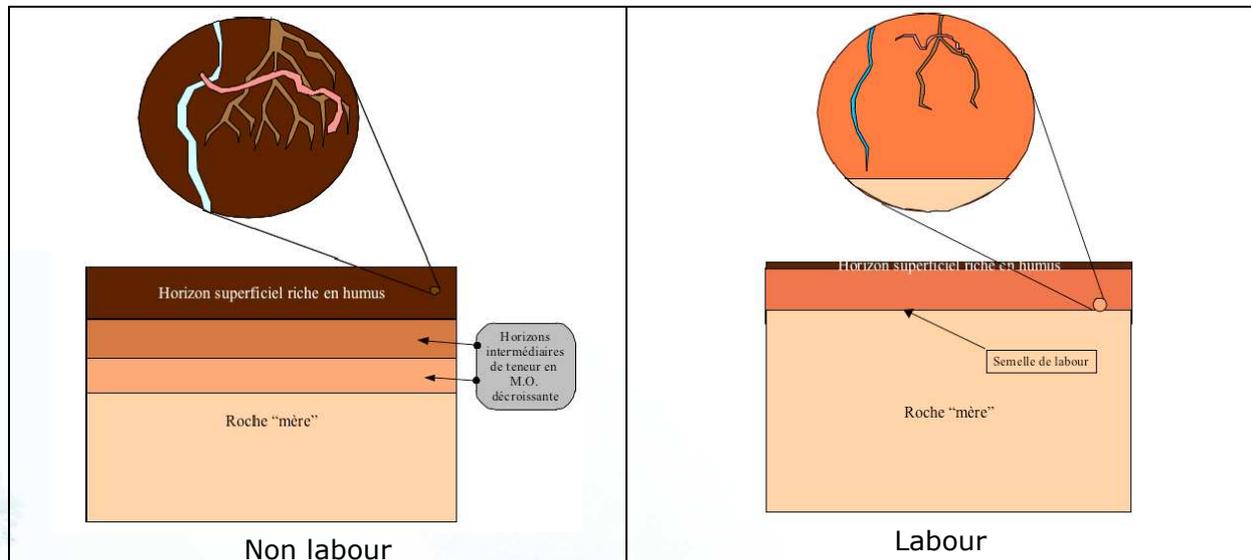
L'abandon du drainage dans ces parcelles permet de provoquer la rétention des eaux, au lieu d'engendrer l'accumulation de l'eau en aval.

La mise en friches de ces parcelles doit, cependant, s'accompagner d'un système d'incitation et de compensation auprès des agriculteurs pour être réellement efficace.

### **PA11 – Suppression du labour**

La suppression du labour peut permettre dans certains cas de limiter l'impact des gouttes de pluie et de réduire très nettement le ruissellement. La persistance de résidus végétaux en surface protège très bien la surface du sol (effet de mulch). Cette pratique entraîne également la persistance du profil du sol de zones continues, plus ou moins profondes, ce qui augmente la résistance du sol vis-à-vis de l'incision des couches superficielles. Cependant, cette pratique

présente deux effets opposés selon sa position géographique, sur le plateau (impluvium) ou dans la vallée (zone de concentration du ruissellement). En effet si elle permet de garder un sol compact et peu sensible à l'arrachement dans la zone de ruissellement concentré (située en général en fond de vallée), elle favorise au contraire le ruissellement si la parcelle est située sur l'impluvium du fait de sa faible capacité d'infiltration. La quantité totale d'eau ruisselée est parfois plus élevée en non travail en raison d'une plus faible rugosité de surface qui entraîne une plus faible rétention superficielle. Le non enfouissement des résidus de récolte empêche également la restitution de la matière organique dans le profil du sol. Le non labour, enfin, ne permet pas la suppression des traces de roues (parfois nombreuses sur les parcelles de betteraves, maïs, pomme de terre, récoltées souvent dans de mauvaises conditions) ; ceci favorise le démarrage rapide du ruissellement.



**Labour et non labour**

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleur recyclage et disponibilité des éléments fertilisants</li> <li>- Diminue la consommation d'énergie fossile</li> <li>- Favorise le développement de la faune et des micro-organismes décomposeurs</li> </ul>	<p>Ne doit pas conduire à augmenter l'apport de pesticides</p>

**PA12 – Mise en place de cultures intermédiaires**

Les cultures intermédiaires sont implantées après les cultures principales et permettent d'assurer une protection des sols dénudés. Outre le fait de diminuer l'impact des gouttes de pluies, le couvert végétal constitue un excellent piège à nitrate.

Deux types de cultures intermédiaires peuvent être utilisées :

- les cultures destinées à être récoltées, puis vendues ou autoconsommées, par exemple seigle, radis.
- les engrais verts destinés à être enfouis pour améliorer les propriétés physiques du sol (meilleure stabilité structurale), comme par exemple: moutarde, phacélie, vesce, ray-grass.

L'effet protecteur est lié au développement de la masse végétale lors des pluies : il est effectif lorsque les conditions thermiques permettent une croissance très rapide. L'implantation d'un engrais vert peut donc être utile pour limiter les risques de ruissellement et d'érosion si elle est réalisée assez tôt. Des mesures sous simulation de pluies ont permis de démontrer l'intérêt d'une telle pratique. Le sol nu restitue la quasi totalité de l'eau reçue (les courbes de la pluie et du sol nu sont presque parallèles). En sol couvert, on constate un retard important (environ 30 minutes) de la mise en oeuvre du ruissellement, mais aussi une infiltration non négligeable qui se poursuit par la suite.

### PA13 – Préparation du lit de semence

Conserver un maximum de rugosité à la surface du sol permet de retarder et limiter l'apparition du ruissellement. Un sol très motteux peut réduire le ruissellement de 50 à 75 % par rapport à un sol nu. Il y a lieu d'arbitrer entre la nécessité d'avoir un affinement suffisant pour assurer une bonne levée et pas trop poussée pour limiter la vitesse d'apparition du ruissellement.

Pour laisser des mottes en surface lors des travaux de préparation du lit de semence, certaines conditions doivent aussi être respectées :

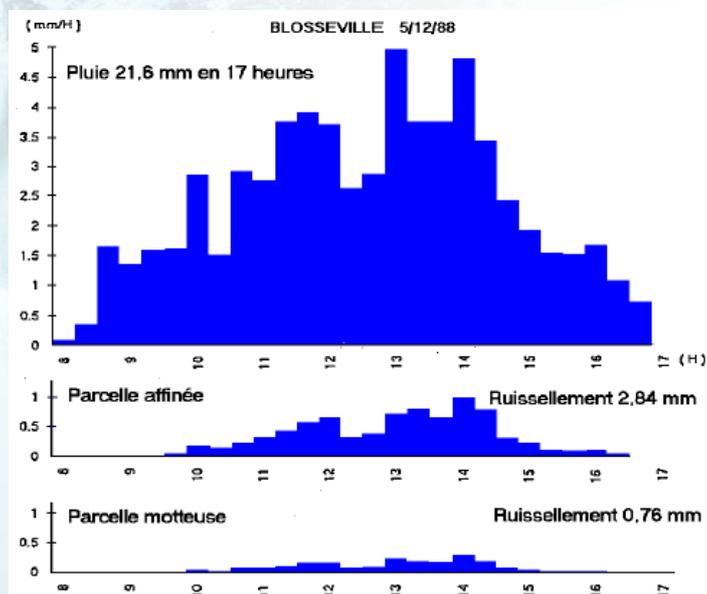
- le travail doit s'effectuer sur un sol bien ressuyé
- il faut limiter les passages et regrouper les outils. On pourra employer pour cela :
  - des versoirs qui n'émiettent pas trop le sol
  - des roues jumelées ou des roues cages avec une pression réduite des pneumatiques
  - des outils à dents vibrantes pour des sols à moins de 18 % d'argile (les outils animés par prise de force pourront être employés sans risques d'ils sont équipés de boîte de vitesse permettant de fonctionner à vitesse réduite des retors).



**Résultat d'un interrang motteux : très forte macroporosité superficielle et quelques plaques de battance**



**Résultat d'un interrang trop affiné : croûte de battance généralisée et absence caractéristique de macroporosité (source : chambre d'agriculture Seine-Maritime)**

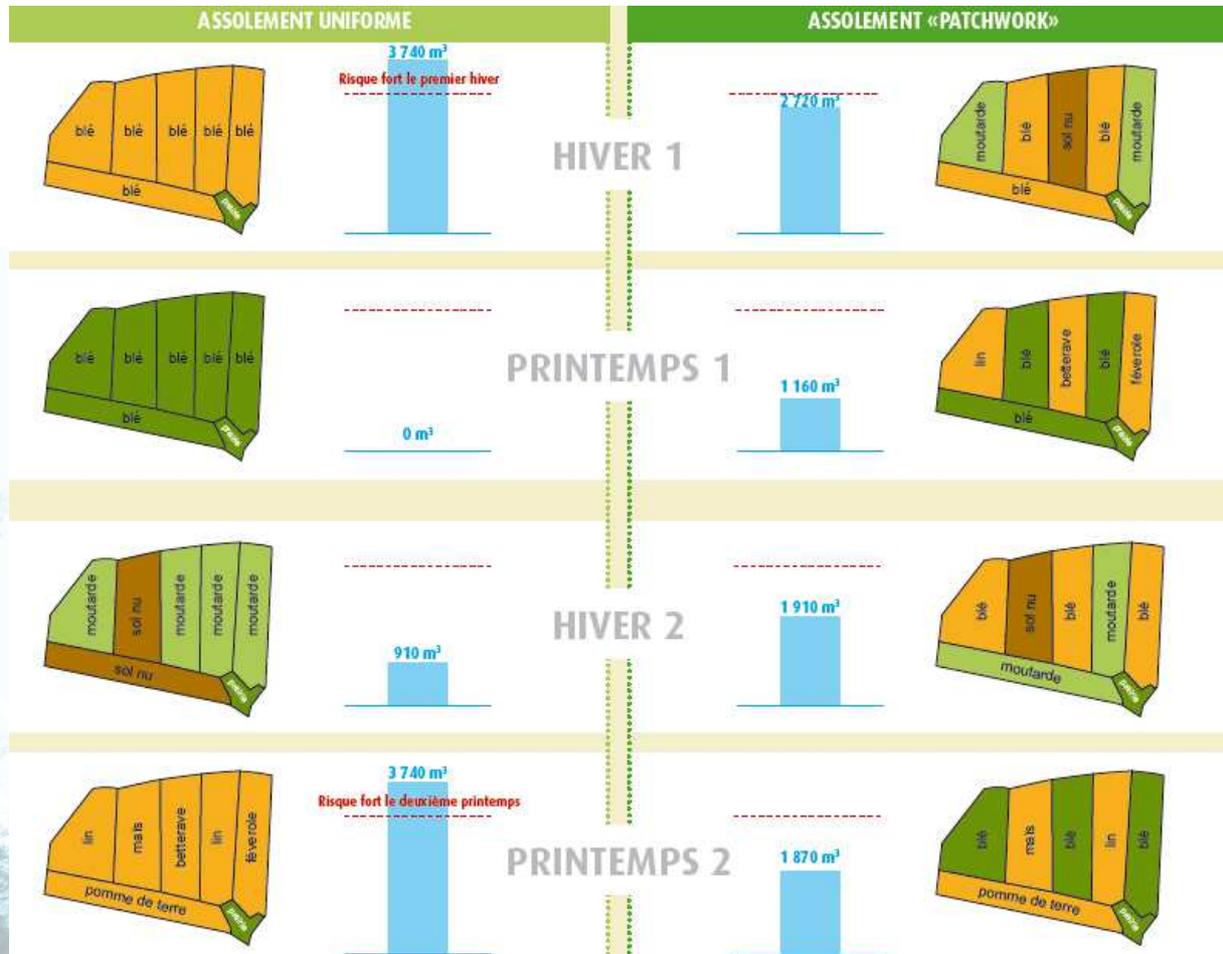


**Influence de la rugosité du sol sur le ruissellement (étude INRA in Bussièrre, 1996)**

**PA14 – Mise en place d’alternance de cultures entre parcelles juxtaposées**

Un parcellaire morcelé permet une diversification des cultures le long d’un même versant et favorise l’alternance entre les parcelles où l’eau pourra s’infiltrer et être dispersée, et celles où la situation sera plus critique.

Une bonne organisation du parcellaire doit permettre d’éviter que des surfaces importantes soient fortement dégradées et génèrent du ruissellement lors de la préparation des semis dans les parcelles en aval. Une telle organisation suppose une concertation entre agriculteurs cultivant des parcelles voisines. Un parcellaire diversifié peut permettre de choisir des assolements en fonction des caractéristiques des parcelles (sensibilité à l’érosion, position sur le versant...). La prise en compte des tels critères impose des contraintes à l’échelle de l’exploitation.



**Le risque ruissellement (en bleu) dans deux assolements différents (source : chambre d’agriculture Seine-Maritime)**

La simulation de ruissellement à l’exutoire (schéma ci-dessus, concernant les cultures spécifiques à la Seine-Maritime) a été effectuée pour une pluie de 30 mm en 6 heures (modèle de ruissellement de l’INRA). Le seuil acceptable dans cette situation a été estimé à 3000 m³. Dans le cas d’un assolement uniforme, tout le bassin versant est en blé une année et en cultures de printemps l’année suivante. Dans le cas d’un assolement «patchwork», la moitié du bassin versant est en culture d’hiver et l’autre moitié en cultures de printemps lors des deux années successives.

Dans les deux cas, il est considéré que les deux tiers des cultures de printemps étaient précédés de cultures intermédiaires. Bien que les soles des différentes cultures soient identiques, dans le cas de l’assolement «patchwork», le risque de ruissellement est moins important et mieux réparti dans le temps.

Avantages	Recommandations, informations
Intérêt agronomique complémentaire à l’intérêt hydraulique : évite la perte de terre par érosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une concertation est à mener entre agriculteurs d’un même versant</li> <li>- Organisation selon des critères hydrauliques et physiques (pente), mais non agronomiques (intérêt agronomique des sols)</li> </ul>



**PS1-3**  
**PRATIQUES SYLVICOLES**  
**Améliorer les pratiques sylvicoles**

**PS1** – Implantation judicieuse des chemins d'exploitation  
**PS2** – Favoriser la diversité des strates  
**PS3** – Exploitation sans coupe à blanc

**Buts**

Améliorer les pratiques sylvicoles pour réduire le ruissellement.

**Généralités**

La forêt joue un rôle important dans la limitation du phénomène de ruissellement et d'érosion. Elle permet notamment d'améliorer la rétention des eaux.

Une bonne gestion de la forêt, ou certaines mesures particulières intégrées aux plans de gestion, permettent de favoriser ce phénomène de rétention des eaux.

Outre les recommandations présentées dans cette fiche, qui concernent les pratiques d'exploitation, il est préconisé de ne pas exploiter les zones les plus sensibles au ruissellement et à l'érosion (pentes fortes).

**Principe(s) / Technique(s) d'intervention**

**PS1 – Implantation judicieuse des chemins d'exploitation**

Si l'imperméabilisation des sols est une des principales causes du ruissellement, ce dernier est accentué par les axes de communication (routes, chemins) qui constituent des chemins préférentiels pour les eaux de ruissellement.

Concernant les routes, plusieurs solutions existent pour diminuer ce phénomène de ruissellement (mise en place d'un réseau pluvial adapté, voiries réservoir, etc). En revanche, les solutions qui peuvent s'appliquer aux routes sont plus difficilement envisageables pour les chemins, principalement pour des raisons de coûts. Aussi, lors de l'exploitation forestière, il est judicieux de chercher à tracer les chemins perpendiculairement à la pente principale lorsque cela est compatible avec la pente principale.

Avantages	Recommandations, informations
Solution simple à mettre en place en amont d'une exploitation forestière	Nécessité d'une concertation entre les différents acteurs du territoire (collectivité, gestionnaire de la forêt)

**PS2 – Favoriser la diversité des strates**

La forêt empêche que la couche supérieure du sol, la couche la plus fertile, ne soit entraînée par les eaux de ruissellement.

La forêt :

- Fixe le sol par ses racines
- Freine le ruissellement des précipitations
- Diminue la vitesse du vent

Le phénomène de ruissellement est d'autant plus atténué que la forêt est composée de plusieurs strates (herbacée, arbustive, arborée).

La matière organique, provenant de la biodégradation, joue un rôle bénéfique sur la stabilité de la structure des sols. La présence d'un réseau racinaire dense et d'une couche d'humus augmente la capacité de rétention de l'eau. Cette rétention de l'eau augmente quand les systèmes racinaires sont présents à plusieurs niveaux du sol, ce qui est le cas quand plusieurs strates sont présentes.

Ce type de préconisations peut être intégré aux plans simples de gestion, et diffusé auprès des propriétaires de petites parcelles par l'intermédiaire du CRPF et de la Chambre d'Agriculture.

Avantages	Recommandations, informations
Intérêt hydraulique et paysager	Nécessité de diffusion de l'information aux petits propriétaires

### **PS3 – Exploitation sans coupe à blanc**

Il est actuellement reconnu que certaines interventions forestières peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau, mais également sur la stabilité du régime hydrologique.

De façon générale, l'écoulement annuel d'un bassin versant augmente en fonction de la proportion du bassin versant déboisée.

L'enlèvement de la couverture végétale entraîne une réduction de l'interception de la pluie par les arbres et la baisse de l'évapotranspiration, c'est-à-dire de la quantité d'eau captée par les végétaux et rejetée dans l'atmosphère par les feuilles. La présence de la forêt a ainsi pour effet de réduire l'écoulement des eaux de surface.

La coupe à blanc peut augmenter le ruissellement des eaux qui alimentent les cours d'eau. À plus grande échelle, l'impact de la coupe se traduit par l'accroissement du volume d'eau qui s'écoule dans un bassin versant.

La durée de l'impact d'une coupe à blanc sur l'augmentation du phénomène de ruissellement est fonction du temps nécessaire à la reconstitution d'un couvert végétal de taille et de densité suffisantes. Dans le cas des débits de pointe causés par les crues de pluie, les perturbations commenceraient à diminuer après 5 ou 10 ans et, dans le pire des scénarios, pourraient persister de 30 à 70 ans.

Pour ces différentes raisons, des préconisations peuvent être faites pour favoriser l'exploitation forestière sans coupe à blanc.

Avantages	Recommandations, informations
- Diminue également les phénomènes de pollution - Intérêt paysager	Difficile à imposer hors forêts publiques et forêts privées soumises à plan simple de gestion

## RL1-3 RESTAURATION DU LIT des cours d'eau

**RL1** – Restauration et entretien des lits mineurs  
**RL2** – Développement des ripisylves  
**RL3** – Suppression ou gestion des ouvrages hydrauliques posant problème

### Buts

Redonner aux cours d'eau leurs fonctions naturelles d'origine dans la régulation des écoulements.

### Généralités

Construction de digues, bétonnage des berges ou coupure de méandres, curage et recalibrage des lits, implantation de barrages... les aménagements sur les milieux aquatiques perturbent leur fonctionnement naturel, garant du bon état des eaux et de la biodiversité.

L'altération physique des cours d'eau a en effet pour conséquence la dégradation de leur qualité biologique, mais aussi la disparition de certains rôles hydrauliques (obstacles à l'écoulement, champs d'expansion des crues, etc).

Restaurer le fonctionnement naturel d'un cours d'eau revient à agir sur le fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau, c'est-à-dire sur les relations dynamiques entre d'une part, le fond (sédiments) et les caractéristiques hydrauliques du cours d'eau (énergie de l'eau), et d'autre part, sa forme (morphologie des lits, des berges).

La restauration du fonctionnement naturel des cours d'eau est une priorité imposée par la Directive Cadre européenne sur l'Eau et récemment réaffirmée par le Grenelle de l'Environnement.

### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

#### **RL1 – Restauration et entretien des lits mineurs**

Il s'agit de redonner au cours d'eau un fonctionnement compatible avec ses fonctions diverses :

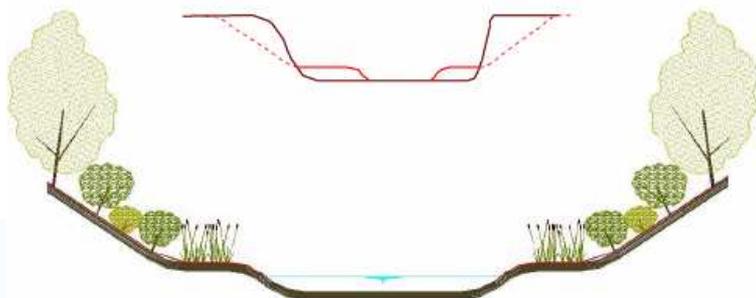
- équilibre entre écoulement (à favoriser en règle générale au droit des enjeux bâtis) et rétention des eaux (à favoriser en règle générale en zone naturelle ou agricole),
- fonctions écologiques, paysagères et hydrogéologiques.

La restauration et l'entretien des cours d'eau portent en particulier sur :

- la **gestion sélective des encombres** : retirer dans les secteurs à enjeux bâtis et s'ils font courir un risque de dégradation des ouvrages à l'aval, laisser en place ailleurs (fonction de diversification, ressource trophique...)
- la **gestion des sources d'encombres** : abattage des arbres instables, gestion sélective et pérenne des arbres : sélection de certains arbres morts, éclaircissement des peuplements jeunes et/ou denses
- la **gestion des obstacles à l'écoulement** : les atterrissements au droit d'enjeux bâtis peuvent si besoin être dévégétalisés, scarifiés pour permettre une remise en mouvement en hautes eaux (voire exceptionnellement être arasés au niveau de la ligne d'eau) ; ils sont à conserver le plus souvent car ils relèvent de la dynamique naturelle, bénéfique au niveau écologique et hydraulique. Les interventions sur atterrissements nécessitent une autorisation des services en charge de la Police de l'Eau
- la **gestion de l'accumulation de sédiments dans le fond du lit** : le curage est une pratique néfaste pour l'écosystème, coûteuse et non pérenne ; elle peut provoquer une érosion régressive ou progressive préjudiciable à la stabilité des ouvrages et des berges. Les accumulations de sédiments se produisent généralement dans les secteurs combinant une pente faible et un lit mineur sur-élargi. La concentration des écoulements par la mise en place d'un lit d'étiage par exemple permet généralement un autocurage du lit qui résout les problèmes observés. On ne recourra à des curages ponctuels que dans des cas

exceptionnels, par exemple sous des ouvrages de franchissement, et après étude précise de la dynamique hydromorphologique du secteur et autorisation des services en charge de la Police de l'Eau

- la **restauration de la diversité des secteurs banalisés** (rectifications, recalibrages, curages) : la renaturation « en grand » des secteurs rectifiés sera privilégiée : la reprise des anciens méandres recoupés artificiellement permettra à la fois une diversification des écoulements et donc des habitats aquatiques, une limitation de l'érosion (souvent par incision dans les secteurs rectilignes) et une amélioration de la sollicitation du lit majeur pour l'expansion des crues



**Schémas de principe d'un lit d'étiage, favorisant l'autocurage, la qualité de l'eau**



**Secteur présentant une opportunité de reméandrage, favorisant l'expansion des crues (Meuse à St-Thiébaud - 52)**

**L'entretien** a pour but de maintenir l'état d'équilibre restauré par des interventions périodiques légères.

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Action particulièrement applicable en zones rurales</li> <li>- Intérêt pour la faune, la flore, le paysage</li> </ul>	<p>Les aides publiques importantes pour ce type de travaux limitent l'impact financier pour la collectivité</p>

### RL2 – Développement des ripisylves

La ripisylve correspond à la végétation de type arbre ou arbuste qui est présente naturellement aux abords des cours d'eau. Elle joue un rôle majeur dans le maintien en bon état des berges (protection contre l'érosion) et en matière de biodiversité (réserve de faune, paysage). Elle améliore par ailleurs l'efficacité de la bande enherbée en zones de cultures et participe ainsi à la bonne qualité des milieux et des eaux (filtration des polluants ruisselants, ombrage réduisant l'eutrophisation).

La ripisylve joue également un rôle important lors des crues en :

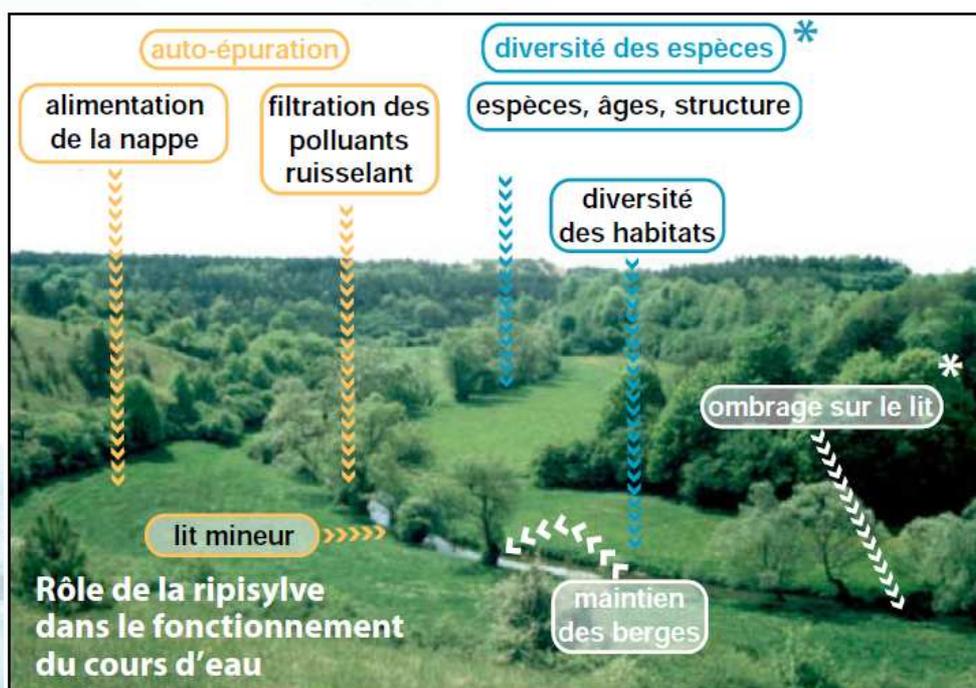
- protégeant les zones inondables contre les écoulements à forte vitesse et fort potentiel érosif,
- assurant un piégeage des bois flottés et prévenant ainsi la formation d'encombres au niveau d'ouvrages hydrauliques,
- favorisant le dépôt de matériaux alluvionnaires charriés ou transportés par suspension lors des crues,
- limitant le départ des terres agricoles (coulées de boues).

Les espèces autochtones sont à privilégier :

Espèces arborescentes		Espèces arbustives	
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin
<i>Acer platanoides</i>	Erable plane	<i>Corylus avellana</i>	Noisetier
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erable sycomore	<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	<i>Evonymus europaeus</i>	Fusain
<i>Prunus avium</i>	Merisier	<i>Lonicera xylosteum</i>	Chèvrefeuille
<i>Prunus padus</i>	Cerisier à grappe	<i>Prunus spinosa</i>	Prunelier
<i>Salix Alba</i>	Saule blanc	<i>Rosa Canina</i>	Eglantier
<i>Salix fragilis</i>	Saule fragile	<i>Salix caprea</i>	Saule marsault
<i>Tilia Cordata</i>	Tilleul à petites feuilles	<i>Salix purpurea</i>	Saule pourpre
<i>Ulmus minor</i>	Orme champêtre	<i>Salix triandra</i>	Saule à trois étamines
		<i>Salix viminalis</i>	Saules des vanniers
		<i>Sambucus Nigra</i>	Sureau noir
		<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane
		<i>Viburnum opulus</i>	Viorne obier

Le Code de l'Environnement interdit l'arrachage de façon générale et la coupe rase en zone vulnérable aux nitrates. La Police de l'Eau est compétente pour sanctionner dans de tels cas. Par ailleurs la suppression d'une ripisylve peut entraîner des érosions de berges dont la restauration ne sera pas prise en charge par des aides publiques.

La ripisylve est assimilée à « une haie entretenue ou arbres d'alignement ». L'entretien peut en être réalisé par les intercommunalités avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau et du Conseil Général. Dans le cadre de la PAC, la ripisylve peut être prise en compte dans la déclaration de surface en tant qu'élément de bordure de parcelle ou surface fourragère.



Les nombreux rôles de la ripisylve (source : Plaquette « Les ripisylves », Agence de l'Eau Rhin-Meuse)

Avantages	Recommandations, informations
La ripisylve présente de nombreux rôles : auto-épuration, protection des berges, habitat de nombreuses espèces... rendant sa présence systématique fondamentale	Un entretien régulier est indispensable pour gérer les risques (encombres, ...) et pérenniser l'intérêt ; il évitera la dégradation des peuplements et des opérations coûteuses de restauration à moyen terme

**RL3 – Suppression ou gestion des ouvrages hydrauliques posant problème**

La **restauration de la continuité amont/aval** : l'aménagement des ouvrages hydrauliques transversaux doit permettre la suppression ou l'atténuation de leurs impacts sur le franchissement par les espèces animales et sur le transit sédimentaire. La réflexion sur la suppression, l'arasement ou le maintien des ouvrages (avec dans ce cas mise en place, a minima, de passe à poisson)

intègrera la problématique de l'impact de la retenue d'eau qu'ils génèrent sur la problématique des inondations ; cet impact peut être négatif : débordement dans les agglomérations... ou positif : débordement en secteur agricole, à l'amont d'enjeux bâtis.

La réflexion doit donc être menée sur chaque ouvrage existant, et plus particulièrement dans les zones rurales susceptibles de constituer des champs d'expansion des crues.

Le Grenelle de l'Environnement fixe aux agences de l'eau l'objectif national de restauration de la continuité écologique des cours d'eau (trame bleue) par l'effacement d'ouvrages qui font obstacle à cette continuité et qui n'ont plus d'usage avéré.

Avantages	Implications, contraintes
La restauration de la connexion amont/aval est un enjeu majeur pour la continuité sédimentaire et écologique	L'impact de l'arasement d'un ouvrage doit être étudié avec précision pour éviter le débordement dans les agglomérations et la déstabilisation de berges bâties par érosion régressive

## ZT1-3

### Zones Tampon

#### Développer et préserver les zones tampon

**ZT1** – Préservation des zones humides  
**ZT2** – Mobilisation des aires naturelles de rétention  
**ZT3** – Utilisation des infrastructures linéaires

#### Buts

Préserver et créer les zones tampons pour favoriser la rétention le plus en amont possible.

#### Généralités

Les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers l'aval du bassin versant. Elles constituent souvent des zones d'expansion de crues pour les rivières. De plus, telles des éponges, elles "absorbent" momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse. Elles diminuent donc l'intensité des crues et soutiennent les débits des cours d'eau en période d'étiage.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### ZT1 – Préserver les zones humides

Les zones humides connues et celles qui auront été identifiées par l'inventaire complémentaire doivent être préservées pour leurs multiples intérêts, particulièrement dans le cadre de la problématique du ruissellement pour leur rôle de régulation hydraulique : frein au ruissellement ou à l'écoulement par la rétention d'eau, infiltration.

Les zones humides doivent donc être préservées, notamment de l'urbanisation. Afin d'empêcher la disparition des zones humides, elles peuvent être classées en zone naturelle « N » dans le Plan Local d'Urbanisme, ce qui interdit toute construction.

Par ailleurs, s'il s'agit de zones boisées (ripisylves), le PLU peut les zoner en "espaces boisés classés", ce qui interdit tout déboisement (l'entretien est autorisé), et notamment le défrichage.

D'autres outils peuvent être utilisés pour protéger les zones humides. Elles peuvent être intégrées dans toute démarche d'aménagement foncier comme zones à traiter avec une attention particulière : adaptation de l'évaluation de leur valeur agricole afin d'y éviter une exploitation intensive, zones tampon à proximité (haies, prairies, boisements). Une convention de gestion patrimoniale entre l'exploitant et la collectivité peut être un outil intéressant à mettre en place, éventuellement précédée d'une acquisition des terrains par la collectivité.

Les parcelles non bâties à caractère humide peuvent être exonérées de taxe foncière (informations auprès du centre des impôts fonciers).

L'ensemble de ces mesures nécessite une connaissance fine de l'ensemble des zones humides présentes sur le territoire, et de leurs rôles respectifs.

Avantages	Recommandations, informations
Outil réglementaire s'imposant par le PLU	Utilité de lancer un inventaire permettant une connaissance fine des zones humides du territoire pour définir un programme d'actions global et cohérent

## **ZT2 – Mobiliser les aires naturelles de rétention**

Il s'agit de mobiliser le lit majeur d'un cours d'eau ou un vallon sec, soit par fonctionnement naturel, soit par la mise en place d'aménagements destinés à accroître la capacité de rétention (surinondation).

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 ainsi créé deux nouvelles servitudes d'utilité publique : l'une pour accroître artificiellement la capacité de stockage des eaux dans une zone, l'autre pour préserver la mobilité du cours d'eau dans son lit majeur et restaurer ainsi ses caractéristiques hydrologiques et géomorphologiques essentielles.

<b>Avantages</b>	<b>Recommandations, informations</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Rétablissement de phénomènes naturels de rétention</li><li>- Absence de coût quand il s'agit de préservation d'une capacité existante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coût pouvant être important en cas d'ouvrage à créer</li><li>- Un entretien doit être prévu</li></ul>

## **ZT3 – Utilisation des infrastructures linéaires pour la rétention**

Les remblais créés transversalement dans les talwegs (vallons) à l'occasion d'aménagement d'infrastructures linéaires : route, chemin, canal, peuvent être exploités pour créer une zone de rétention en amont de secteurs à enjeux.

L'ouvrage transversal de franchissement peut être volontairement sous-dimensionné ou un ouvrage de délestage vers une zone basse peut être mis en place sur une infrastructure longitudinale.

Une telle mesure nécessite de s'assurer de l'adaptation du remblai en place ou à créer aux forces qui s'exerceront en cas de mise en charge (étude géotechnique).

<b>Avantages</b>	<b>Recommandations, informations</b>
Assure la rétention en amont et dans les zones non urbanisées	Nécessite une mise en sécurité adaptée (stabilité et aptitude du remblai à la rétention)

## ZU1-5 ZONES URBANISEES Infiltration pluviale

**ZU1** – Puits d'infiltration  
**ZU2** – Chaussées réservoirs  
**ZU3** – Noues  
**ZU4** – Débit de pointe maximal  
**ZU5** – Végétalisation

### Buts

Favoriser l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales dans les zones urbanisées.  
 Favoriser le stockage des eaux à la parcelle.

### Généralités

Afin de limiter les risques d'inondation en aval, on privilégiera un stockage des eaux pluviales le plus en amont possible.

Plusieurs techniques peuvent être mises en place afin de stocker et/ou infiltrer les eaux pluviales en amont : stockage à la parcelle, chaussées réservoirs, noues.

Le stockage à la parcelle peut être imposé au propriétaire par le document d'urbanisme (règlement du PLU). La mise en place de chaussées réservoirs peut être envisagée par la collectivité locale, ou par l'aménageur lorsqu'il s'agit d'opérations d'aménagement de grande envergure. Les noues peuvent être mises en place lors d'aménagements d'ensemble (lotissement, Zone d'Aménagement Concerté, Plan d'Aménagement d'Ensemble).

**ATTENTION** : l'infiltration des eaux pluviales ne doit pas dégrader les eaux souterraines.

### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

#### ZU1 – Puits d'infiltration

Le règlement du PLU peut imposer des volumes d'infiltration à la parcelle en exigeant un ratio de  $x \text{ m}^3$  par  $\text{m}^2$  de surface imperméabilisée, par la mise en place de puits d'infiltration.

L'article 13 (espaces libres et plantations) du règlement peut ainsi être rédigé : « Un dispositif d'infiltration des eaux pluviales devra être mis en place afin de respecter, a minima, un volume de rétention et d'infiltration de 100 litres par mètre carré imperméabilisé ».

Le puits d'infiltration consiste à recueillir les eaux pluviales qui tombent sur la parcelle, généralement en le reliant directement aux canalisations des toitures existantes. Les eaux sont alors stockées temporairement puis infiltrées naturellement dans les couches plus profondes et perméables du sol.

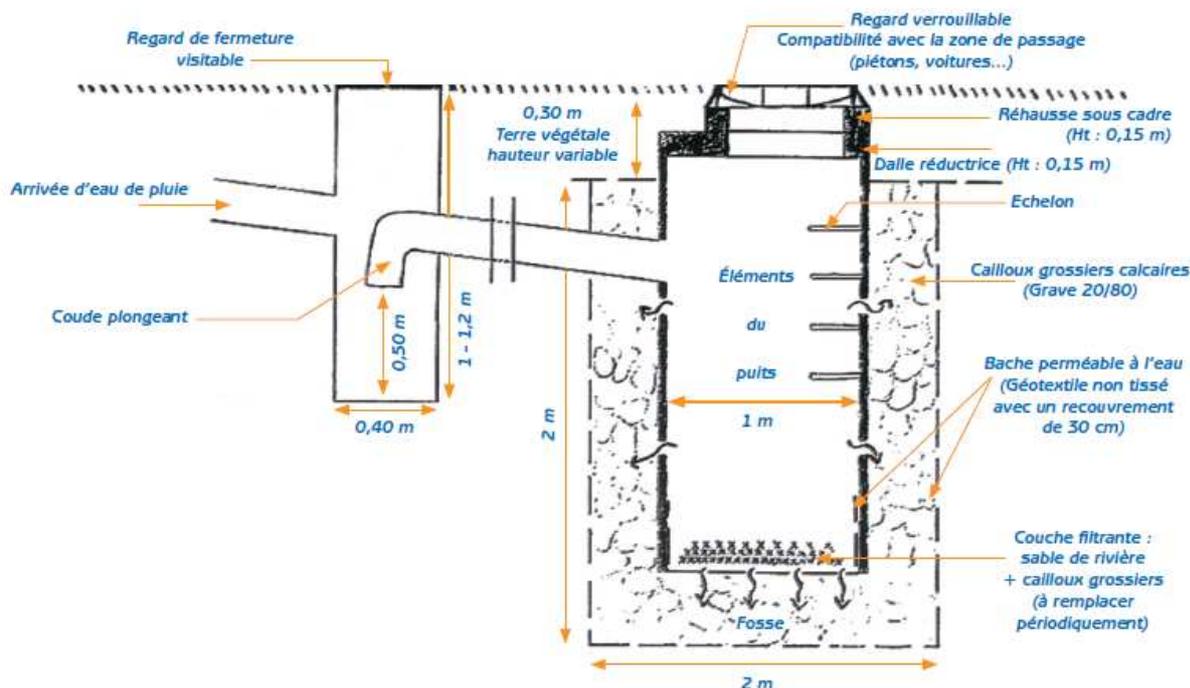
Le dimensionnement du puits doit être calculé en fonction de la perméabilité du terrain et de la pluie considérée (pluie centennale).

Les puits d'infiltration sont essentiellement utilisés pour les eaux de toiture. Ils peuvent servir dans d'autres cas si un dispositif amont de décantation est prévu (garantir une protection de la qualité des eaux souterraines en cas de pollution).

Les puits d'infiltration comblés sont remplis de matériaux poreux entourés d'un géotextile qui retient les éléments les plus fins. Les puits vides ne contiennent en leur fond qu'une couche filtrante composée de galets, gravillons et sables, chacune des couches de matériaux étant séparée des autres par un géotextile.

## PUISARD DE DÉCANTATION

## PUITS D'INFILTRATION



**Schéma de principe d'un puits vide (source : [adopta.free.fr](http://adopta.free.fr))**

A défaut de connaître les volumes d'eaux pluviales à considérer, le volume du puits d'infiltration est obtenu sur la base d'une pluie de 50 L/m<sup>2</sup> en multipliant la surface imperméabilisée par 0,05 m.

Par exemple, pour une surface imperméabilisée de 100 m<sup>2</sup>, le volume V du puits est :

$$V = 100 \times 0,05 = 5 \text{ m}^3$$

Avantages	Recommandations, informations
Faible emprise au sol, pas d'exutoire à prévoir, conception simple	Entretien nécessaire, risque de pollution de la nappe, capacité de stockage limité

Coûts indicatifs
Mise en place : 3 €HT/m <sup>2</sup> de surface Entretien : 80 €/an (curage)

## ZU2 – Chaussées réservoir

Les chaussées à structure réservoir sont des bassins de retenue enterrés sous les voies de circulation, ce qui exige une réflexion en amont de l'aménagement considéré (lotissement, ZAC, PAE).

Les chaussées réservoir sont préférables dans les secteurs à faible pente. Dans le cas contraire, un cloisonnement de la structure est nécessaire.

Il existe deux principaux types de chaussées réservoir : avec et sans infiltration.

Les chaussées sans infiltration sont mises en place dans le cas de terrains peu perméables, ou lorsque la nappe phréatique est proche de la surface.

L'indice de vide recherché est de l'ordre de 35 %. Le volume à stocker dans la chaussée est calculé en fonction de la surface imperméabilisée à gérer, de la perméabilité des sols, du débit de fuite autorisé en aval, du type de pluie.

L'évacuation peut se faire vers :

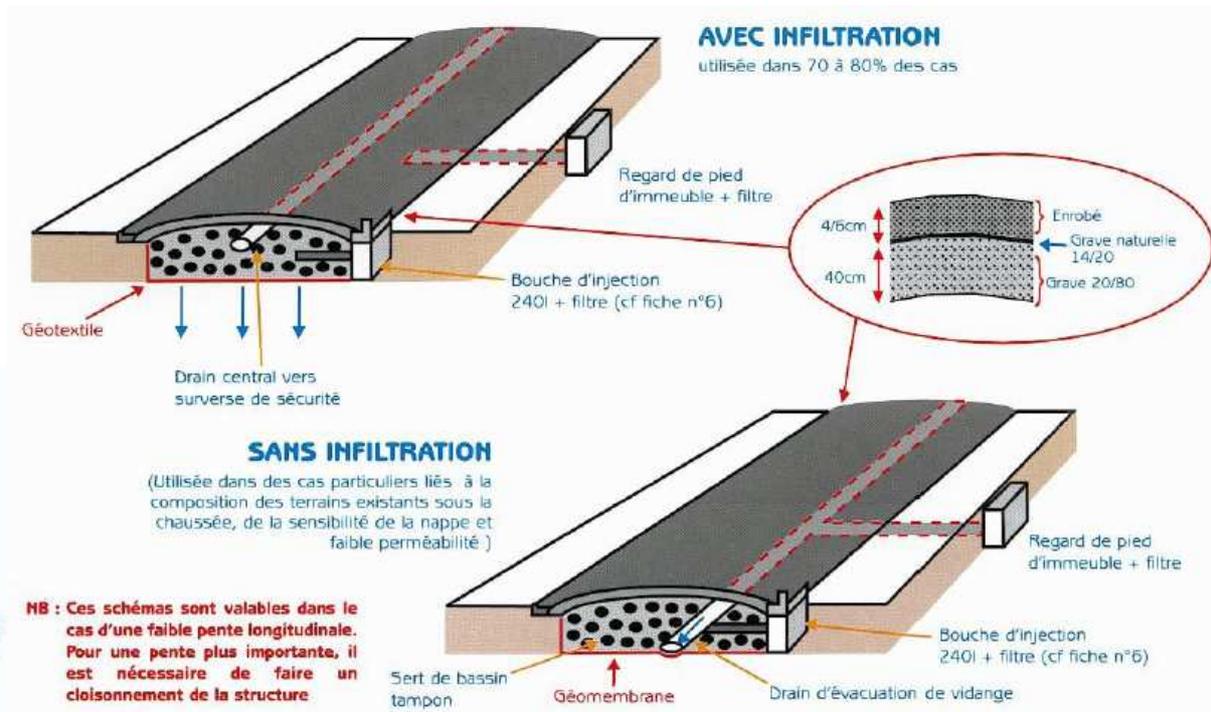
- un exutoire prédéfini,
- le système d'assainissement des eaux pluviales,

- l'infiltration.

## ZU1-5

Le dimensionnement de la chaussée est à la fois mécanique et hydraulique :

- Dimensionnement mécanique : en fonction du trafic, de la structure du sol support, des matériaux utilisés.
- Dimensionnement hydraulique : il faut calculer le volume d'eau à stocker (fonction de la surface imperméabilisée, de la pluie choisie) puis l'épaisseur de la chaussée réservoir.



**Schéma de principe d'une chaussée réservoir**

Avantages	Recommandations, informations
Insertion facile en zone urbaine, amélioration de l'adhérence, économie de surface, alimentation de la nappe	Risque de pollution de la nappe, risque de colmatage des enrobés drainants, coût élevé.

Coûts indicatifs
300 €/mètre linéaire

## ZU3 - Noues

La noue est un système d'infiltration des eaux pluviales à ciel ouvert.

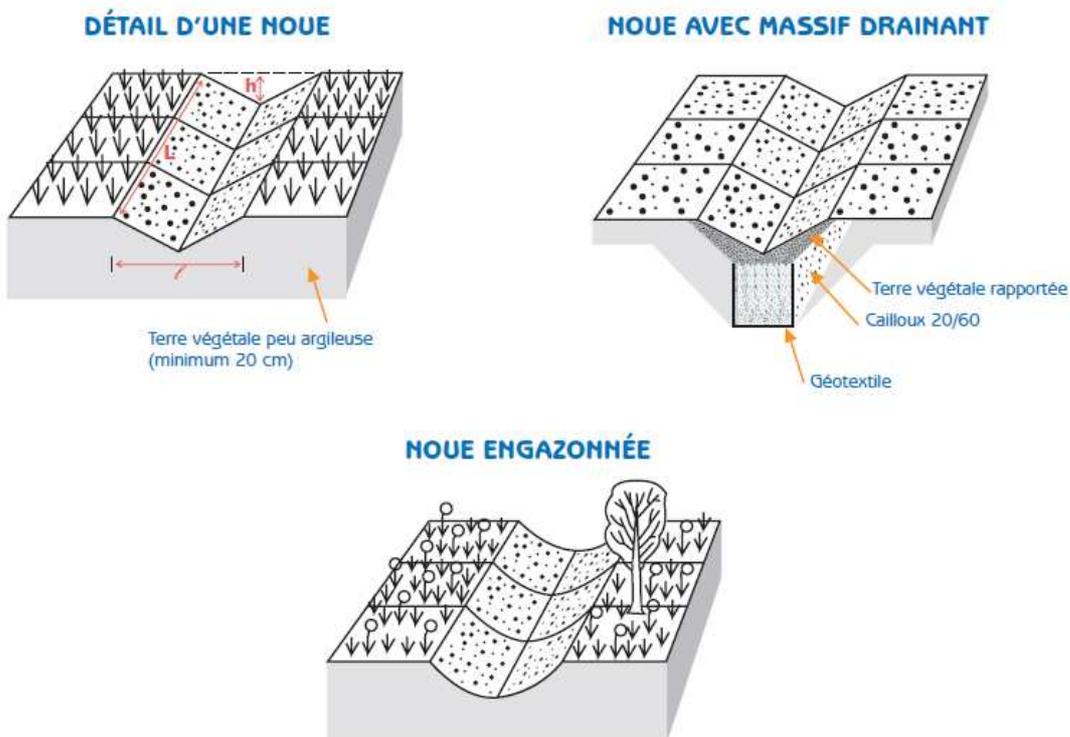
La noue est généralement engazonnée et constitue un véritable espace vert dans une zone urbanisée.

Un massif drainant sous la noue peut être mis en place afin d'améliorer l'infiltration des eaux dans le sol.

**IMPORTANT :** le règlement des documents d'urbanisme doit prévoir un recul suffisant entre le bâti et la voirie (ou les limites séparatives) afin de permettre l'implantation des noues.

Avantages	Recommandations, informations
Insertion facile en zone urbaine, agrément paysager, facile d'entretien	Réflexion en amont de la réalisation de l'aménagement, emprise importante, faibles résultats dans le cas de sols peu perméables

Coûts indicatifs
Mise en place de la noue : 10 €/m <sup>3</sup> Déplacement d'un engin : 400 € Engazonnement : 100 €/mètre linéaire



**Schéma de principe d'une noue**

#### **ZU4 – Débit de pointe maximal**

Afin de favoriser le stockage des eaux pluviales à la parcelle, le PLU peut imposer un débit de pointe à ne pas dépasser à la sortie de la parcelle, c'est-à-dire à l'endroit du raccordement avec le réseau collectif des eaux pluviales, ou à l'exutoire. Le débit de pointe devra être calculé en fonction de l'aléa (pluie "projet" ou pluie centennale).

#### **ZU5 – Végétalisation**

Le règlement du PLU peut exiger des mesures compensatoires à l'imperméabilisation des sols, avec éventuellement un mode opératoire préconisé, comme la création d'espaces verts comme lieux de rétention supplémentaire.

Afin de favoriser l'implantation d'espaces verts (secteurs d'infiltration et de rétention des eaux), le PLU peut :

- imposer l'implantation de haies arbustives ou arborées en limite séparative de terrain (article 13 du règlement),
- imposer un nombre minimum d'arbres de haut jet par mètre carré (article 13),
- imposer l'implantation de haies le long des voiries par le zonage en Espace Boisé Classé. Cet outil peut notamment être utilisé dans le cadre d'opérations d'ensemble (Zone d'Aménagement Concerté, Plan d'Aménagement d'Ensemble, lotissements).

#### **Matériel**

La mise en place d'un puits d'infiltration peut être faite par un particulier. Sinon, plusieurs sociétés proposent ce type de prestation.

La mise en place de noues ou chaussées réservoirs doit être réfléchi en amont du projet d'aménagement.

L'instauration d'un débit de pointe maximal peut être imposé au pétitionnaire dans le règlement du PLU.

## ZU6-8

### ZONES URBANISEES

#### Limiter l'imperméabilisation des sols

- ZU6** – Interdire l'imperméabilisation hors bâtiment
- ZU7** – Limiter l'emprise au sol ou la densité de construction
- ZU8** – Limiter le stationnement imperméable

#### Buts

Limiter l'imperméabilisation des sols dans les zones urbanisées.  
Favoriser l'utilisation de matériaux drainants.

#### Généralités

L'imperméabilisation artificielle des sols est la principale cause des phénomènes d'inondation par ruissellement.

L'imperméabilisation des sols est la conséquence :

- des bâtiments,
- des surfaces annexes des bâtiments (terrasses, piscines, aires de jeux),
- des routes,
- des aires de stationnement.

Les documents d'urbanisme peuvent limiter le risque de ruissellement en limitant les surfaces imperméabilisées dans les zones urbanisées.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### **ZU6 – Interdire l'imperméabilisation hors bâtiment**

Le règlement du PLU peut limiter, voire interdire, l'imperméabilisation des sols hors bâti. L'article 13 du règlement (espaces libres) peut ainsi être rédigé en zones U et AU :

"article 13 – espaces libres et plantations

L'imperméabilisation des sols, hors construction, piscines et équipements sportifs, est interdite."

Par conséquent, les terrasses, allées et autres espaces libres devront être perméables (matériaux perméables).

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple à définir dans un PLU par modification ou révision du document</li> <li>- Contribue à l'alimentation de la nappe</li> <li>- Permet un traitement des eaux pluviales à la parcelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de matériaux drainants coûteux</li> <li>- Impossible à mettre en place dans certains cas (piscines)</li> <li>- Difficile à contrôler</li> </ul>

##### **ZU7 – Limiter l'emprise au sol ou la densité de construction**

Dans les zones à risques, ou dans les zones susceptibles d'aggraver fortement le ruissellement en aval, le règlement peut :

- limiter l'emprise au sol des constructions (article 9 – emprise au sol des constructions),
- limiter la densité de construction (article 14 – coefficient d'occupation des sols).

Limiter la densité des constructions en zones urbaines reste cependant contraire à la philosophie de la loi Solidarité et Renouvellement Urbain qui vise à limiter l'étalement urbaine. Aussi, l'instauration de telles règles dans le document d'urbanisme doit être dûment justifiée, notamment dans le Rapport de Présentation du PLU.

Le PLU doit faire l'objet d'un état initial de l'environnement qui doit poser un diagnostic des problématiques risques, ruissellement, qualité des milieux récepteurs, etc. Ce diagnostic est fondé sur les études existantes et sur des investigations spécifiques (études risques, études hydrauliques et hydrologiques, études de sols, etc.) menées pour l'occasion.

Ces études sont nécessaires pour argumenter et justifier dans le rapport de présentation les grandes options prises pour l'aménagement du territoire. Le cas échéant, le travail d'élaboration du PLU peut s'appuyer sur les investigations particulières menées pour la réalisation du zonage pluvial. Il doit aussi intégrer les études et informations, notamment en termes de réglementation et risques, présentées par les services de l'État dans le cadre du "porter à connaissance".

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple à définir dans un PLU par modification ou révision du document</li> <li>- Contribue à l'alimentation de la nappe</li> <li>- Permet un traitement des eaux pluviales à la parcelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contraire au principe de densification de la loi SRU</li> <li>- Augmente l'étalement urbain</li> </ul>

### **ZU8 – Limiter le stationnement**

Le stationnement est aussi un facteur important d'aggravation du phénomène de ruissellement en zone urbaine. Afin de gérer correctement le stationnement en zone urbaine, le PLU peut :

- limiter le nombre de stationnement en fonction de la destination du bâti (article 12 du règlement),
- imposer des aires de stationnement perméables (article 12).



Par ailleurs, le règlement du PLU peut imposer la création de stationnement perméable afin de limiter le ruissellement.

Le revêtement poreux constitue une solution alternative au revêtement traditionnel imperméable. Il permet de diminuer les surfaces imperméabilisées, ce qui présente l'avantage, non négligeable, de réduire le ruissellement pluvial. Bien qu'ils soient principalement destinés à la gestion quantitative des eaux pluviales, les revêtements poreux peuvent aussi procurer d'importants avantages sur le plan qualitatif.

Parmi les matériaux de surface, on distingue :

- les matériaux modulaires,
  - pavés non poreux, utilisés en surface perméable. Il s'agit de pavage en béton classique. Le drainage est assuré par des joints larges ou par des perforations.
  - pavés et dalles poreux en béton : le drainage est assuré par la porosité du matériau et par les joints non garnis.
- les matériaux autres que modulaires :
  - les matériaux non traités sans fines,
  - les bétons bitumineux.

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception simple</li> <li>- Bonne intégration dans le tissu urbain</li> <li>- Contribue à l'alimentation de la nappe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de colmatage</li> <li>- Entretien indispensable</li> <li>- Désherbage nécessaire</li> </ul>

Coûts indicatifs
Pavés drainants : coûts supérieurs de 10-15 % aux pavés classiques

## ZU9-11

### ZONES URBANISEES

#### Favoriser l'écoulement des eaux pluviales

- ZU9** – Orienter le bâti dans le sens du courant principal  
**ZU10** – Instaurer la transparence hydraulique  
**ZU11** – Aménager les voiries

#### Buts

Favoriser l'écoulement des eaux pluviales jusqu'à l'exutoire.  
 Limiter les obstacles au libre écoulement des eaux.

#### Généralités

Après l'imperméabilisation, la création d'obstacles au libre écoulement des eaux est la deuxième cause des phénomènes d'inondation par ruissellement dans les zones urbanisées.

La présence d'obstacles au libre écoulement des eaux pluviales engendre une stagnation des eaux qui, lors de fortes pluies, crée des inondations.

En zones urbaines, les obstacles peuvent être de différentes natures : bâtiments, murs de clôture, soubassements, etc.

D'autre part, afin d'éviter une accumulation des eaux pluviales en amont lors de fortes épisodes pluvieux, l'écoulement des eaux sur les voiries peut être accéléré en adoptant certains profils de voirie spécifiques.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

##### ZU9 – Orienter le bâti dans le sens du courant principal

Dans un premier temps, il est nécessaire de connaître le sens des écoulements principaux. Généralement, le zonage d'assainissement pluvial doit décrire les écoulements principaux, au moins dans les zones urbanisées.

Le PLU peut alors orienter le bâti dans le sens du courant principal afin de faciliter l'écoulement des eaux.

Afin d'orienter le bâti, deux pièces du PLU peuvent le permettre : le règlement et les orientations particulières d'aménagement (facultatives).

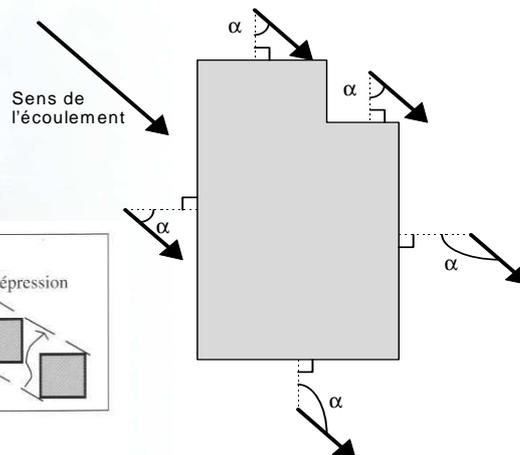
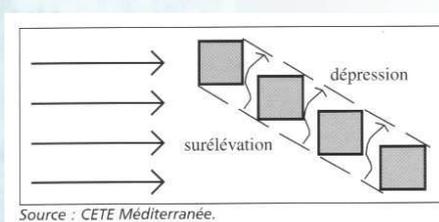
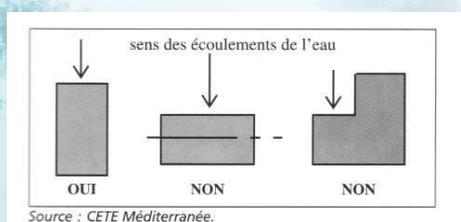
Dans le règlement :

- implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques (article 6),
- implantation des constructions par rapport aux limites séparatives (article 7),
- implantation des constructions les unes par rapport aux autres (article 8).

Les orientations particulières d'aménagement peuvent spécifier l'orientation du bâti dans certains secteurs soumis au risque de ruissellement grâce à des schémas de principe.

Sont considérés comme :

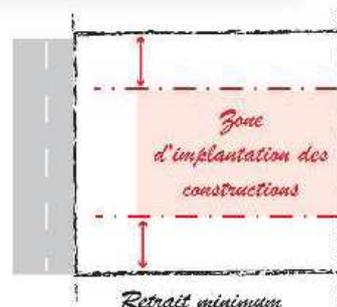
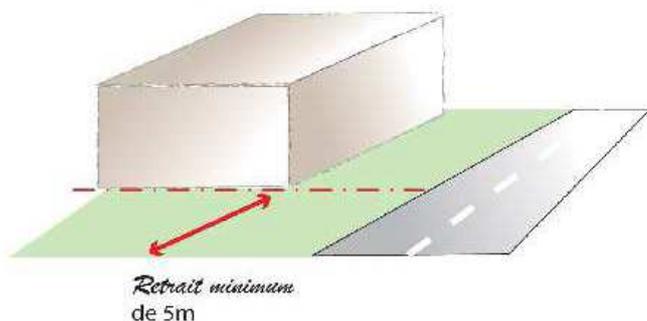
- directement exposées, les façades pour lesquelles  $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$
- indirectement ou non exposées, les façades pour lesquelles  $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$



#### Bons et mauvais exemples de constructions par rapport au sens d'écoulement

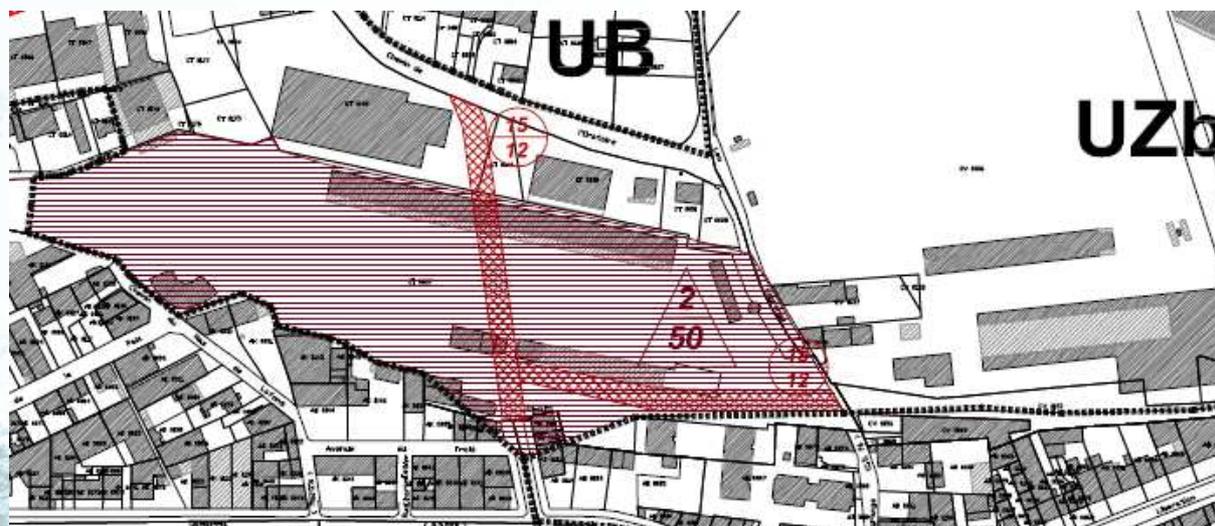
(Source : Guide concernant les mesures de prévention – Plans de prévention des risques naturels – Risques d’inondation, La documentation française)

### Implantation des constructions par rapport aux limites séparatives (art. 7)



### Exemple : schéma de principe d'implantation des constructions par rapport aux limites séparatives (Castres-Mazamet)

Le zonage du PLU peut également imposer l'orientation en définissant des zones de *non aedificandi*. Ces mêmes zones de *non aedificandi* peuvent également être utilisées pour protéger les secteurs d'écoulement principal (fond de vallons, thalwegs, etc).



### Exemple d'une zone inondable « non aedificandi » en zone urbaine (ville de Châteaurenard)

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Outil réglementaire simple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite une étude hydraulique préalable pour connaître les écoulements principaux</li> <li>- Difficile à mettre en place dans les zones urbanisées denses</li> <li>- Augmente l'étalement urbain</li> <li>- Une forme présentant peu ou pas de décrochement et orientée dans le sens de la pente du terrain peut poser un problème de conception</li> </ul>

### ZU10 – Instaurer la transparence hydraulique

Les clôtures sont un autre élément d'obstacle au libre écoulement des eaux pluviales. Il s'agit des murs de clôture, ou des soubassements des clôtures grillagées.

Le règlement du PLU peut imposer la transparence hydraulique de clôtures. Il s'agit de l'article 11 du règlement.

## ZU9-11

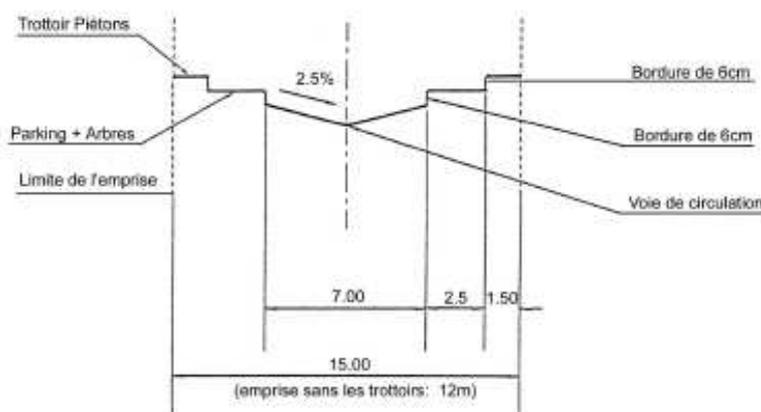
Dans certains cas, le règlement peut interdire les murs de clôture et prescrire l'implantation de clôtures végétalisées.

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Outil réglementaire simple</li> <li>- Intérêt paysager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficile à faire appliquer</li> </ul>

### ZU11 – Aménager les voiries

Certains profils de voirie permettent de favoriser l'écoulement des eaux pluviales, grâce à une configuration spécifique de pente, d'emprise, de hauteur de trottoirs.

A titre d'exemple, le profil ci-dessous permet d'évacuer une capacité C de près de 3,5 m<sup>3</sup>/s avec un remplissage au niveau de la 2ème bordure de trottoir et une pente de 1 % (données : CETE du Sud-Ouest).



**Schéma de principe d'une voirie en « V »**

Le tableau suivant illustre la capacité d'écoulement C de la voirie en « V » ci-dessus en fonction de son emprise et de sa pente.

Emprise (m)	Pente				
	0,1 %	0,6 %	1 %	3 %	5 %
	C (m <sup>3</sup> /s)				
9	0,25	0,85	1,10	1,91	2,46
13	0,79	1,93	2,50	4,32	5,58
15	1,08	2,56	3,43	5,94	7,57

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficace dans les zones à risque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite d'une réflexion en amont de tout projet d'aménagement</li> <li>- Coût supplémentaire</li> </ul>



## ZU12

### ZONES URBANISEES

#### Réaliser des bassins de rétention

ZU12 – Réaliser des bassins de rétention

#### Buts

Favoriser le stockage des eaux pluviales en amont.  
Réduire la vulnérabilité en aval.

#### Généralités

Les bassins de rétention sont adaptés pour des opérations d'aménagement d'ensemble, comme les ZAC (Zone d'Aménagement Concerté), les lotissements ou les PAE (Projets d'Aménagement d'Ensemble).

Après stockage, les eaux pluviales sont soit évacuées vers un exutoire de surface (bassin de rétention) soit infiltrées dans le sol après rétention (bassin de rétention/infiltration).

Parmi les bassins à ciel ouvert, on distingue :

- les bassins de rétention qui contiennent de l'eau en permanence,
- les bassins de rétention secs qui se vidangent complètement vers un exutoire suite à un événement pluvieux,
- les bassins de rétention-infiltration pour lesquels l'eau s'infiltré lentement dans le sol après un épisode pluvieux.

#### Principe(s) / Technique(s) d'intervention

Plusieurs étapes sont nécessaires à la conception d'un bassin de rétention :

- topographie : l'étude de la topographie est la première étape à réaliser afin de vérifier la faisabilité du projet,
- études géotechniques : ces études permettent de définir si les matériaux du sol conviennent pour une bonne stabilité des talus, la perméabilité des matériaux, leurs modalités de compactage, les contraintes de mise en œuvre,
- hydrologie : les études hydrologiques permettent de calculer les apports en eau du bassin versant et le volume d'eau à stocker,
- hydraulique : les études hydrauliques permettent de dimensionner le réseau de transport amont et aval ainsi que les ouvrages techniques du bassin,
- qualité des eaux : les études de qualité des eaux permettent de cerner les objectifs de dépollution des eaux de ruissellement dans l'ouvrage de rétention

Avantages	Recommandations, informations
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficace dans les zones à risque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite d'une réflexion en amont de tout projet d'aménagement</li> <li>- Coût supplémentaire</li> <li>- Ne permet de stocker que les premières pluies</li> <li>- Coûteux et a priori non subventionné</li> </ul>

