

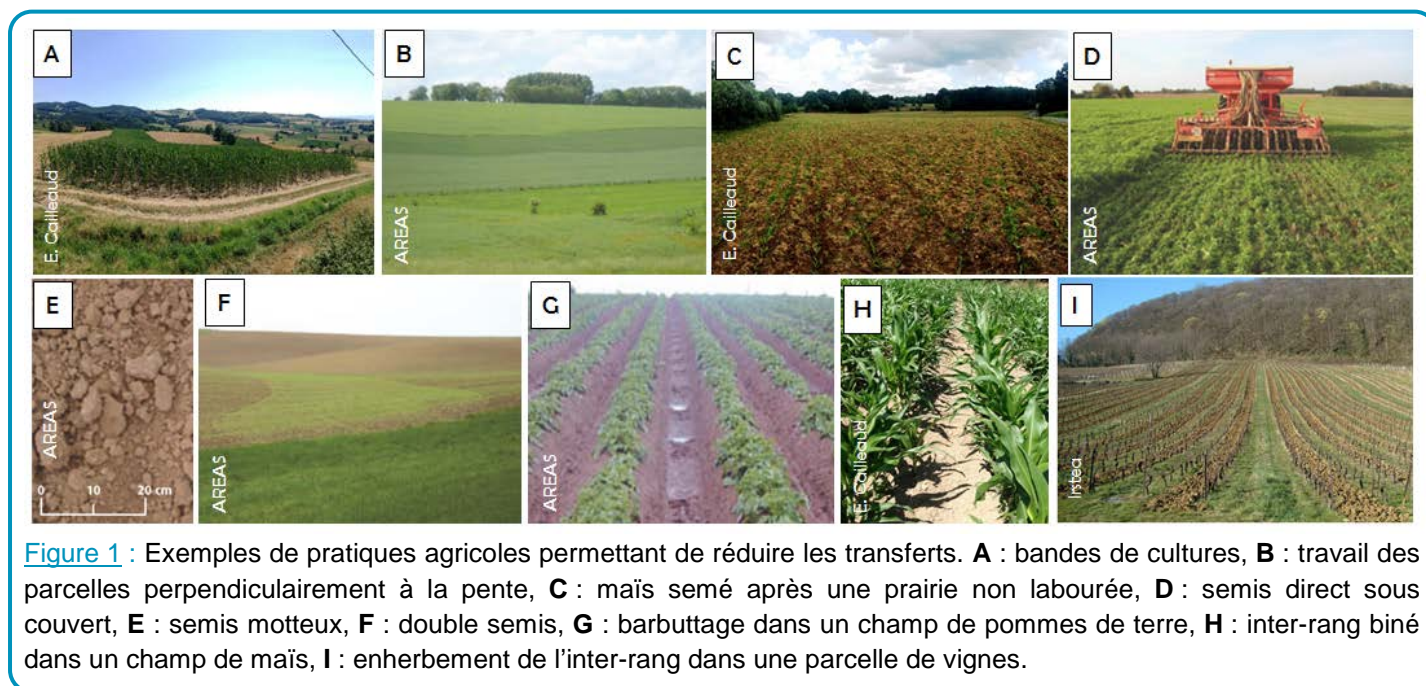
## Leviers pour réduire les transferts de particules de sol et de pollutions diffuses agricoles aux milieux aquatiques

Outre la réduction de l'usage des intrants, qui n'est pas traitée ici, pour **réduire les transferts** par ruissellement, érosion hydrique et drainage, plusieurs **leviers** existent : les **pratiques agricoles** et les **dispositifs tampons** (1, 2, 3, 4, 5).

### Les pratiques agricoles limitant les transferts (3, 6, 7, 8, 9)

Différentes pratiques agricoles peuvent être mises en place pour réduire les transferts (Tableau 1, Figure 1). Elles regroupent les **aménagements parcellaires à l'échelle du bassin versant** mais aussi toutes les **pratiques** qui, à l'échelle de la parcelle, protègent les sols, et en particulier pendant les périodes où ils sont plus sensibles au ruissellement et à l'érosion hydrique.

Ces pratiques ont pour but de **ralentir les écoulements**, de **favoriser l'infiltration et la sédimentation des particules érodées** et de **stocker temporairement**, voire de **réduire les pollutions diffuses** (exemple : dégradation des phytosanitaires, absorption des nitrates, etc.). Les changements de pratiques agricoles sont essentiellement des mesures préventives.



À l'échelle du bassin versant, il convient de repenser l'aménagement parcellaire. Les grandes parcelles orientées dans le sens de la pente avec des entrées de champs au point le plus bas sont à proscrire puisqu'elles favorisent la concentration des écoulements et l'apparition de coulées de boue. Il faut leur préférer des parcelles plus petites ou bien envisager un découpage de la parcelle en bandes de culture travaillées perpendiculairement au sens de la pente (Figure1A et B). La diversification de l'assolement est une pratique à adopter pour limiter les ruissellements et l'érosion hydrique. La diversité des cultures (d'hiver, de printemps, dérobées) réduit le pourcentage de sols nus à l'échelle du versant à chaque saison. Enfin, le maintien des

prairies, et notamment des prairies permanentes, est une pratique très favorable à la réduction des transferts.

À l'échelle de la parcelle, certaines pratiques culturales peuvent être modifiées pour assurer une meilleure protection du sol.

La gestion de l'interculture doit avoir pour objectif de couvrir au maximum le sol (mulch ou couvert végétal) afin de le protéger de l'effet *splash* (Figure1C et F). L'implantation d'un couvert végétal efficace est essentielle pour protéger le sol en interculture pendant la période hivernale.

Pratiques agricoles		Définition - Caractéristiques	Réglementation - Avantages et inconvénients	Sources
<b>À l'échelle du bassin versant et de l'aménagement parcellaire</b>				
Réduction de la taille des parcelles	Parcelle de plus petite taille		Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues)	(1)
Modification de l'orientation des parcelles	Redécouper les parcelles pour que le côté le plus long soit perpendiculaire à la pente		Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues)	(6)
Mise en œuvre de bandes de cultures	Bandes de culture travaillées perpendiculairement au sens de la pente, rôle de dispositif tampon		Les + : limiter l'apparition d'écoulements concentrés et les grands volumes d'eau restitués au bas des parcelles (coulées de boues), augmentation de l'infiltration, piégeage des particules de sol Les - : récolte plus contraignante	(6)
Diversification de l'assolement	Alternance des cultures sur une même parcelle Alternance des cultures à l'échelle du bassin versant		Les + : préservation de la fertilité et de la productivité du sol, réduction des pressions des parasites et des maladies, augmentation de la MO : augmentation de la stabilité structurale du sol et de la capacité de rétention du sol, stimulation de l'activité biologique : favorable à la dégradation et l'adsorption des phytosanitaires Les - : gestion des assolements à l'échelle du BV implique un travail collectif souvent difficile à mettre en place Pas de réglementation à ce jour sur la teneur en MO des sols	(3) ; (6)
Modification des entrées de champ et des tournières	Positionnement de l'entrée de champ en point haut Agrandissement des tournières perpendiculaires à la pente		Les + : éviter la concentration des écoulements	(3) ; (6)
Maintien des prairies permanentes	Prairies jamais retournées		Les + : limitent l'apparition d'écoulements concentrés, ralentissent les écoulements, favorisent l'infiltration et le dépôt des particules de sol	(3) ; (6)
<b>À l'échelle de la parcelle</b>				
<b>Gestion de l'interculture</b>				
Résidus de cultures et couvert mort (mulch)	Laisser les résidus de cultures Laisser un couvert d'interculture en place jusqu'à la mise en place de la culture suivant		Les + : protéger le sol de l'effet <i>splash</i> , limiter l'apparition d'une croûte de battance, limiter l'apparition d'écoulements concentrés Les - : effets allélopathiques	(3) ; (6)
Couvert vivant	Maximiser la couverture des sols par un couvert végétal tout au long de l'année et en particulier pendant les périodes à risque		Les + : piège à nitrates, biodiversité, nettoyage/assainissement parcelles, amélioration structure du sol, restitution d'azote à la culture suivante Les - : temps, gestion de l'interculture, compétition CIPAN semis culture suivante, effets allélopathiques, agents pathogènes et nuisibles Réglementation : CIPAN si interculture de type CIPAN	(3) ; (6)
<b>Travail du sol</b>				
Réduction de l'intensité de travail du sol : techniques culturales simplifiées (TCS) ou sans labour (TCSL)	Systèmes de cultures basés sur la réduction du labour et la réduction des passages d'outils de travail du sol, voire sur du non travail du sol (TCSL). Elles concernent l'ensemble des opérations de travail du sol : labour, décompactage, sous-solage, travail superficiel, déchaumage, préparation du lit de semences, désherbage mécanique (binage), travail en bande, semis sur billon		Les + : bioporosité, réduction du transfert d'azote, protection du sol, limite l'affinement du sol et donc l'apparition d'une croûte de battance, moins de passage d'engins donc moins de traces de roues profondes, dégradation des produits phytosanitaires en raison d'une activité biologique plus importante, réduction des transferts de phytosanitaires en raison d'une meilleure adsorption liée à une plus grande proportion de MO Les - : TSCL risque au ruissellement car, parfois, diminution de la vitesse d'infiltration (conseil : maintenir mécaniquement une porosité verticale) ; délai de réapparition de la bioporosité long	(8)
Autres équipements agricoles	Pneus basse pression ou jumelés, effaceur de traces de roues, outils à dents vibrantes		Les + : limitent l'apparition d'écoulements concentrés, préservent les mottes dans l'inter-rang Les - : multiplicité d'équipements -> conseil : association de matériel pour limiter le nombre de passage	(3) ; (6)
Semis	Perpendiculaire à la pente, motteux, double semis : bande de culture avec une densité de semis supérieure au sein d'une parcelle, semis en réparti pour le maïs : répartition aléatoire des graines de maïs pour faire disparaître l'inter-rang, semis direct sous mulch		Les + : réduction du ruissellement, limitation de la concentration des écoulements Les - : équipements	(3) ; (6)
<b>Cultures à risque : permanentes et sarclées</b>				
Barbutage	Technique qui consiste à créer des buttes tous les mètres dans les rangs de légumes		Les + : réduction de la vitesse des écoulements, stockage temporaire d'eau dans les inter-buttes, réduction du transfert des intrants Les - : temps (conseil : l'associer à un autre matériel), coût	(3)
Inter-rang des cultures sarclées	Binage pour augmenter la rugosité du sol		Les + : ralentit les écoulements, détruit la croûte de battance, favorise l'infiltration de l'eau dans le sol Les - : temps de travail	(3) ; (6)
Enherbement dans les plantations pérennes	Enherbement des inter-rangs des cultures de couverture pérennes (vignes, vergers)		Les + : ralentissement des écoulements, augmentation de l'infiltration, piégeage des sédiments, Les - : en régions plus sèches compétition pour l'eau, entretien/gestion de l'enherbement	(3) ; (6)
<b>Protection des abords de cours d'eau</b>				
Clôture et points d'abreuvement	Mise en défens de zones sensibles (clôture, points d'abreuvements (pompes à museau, etc.)		Les + : limiter l'érosion des berges et les transferts de nitrates dans le cours d'eau (excréments du bétail)	

**Tableau 1 : Synthèse des pratiques agricoles permettant de réduire les transferts.**

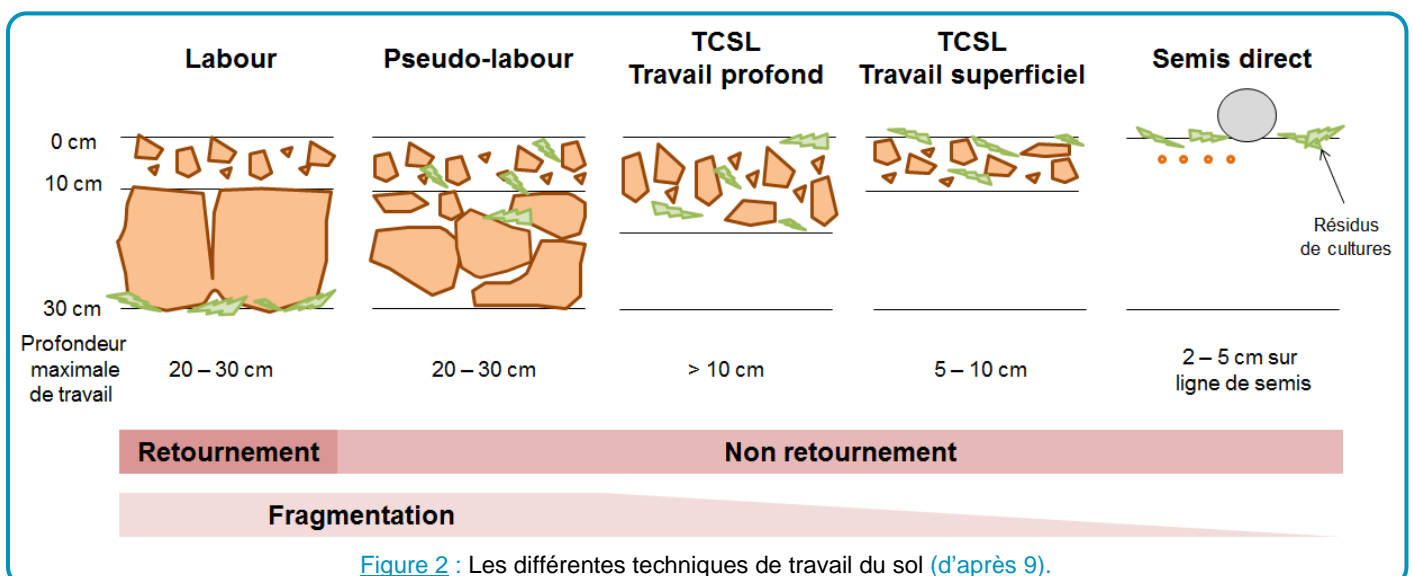
L'efficacité de la protection du sol dépendra de l'état de développement du couvert (date de semis, choix des espèces en mélange) et de ses dates et modes de destruction. Le rôle de cette couverture est différent de celui de la culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN). La CIPAN est souvent détruite à l'automne après avoir joué son rôle de fixation d'azote disponible dans le sol. Dans un objectif de protection du sol, le couvert doit être maintenu pendant les périodes de forte sensibilité au ruissellement et à l'érosion hydrique (octobre-novembre jusqu'à la sortie d'hiver et orages de printemps). Les systèmes de couverture permanente du sol, qui combinent maximisation du couvert végétal et semis direct ou strip-till ([Figure1D](#)), sont les plus efficaces pour réduire les transferts. Dans ces systèmes, la capacité de rétention en eau du sol est souvent augmentée, même si la vitesse d'infiltration est parfois réduite par rapport à un labour.

La réduction de l'intensité de travail du sol permet la réduction des transferts. Les techniques culturales sans labour (TCSL) s'étendent du travail profond par décompactage au semis direct ([Figure 2](#)). La réduction de l'intensité du travail du sol permet de conserver une structure de sol (porosité, perméabilité et stabilité) limitant l'apparition de ruissellement et d'érosion hydrique ([Figure1D et E](#)). En l'absence de retournement des premiers horizons du sol, elle permet également de maintenir en surface des résidus de cultures. La protection du sol est nécessaire sur tout le cycle cultural. La couverture hivernale des sols par les céréales d'hiver est souvent insuffisante pour assurer une protection efficace. Les résidus de cultures laissés en surface

assurent la protection du sol lors des premiers stades des cultures (de la levée au tallage des céréales). Les pratiques culturales les plus efficaces sont le travail superficiel (5-10 cm), le strip-till et le semis direct. Le strip-till, adapté aux cultures sarclées, combine travail profond sur le rang et semis direct, conservant ainsi un inter-rang sans travail du sol. Les pratiques peuvent également être adaptées dans les systèmes avec labour, avec un lit de semence motteux, le double semis ([Figure1F](#)), ou les cultures associées.

Les cultures permanentes (vignes et vergers) et les cultures sarclées (à inter-rangs large, exemples : maïs, pomme de terre, betterave, etc.) sont les plus sensibles aux transferts. L'implantation perpendiculairement au sens de la pente est à privilégier pour ces cultures. Ces cultures doivent être exclues des parcelles présentant une pente trop importante. Pour réduire les transferts, des aménagements des inter-rangs sont conseillés (barbutage, binage et enherbement de l'inter-rang) ([Figure1G, H et I](#)).

Les pratiques pour réduire les transferts dépendent de la culture en place dans la parcelle. Elles sont à adapter en fonction de cette culture (3). Pour atteindre l'efficacité des actions menées pour réduire les transferts, et donc préserver la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, il est recommandé d'analyser les facteurs déclassant la qualité et de modifier les pratiques à l'origine de la pression (type de culture, type de molécule, période d'application, etc.). Certaines réglementations peuvent inciter au changement de pratiques (Bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) de la PAC) (7).



### Les dispositifs tampons (2, 3, 4, 5, 6, 10)

Un dispositif tampon correspond à « *un espace inter ou intra-parcellaire du paysage rural destiné à assurer une fonction d'interception et d'atténuation (rétention et/ou dégradation) des transferts de contaminants d'origine agricole vers les milieux aquatiques* » (5). Les dispositifs

tampons peuvent être des mesures préventives ou bien curatives suivant le contexte.

Dispositifs	Définition - Caractéristiques	Réglementation - Avantages et inconvénients	Sources
<b>Enherbés</b>	Zones de végétation spontanée ou implantée	Les + : rustiques donc faciles à installer et entretenir et peu coûteux, ralentissent le ruissellement de surface, limitent l'apparition d'écoulements concentrés, protègent de l'effet <i>splash</i> , retiennent les sédiments, zones d'infiltration, habitats pour la biodiversité Les - : parfois importante emprise au sol	(5) ; (6)
Bandes	De largeur variable, avec une végétation herbacée, le long des cours d'eau définis par arrêté ministériel relatif aux règles BCAA (les cours d'eau concernés correspondent à ceux représentés par un trait bleu plein voire certains en trait bleu pointillé sur les cartes de l'IGN au 1/25000 <sup>e</sup> .)	Réglementation = BCAA1 / bande tampon : largeur minimale 5 m ou plus dans les zones vulnérables* nitrates, peut intégrer chemins (sols nus) et ripisylves longeant des cours d'eau Non autorisé : fertilisation, phytosanitaires, entreposage de matériel agricole ou d'irrigation, stockage de produits ou sous-produits de récolte ou déchets (fumier), labour Autorisé : travail superficiel du sol, pâturage, fauche ou broyage sur 20 m de large au maximum, amendements alcalins	(5) ; (7)
Coins de parcelles	Bande enherbée pour les parcelles avec une double pente faisant converger les écoulements		
Chenaux dans les talwegs	Écoulement non permanent		
Chemins			
Bordures de champ étroites	< à 1 m, colonisées par la végétation spontanée, en limite de parcelle, de fossé ou de voirie		(5)
Prairies	Naturelles ou implantées, pérennes ou temporaires, souvent destinées au pâturage ou production de fourrage, en fond de vallée = prairies de bas-fond ou prairies humides		
Friches	Parcelles en déprise agricole, sans entretien, spontanément colonisées par la végétation		
<b>Ligneux</b>	Zones de végétation avec des espèces arborées et arbustives	Les + : diminuent ruissellement et flux de particules en surface, zones d'infiltration, protègent de l'effet <i>splash</i> , zone de stockage (polluants et carbone), réduction de la lixiviation des nutriments en excès (nitrates) en raison de l'évapotranspiration et de l'absorption racinaire, influent sur la recharge de la nappe en eau, influent sur les écoulements et flux de la nappe superficielle, favorisent le dépôt des sédiments, stabilisent les berges des cours d'eau, réduisent la dérive des phytosanitaires, habitat pour la biodiversité (Trame verte) Les - : dispositifs exigeants en termes d'entretien et d'efficacité (délai)	(5) ; (6) ; (10)
Ripisylves	Boisements plus ou moins larges, spécifiques des zones ripariennes, corridor plus ou moins continu le long des berges de cours d'eau Végétation adaptée aux excès d'eau (saules, aulnes, peupliers, bouleaux)	Les + : fonctions environnementales (thermie, habitat, biodiversité, laminage des crues), valorisation biomasse Les - : coûts financier et temporel de l'entretien	(5)
Haies à plat ou sur talus	Structure végétale linéaire	Réglementation = BCAA7 / maintien des particularités topographiques : absence de taille entre le 1/04 et 31/07 inclus Les + : haies denses = peignes hydrauliques, favorisent l'apparition de zones avec conditions favorables pour la dénitrification, valorisation biomasse Les - : entretien, compétition avec cultures	(5) ; (7) ; (10)
Bois et bosquets	Boisements sur surface variable dans des zones de terrains sensibles (fond de talweg) ou haut de versant	Réglementation = BCAA7 / maintien des particularités topographiques : absence de taille entre le 1/04 et 31/07 inclus	(3) ; (5) ; (7)
Fascines	Dispositifs construits et constitués de fagots de branchages maintenus entre deux rangées de pieux	Les + : celles faites de bois vivant comme le saule deviennent des haies, ralentissent les écoulements et favorisent le dépôt de sédiments Les - : celles faites de bois mort devront être renouvelées, entretien, taille des fascines vivantes, dispositif temporaire car possibilité de réduction de son efficacité par l'accumulation de dépôts en amont	
<b>Talus ou merlons</b>	Petites levées de terre en bordure de parcelle ou dans une parcelle, d'une hauteur de 50 cm à 1,5 m, enherbées ou plantées de haies	Influencent le chemin hydraulique, obstacles aux écoulements superficiels	(5)
<b>Fossés</b>		Les + : mis en place pour évacuer les eaux pour limiter l'érosion ou assainir les parcelles agricoles Les - : collectent et transfèrent aussi les contaminants d'origine agricole	(5)
végétalisés	Avec végétation permanente et dense (forte rugosité)	Les + : ralentissent les écoulements et augmentent le temps de séjour de l'eau et la possibilité de décantation et/ou dégradation des contaminants agricoles	(5)
à redents	Morcelés par une succession de petites buttes transversales	Les + : stockent de l'eau, favorisent son infiltration	
<b>Plans d'eau</b>	Artificiel ou naturel	Les + : permettent de gérer les écoulements concentrés issus du versant, des drains et des fossés, favorables aux dépôts de sédiments, à la dégradation des phytosanitaires et au captage des nutriments (nitrate et phosphore) Les - : entretien nécessaire sur la durée (curage)	(5)
Mares, étangs	Au maximum 5 000 m <sup>2</sup> et 2 m de profondeur, permanents ou temporaires	Réglementation = BCAA7 / maintien des particularités topographiques : sur l'exploitation, mares > à 10 ares et ≤ 50 ares Les + : ceux de faible profondeur permettent le développement de végétaux ce qui favorise la capture et la dégradation des contaminants agricoles	(5) ; (7)
Retenues collinaires	Retenue alimentée uniquement par interception d'écoulements hors cours d'eau (définition AELB), généralement destinées à l'irrigation ou au soutien d'étiage		(5)
Zone tampon humide artificielle (ZTHA) ou zone tampon épuratoire	Ouvrages rustiques, aménagés en aval d'un réseau de collecte d'écoulements (fossés ou drains). En milieu agricole, une ZTHA est un bassin de rétention, ou une mare existante, de profondeur et de hauteur d'eau variables, végétalisée ou non.	Réglementation = Loi sur l'eau IOTA (installations, ouvrages, travaux et aménagements) Soumises à la procédure IOTA (déclaration ou dossier d'autorisation, DDT) Les + : stockent temporairement les eaux avant de les restituer aux cours d'eau et favorisent leur épuration En parallèle : réduction du transfert des phytosanitaires avec ouverture contrôlée par l'agriculteur En série : réduction du transfert des nitrates mais réduit l'efficacité pour les phytosanitaires	(4) ; (5)

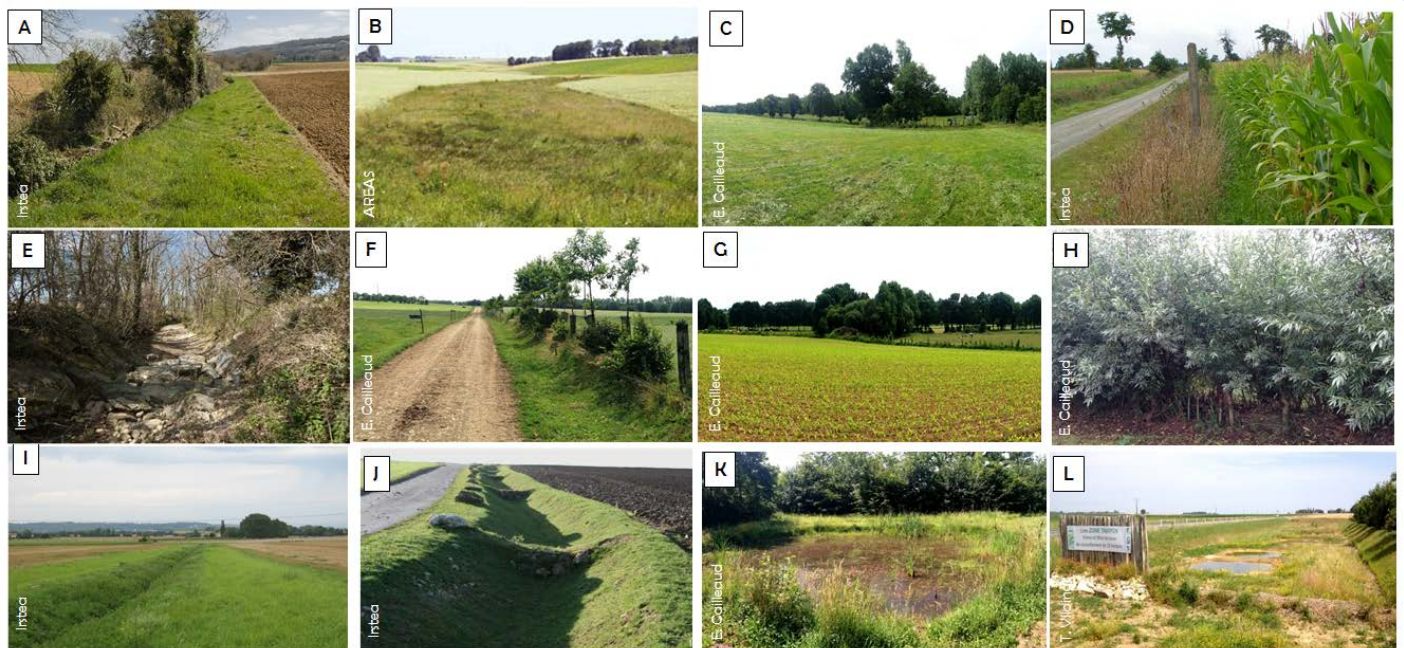
Tableau 2 : Synthèse des différents types de dispositifs tampons.

Il en existe différents types : les dispositifs enherbés, les dispositifs ligneux, les dispositifs en talus ou merlons, les dispositifs de type fossés et les dispositifs de type plan d'eau (Tableau 2, Figure 3). Ces dispositifs ont une fonction d'**atténuation hydrique**. Ils **ralentissent les écoulements, favorisent l'infiltration et augmentent la capacité de stockage** du sol. Ils permettent la **réétention des particules de sol** érodées en amont et peuvent permettre de **réduire les pollutions diffuses** (exemple : dégradation des phytosanitaires, absorption des nitrates ou dénitrification, etc.). Ils **réduisent donc les transferts**.

**Particules de sol, matière organique et contaminants adsorbés (dont phosphore).** Pour réduire leur transfert il faut diminuer la vitesse des écoulements et créer des ruptures de pente pour favoriser la sédimentation des particules. Les dispositifs tampons avec une capacité de rétention des eaux favoriseront l'infiltration. Pour le transfert par ruissellement érosif diffus, les bandes enherbées (faible charge en sédiment) (Figure 3A) et les haies denses (moyenne à forte charge en sédiment) (Figure 3F), placées perpendiculairement à la pente, diminueront les vitesses d'écoulement et favoriseront l'infiltration. Pour le transfert par ruissellement érosif concentré, les chenaux enherbés

(Figure 3B), notamment dans le fond des talwegs (faible à moyenne charge en sédiment), et les haies denses et fascines (Figure 3F), positionnées perpendiculairement à l'écoulement (moyenne à forte charge en sédiment), diminueront les vitesses d'écoulement, favoriseront l'infiltration et limiteront les risques d'érosion. Enfin, pour le transfert via drainage, les zones tampons humides artificielles (Figure 3L) ou encore les fossés (Figure 3I et J), semblent être les dispositifs les plus intéressants.

**Nitrates.** Pour réduire leur transfert il faut stimuler l'absorption racinaire et la dénitrification. Pour les transferts en sub-surface, les dispositifs tampons de type boisement (Figure 3E, F, G et H) et prairies humides dans les bas-fonds hydromorphes (Figure 3C), et à proximité des cours d'eau (Figure 3F), favoriseront la dénitrification et l'absorption racinaire. Les haies bocagères (Figure 3F), placées perpendiculairement à la pente, favoriseront quant à elles uniquement l'absorption racinaire. Pour les transferts via drainage, l'installation d'une zone tampon humide artificielle (Figure 3L), entre l'exutoire du drainage et le cours d'eau, favorisera la dénitrification voire l'absorption racinaire si des végétaux s'y développent.



**Figure 3 :** Exemples de dispositifs tampons. **A** : bande tampon réglementaire en bord de cours d'eau, **B** : chenal enherbé, **C** : prairie sur un versant associée à une haie au niveau de la ceinture de bas-fond, **D** : bordure de champ étroite à l'interface entre parcelle cultivée et voirie, **E** : ripisylve (de part et d'autre d'un cours d'eau temporaire), **F** : haie sur talus le long d'un chemin en milieu de pente, **G** : bosquet, **H** : fascine de bois vivant, **I** : fossé enherbé, **J** : fossé à redents, **K** : mare, **L** : zone tampon humide artificielle (ZTHA).

**Phytosanitaires.** Pour limiter leur transfert par ruissellement diffus, les bandes enherbées (Figure 3A) ou boisées (Figure 3F), placées perpendiculairement à la pente ou bien le long des fossés et du chevelu

hydrographique, favoriseront l'infiltration, la réétention et la dégradation des molécules. Pour leur transfert par ruissellement moyennement concentré, les chenaux enherbés (Figure 3B) et les coins de parcelles enherbés

favoriseront l'infiltration, la rétention et la dégradation des molécules. Enfin, pour le ruissellement concentré ou le drainage, les zones tampons humides artificielles (Figure 3L), positionnées en parallèle, et les fossés végétalisés (Figure 3I) et/ou à redents (Figure 3J) permettent la rétention et la dégradation des molécules.

Le dispositif tampon à mettre en place est aussi fonction de sa future position sur le versant et de son objectif (Figure 4) :

- haut du versant : limiter la production de ruissellement, et le transfert des polluants dissous;

- milieu du versant : limiter la concentration du ruissellement et l'apparition d'érosion linéaire, et limiter le transfert de pollutions diffuses, dissoutes et adsorbées, et de particules de sol ;
- ceinture de bas fond : infiltrer les eaux provenant des ruissellements du versant et faire sédimenter les particules issues de l'érosion du versant, et réduire les transferts de particules de sol et de pollutions diffuses, dissoutes et adsorbées aux milieux aquatiques.

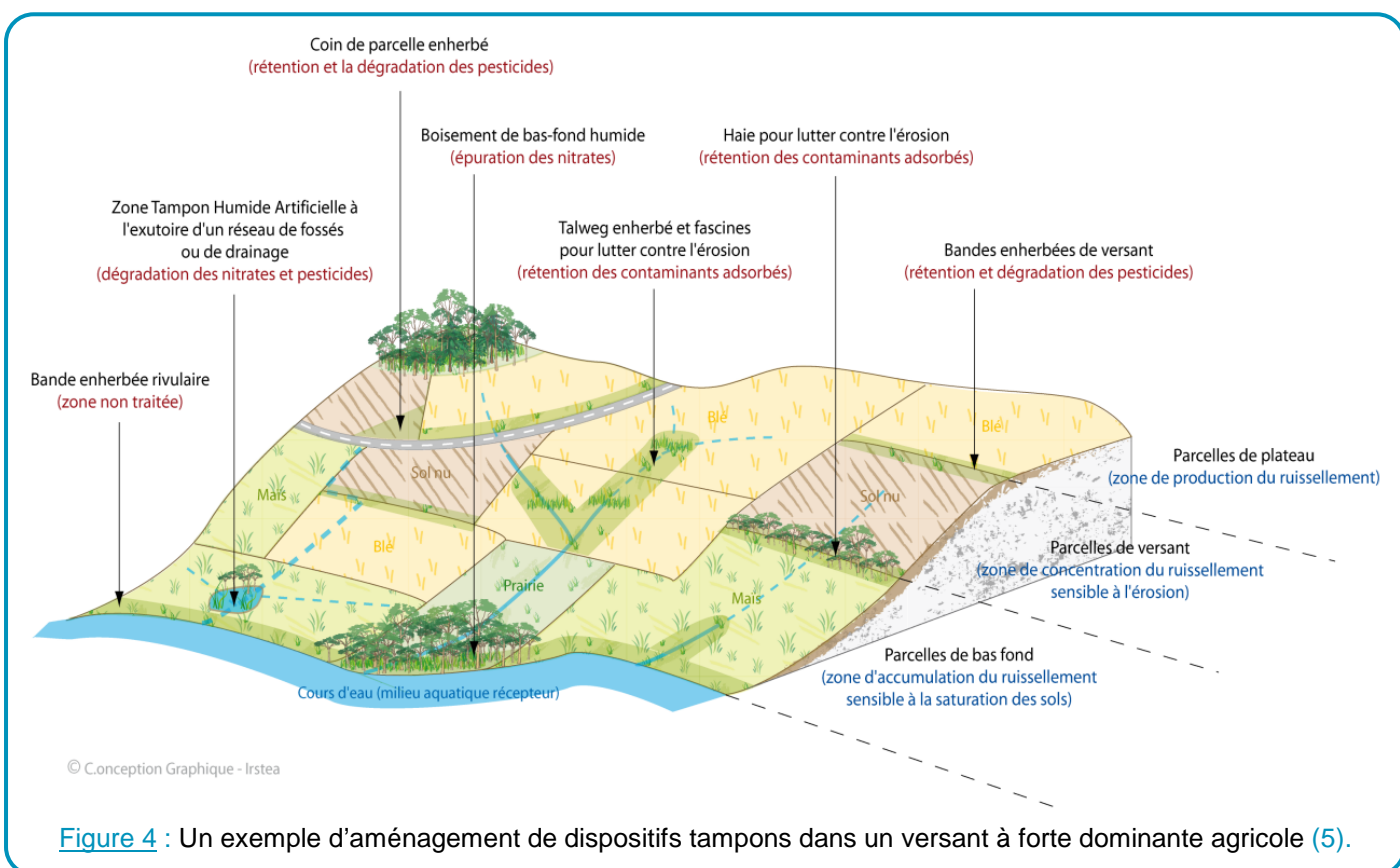


Figure 4 : Un exemple d'aménagement de dispositifs tampons dans un versant à forte dominante agricole (5).

## Conclusions et perspectives

Certaines pratiques agricoles et les dispositifs tampons permettent de limiter les transferts de particules de sol et de pollutions diffuses aux milieux aquatiques. Pour plus d'efficacité, les dispositifs tampons doivent être installés en complément de changements de pratiques agricoles. Afin de limiter au maximum les transferts, la **complémentarité des dispositifs** est à rechercher. La lutte contre les transferts par ruissellement, érosion

hydrique et drainage doit être envisagée à **l'échelle du bassin versant** et non uniquement à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation agricole (3, 5). Dans les territoires où les sols favorisent l'infiltration, il convient de rester vigilant. La réduction des transferts en surface ne doit pas favoriser la contamination des nappes souterraines.

### Pour aller plus loin :

(1) Le Bissonnais Y., Thorrette J., Bardet C., Daroussin J. (2002). *L'érosion hydrique des sols en France*, Rapport INRA/IFEN. 106 p.

#### Les aménagements paysagers :

(10) Grimaldi C. (2014) *Des haies dans un paysage rural pour la régulation de la pollution diffuse*, acte du colloque Agro Paris Tech sur *Les aménagements agricoles pour favoriser la protection de l'environnement*. 65 diapos.

Site internet dispositifs tampons : <http://zonestamponts.onema.fr/> et en particulier les rapports :

- (2) Corpen (2007) (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENvironnement). *Les fonctions environnementales des zones tampons : les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux*, Première édition et Annexes 1 à 8. 176 p.
- (4) Tournebize J., Chaumont C., Marcon A., Molina S., Berthault D. (2015). *Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage*. Rapport Irstea-Onema, 60 p.
- (5) Catalogne C., Le Hénaff G. (coordinateurs) (2016). *Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole*. Élaboré dans le cadre du groupe technique Zones tampons. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 64 p.

(3) AREAS (Association de recherche sur le Ruissellement, l'Erosion et l'Aménagement du Sol) et les Chambres d'agriculture Seine-Maritime Eure (2008). *Fiches sur l'érosion et les cultures d'essai*. Site internet de l'AREAS, et en particulier les fiches techniques 12 à 17 : <http://www.areas-asso.fr/ressources/>

#### Les pratiques agricoles limitant les transferts :

Site internet de l'AREAS, et en particulier les fiches techniques 1 à 10 : <http://www.areas-asso.fr/ressources/>

(6) TOPPS, 2014. *Bonnes pratiques agricoles pour réduire la pollution des eaux par les produits phytosanitaires par ruissellement et érosion*. Projet Train Operators to Promote Practises ans Sustainability – PROtecting Water from Diffuses Sources (TOPPS-PROWADIS). 45 p.

(7) Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (2015). Fiches conditionnalité 2015 – Sous-domaine « BCAE » : 10 p.

(8) ADEME, Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, Arvalis (2007). *Évaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL) en France - La pratique des TCSL en France - Terminologie des pratiques de travail du sol - Développement des TCSL et modifications du système de culture*. Partie 1. 88 p.

(9) Chambres d'agriculture de Bretagne et Arvalis-Institut du Végétal (2008). *Techniques culturales sans labour en Bretagne - Guide pratique*. 43 p.

Sites internet : <https://asso-base.fr/> ; <http://www.apad.asso.fr>

#### Autres guides méthodologiques pour limiter l'érosion :

GISER, *Bonnes pratiques pour la gestion du risque de ruissellement en zone rurale - Recueil de pratiques et techniques d'hydraulique douce, à l'usage des gestionnaires de l'espace public en milieu rural en vue de limiter les risques d'inondation par ruissellement*, cellule GISER : convention pour la Gestion Intégrée Sol Erosion, partie 1 et partie 2, 68 p.

SOMEA (Chambre d'agriculture de la Somme), Chambre d'agriculture du Nord Pas-de-Calais, Agence de l'eau Artois-Picardie, Conseil général du Nord, Conseil général du Pas-de-Calais (2014). *Guide de l'érosion – Lutter contre l'érosion*. 32 p.

Agence de l'eau Loire-Bretagne : DPI / E. CAILLEAUD & T. VILOINGT

[agence.eau-loire-bretagne.fr](http://agence.eau-loire-bretagne.fr)



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable