



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



ASE

Infrastructures Agro-écologiques et caractérisation et services écosytémiques

Mode d'emploi de l'outil

Ce document est interactif, il est composé de nombreux liens cliquables pour accéder à des compléments d'informations sous formes de vidéos et de sites Internet.

Le « Menu » interactif permet d'accéder directement aux différentes parties.



Pour aller plus loin :

- [Fleurs sauvages et prairies fleuries pour nos pollinisateurs, guide technique et choix de mélanges](#), SPW, 2012
- [Étude de l'évolution de différents mélanges prairie fleurie en fonction du temps et des traitements de fauche](#), O. Gricourt, 2012

Un bouton « Retour Menu » facilite la navigation entre les différentes fiches.



Les IAE et les régulations biologiques

- Biodiversité fonctionnelle
- Contrôle des bioagresseurs
- Pollinisation
- Fertilité du sol
- Stabilité structurale du sol
- Micro-climat

Les IAE et la gestion de l'eau

- Les transferts des contaminants d'origine vers les milieux aquatiques
- Les zones tampons
- La phase de diagnostic
- La maîtrise des transfert de nitrate par les zones tampons

Menu



Les nombreuses ressources de la « Bibliographie » permettent d'approfondir les sujets : les liens soulignés sont cliquables pour y accéder directement.

Bibliographie

Références générales :

1. [Wélingue C., « Régénérer la biodiversité : régulations écologiques et services écosystémiques », Paris : Editions France Agricole, 2021](#)
2. [Villemave-Chesnel J., « Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et systèmes sauvages », Editions France Agricole, 2017.](#)
3. [L'Inventaire N°3, Revue Préennes 2016](#)
4. [Briot E. et Millot F., « Bilan de l'étude PASAGE sur la periphyte », Faune sauvage, n° 299, 1er trimestre 2013.](#)
5. [« Guide Milieu et Ecosystème Assessment », 2005](#)
6. [Guérand H., Hugué C., Peyrus J.L., « Les pratiques agricoles à la loupe », Editions Gus, 2017.](#)
7. [« Faisabilité et intérêt économique pour les transitions et l'agroécologie », Ministère de l'Agriculture, 2021.](#)
8. [« Céramides et biodiversité : une synergie à renforcer », L'ÉCO, septembre 2022.](#)
9. [Bauer et al., « Can agroecology improve food security and nutrition? A review », *Critical Food Security*, Vol 29, 2021.](#)
10. [Adego et al., « Challenging agroecology through the characterization of farming practices diversity in Mediterranean irrigated areas », *European Journal of Agronomy*, Vol 128, 2021.](#)
11. [Padre et al., « Modelling the scaling up of sustainable farming into Agroecology Territories: Potentials and bottlenecks at the landscape level in a Mediterranean case study », *Journal of Cleaner Production*, Vol 275, 2020.](#)

26. [Doller CF, Haini F. « Farm », 2004, 10](#)
29. [Baskin S., *De l'Agroécologie*, 2019](#)
30. [« Agroécologie et paysages pour 2025 », 2019.](#)
31. [Joseph D., *Di*](#)
32. [Jeanmaret P. et *Communicator*](#)
33. [Villemave-Chesnel France Agricole](#)
34. [Caldun-Bide C. *polyvalents*, DZ](#)
35. [Hodok L., *Vain l'Orchestrator*, JAH](#)

À la fin de l'outil, une liste d'acronymes facilite la compréhension.

Acronymes

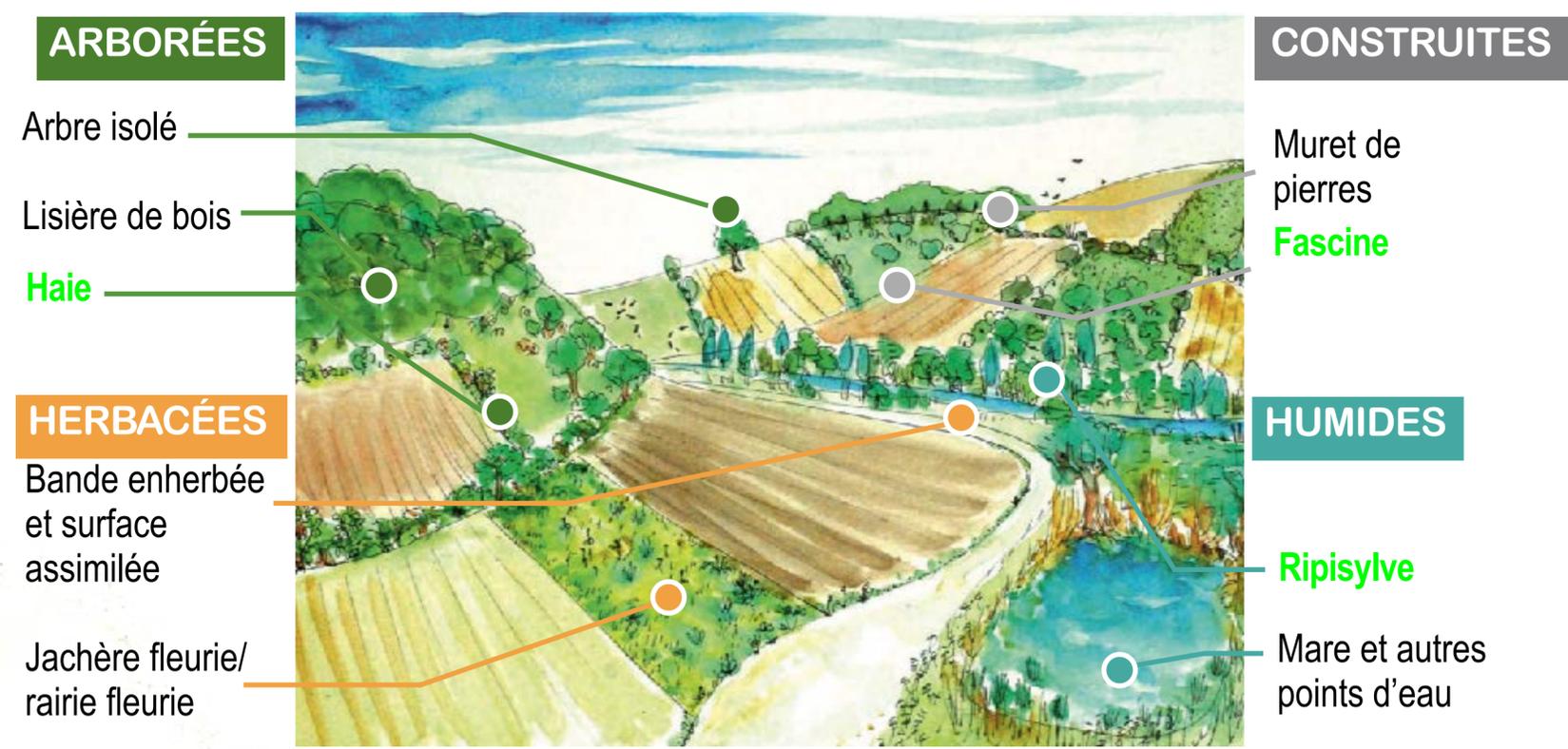
- AFB : Agence française pour la biodiversité
- OFB : Office français de la biodiversité
- CNF : Office national des forêts

Les Infrastructures Agro-Écologiques (IAE)

Les IAE

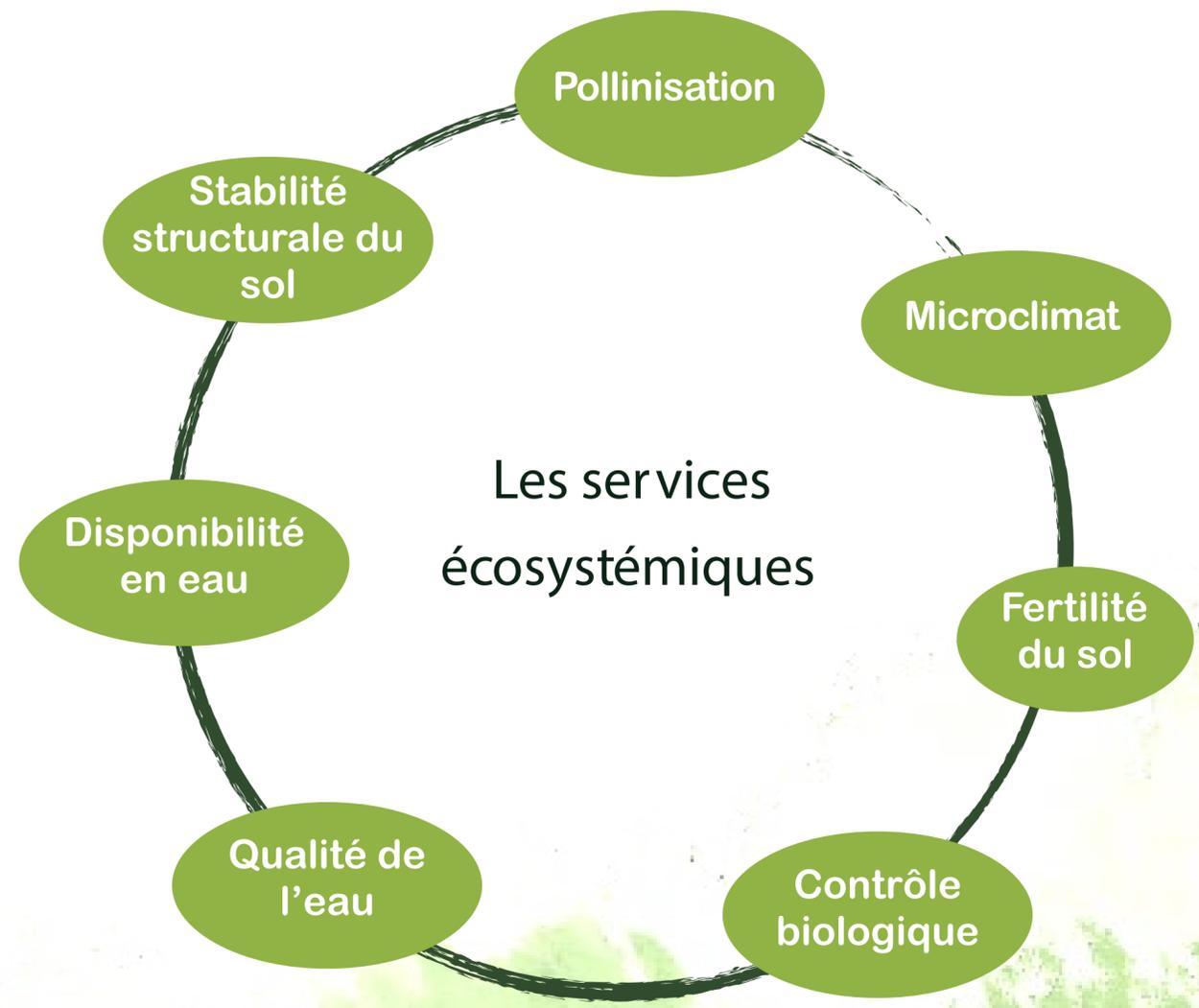
« Les infrastructures agro-écologiques sont des milieux semi-naturels qui ne reçoivent ni engrais, ni pesticides. Elles font pleinement partie de l'espace agricole et sont gérées de manière extensive, le plus souvent par les agriculteurs. » (Osae, 2015)

- Linéaires
- Surfaciques
- Ponctuelles
- Arborées
- Herbacées
- Humides
- Construites



Elles permettent le maintien de la biodiversité qui peut :

- Se nourrir** : maintient d'une flore et donc stock de nectar, pollen car floraison entre avril et septembre (contrairement aux cultures) nécessaires pour abeilles et syrphes ;
- Se loger** : nidification des abeilles sauvages, des oiseaux, refuge pour prédateurs, etc. ;
- SE DÉPLACER** : continuité écologique (trame verte) : haies, bandes enherbées etc.



___ : Les IAE sont aussi **des espaces productifs**. Les prairies permanentes sont pâturées (ou fauchées), l'entretien des haies produit du bois pour l'énergie, les arbres des vergers de plein vent produisent des fruits, les jachères fournissent du nectar et du pollen aux insectes pollinisateurs pouvant produire du miel, les mares abreuvent les animaux...

Pour aller plus loin :
- « Les infrastructures Agro-écologiques », Osae
- « Services Écosystémiques et biodiversité », FAO.

Menu



Les IAE et les régulations biologiques

- Biodiversité fonctionnelle
- Contrôle des bioagresseurs
- Pollinisation
- Fertilité du sol
- Stabilité structurale du sol
- Micro-climat



Les IAE et la gestion de l'eau

- Les transferts des contaminants d'origine agricole vers les milieux aquatiques
- La phase de diagnostic



Habitats et continuité écologique : penser les IAE dans le paysage

- Penser les IAE à l'échelle du paysage
- Continuité écologique
- Mettre en place des IAE



Les Infrastructures Agro-écologiques

ARBORÉES

Arbre isolé

Lisière de bois

Haie

HERBACÉES

Bande enherbée
et surface
assimilée

Jachère fleurie/
rairie fleurie

CONSTRUITES

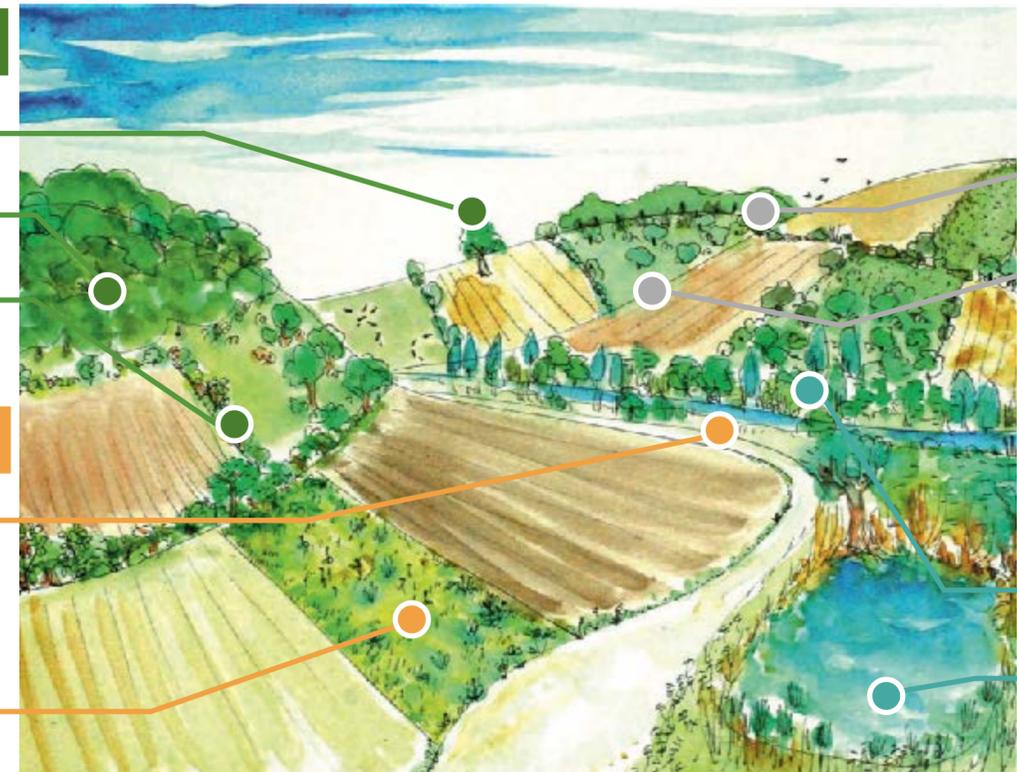
Muret de
pierres

Fascine

HUMIDES

Ripisylve

Mare et autres
points d'eau



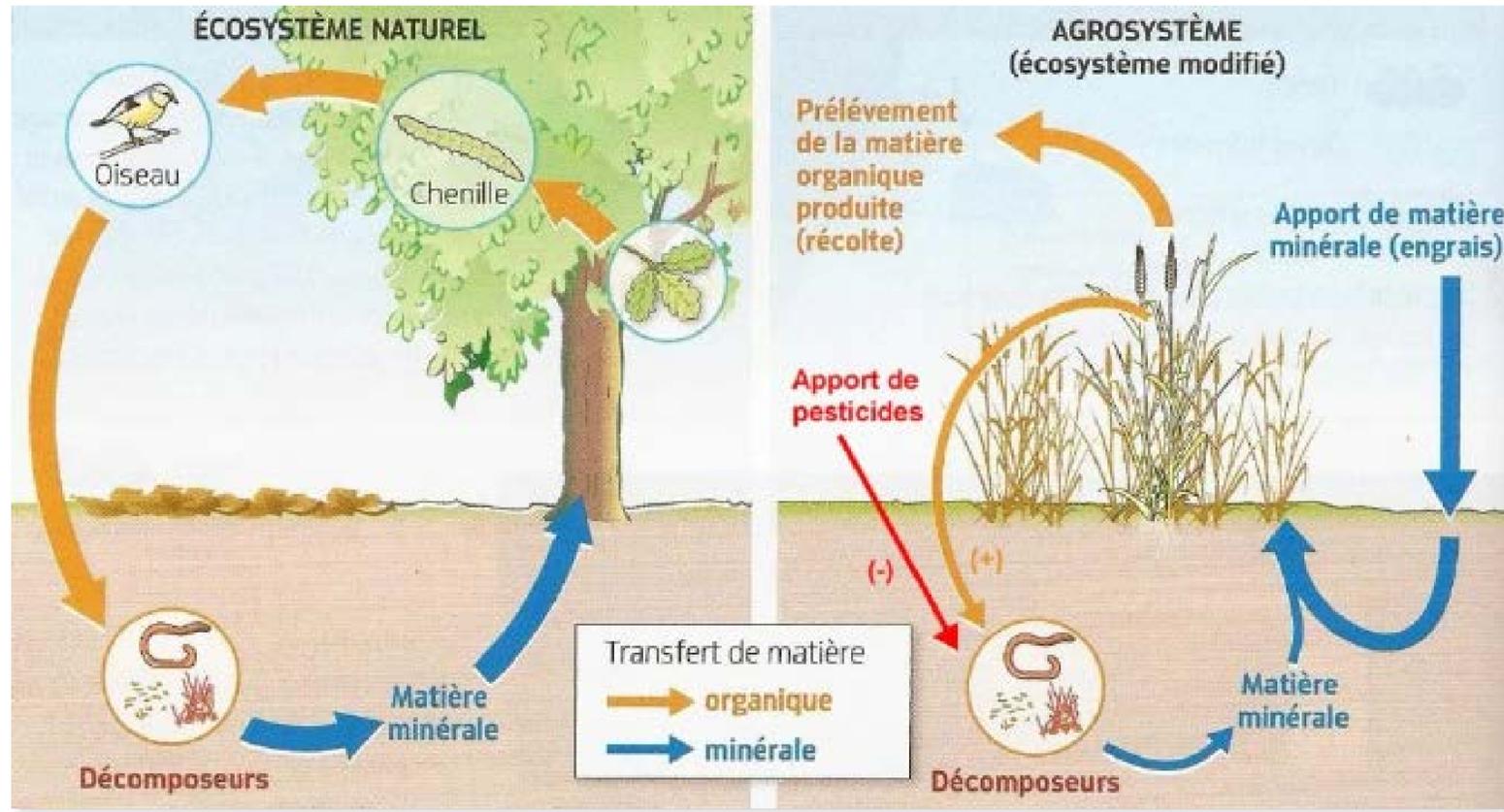
©Melanie ROY



Les IAE et les régulations biologiques



Biodiversité fonctionnelle



Comparaison entre un écosystème naturel et l'écosystème d'un champ exploité en agriculture intensive. © Salle Louis Pasteur

Définition

La biodiversité fonctionnelle désigne **L'ENSEMBLE DES ESPÈCES qui contribuent à DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS UN AGROÉCOSYSTÈME**. Autrement dit, c'est la biodiversité **utile aux agriculteurs**. Elle offre des bénéfices qui peuvent être valorisés par l'agriculteur en aménageant le milieu. L'intérêt est d'accroître la production tout en limitant les interventions au champ. Une meilleure santé des sols et des plantes favorise un écosystème plus résilient.

Chaque écosystème est constitué d'une multitude de « petits ouvriers ». Par exemple, la décomposition de la matière organique est effectuée autant par les micro-organismes que par les macro-organismes. Leurs passages dans le sol améliorent la structure du sol, favorisant l'enracinement des plantes. Un paillage du sol permet l'apport de nutriments nécessaires aux décomposeurs. Il retient également l'humidité dans les sols et offre donc un milieu plus favorable aux vers de terre. L'Homme peut perturber le bon développement des organismes bénéfiques en dégradant la qualité de ces aménagements (modification de la composition floristique, pollution par des pesticides). L'adaptation de ces aménagements est donc primordiale pour ne pas nuire aux services rendus par la biodiversité fonctionnelle.

Quelques chiffres ...

C'est la raison pour laquelle la **stratégie européenne « de la fourche à la fourchette »** et **« en faveur de la biodiversité »**, qui a été validée le 19 octobre 2021 a fixé un **objectif de 10% d'IAE d'ici 2030**.

- Dans les systèmes de grandes cultures ou d'arboricultures, les IAE n'occupent plus qu'entre 3 et 10% de la SAU tout en hébergeant **40 à 60% d'ESPÈCES UNIQUES**.
- Supprimer des surfaces d'IAE pour espérer gagner 10% de production ferait perdre en moyenne 44% d'espèces présentes uniquement dans les IAE et 24% au global du fait du gain dans les parties cultivées. Ils hébergent de plus de nombreux auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes, pollinisateurs) qui contribuent à l'accroissement des rendements.

Pour aller plus loin :

- Philippe Jeanneret et Al. « An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity. », *Communications Earth and Environment*, 2021
- « Aménagements paysagers pour favoriser la biodiversité fonctionnelle en agriculture », GEPACO 'Aménagements paysagers pour favoriser la biodiversité du Réseau' du réseau DEPHY ECOPHYTO, *Chambre Agriculture Lot*, 2019.
- Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages., Johanna Villenave-Chasset, 2017, Editions France Agricole



Contrôle des bioagresseurs

Définition

Un **auxiliaire de culture**, au sens large, est un **organisme vivant qui fournit des services écosystémiques permettant de faciliter la production agricole**. Il remplace tout ou une partie du travail et des intrants apportés par l'agriculteur.

Cette définition englobe des micro-organismes et des invertébrés antagonistes de bioagresseurs ainsi que des vertébrés tels que certains oiseaux, mammifères et amphibiens qui se nourrissent de ravageurs ou de graines de mauvaises herbes. On y retrouve aussi les insectes pollinisateurs qui permettent la fécondation de plantes cultivées.

Au sens plus restreint, les auxiliaires désignent les ennemis naturels, organismes qui de par leur mode de vie, développement et/ou alimentation, régulent les populations de ravageurs de culture.

On distingue trois types d'ennemis naturels :

- **les prédateurs** : se nourrissent aux dépens d'autres animaux (proies) ;
- **les parasitoïdes** : hyménoptères (guêpes) ou diptères (mouches) dont les larves se développent aux dépens d'un individu et entraînent sa mort ;
- **les micro-organismes parasites** : nématodes, bactéries, champignons ou virus qui entraînent, de par leur développement, la mort des bioagresseurs.

Le rôle des IAE

• Deux objectifs :

- Chasser les ravageurs et empêcher qu'ils ne viennent,
- Attirer leurs régulateurs naturels (prédateurs, parasitaires, etc).

• Il y a une **complémentarité** entre le réservoir (IAE) et les flux (gérés grâce aux plantes de service). Il faut donc bien réfléchir la **composition** des IAE : plantes répulsives des ravageurs, qui attirent les auxiliaires pour en faire un réservoir mais qui ne doit pas être trop attirante, car le flux doit se faire des IAE vers les cultures (sinon cela devient contre productif) : c'est le principe de push-pull (cf schéma ci-contre).

• 4 grands principes à respecter :

- « la nature a horreur du vide » ;
- « la complexité favorise la stabilité » ;
- « le moindre effort » ;
- « on mange en premier ce qu'on préfère ».

 **Outil interactif Herbea** : permet de regarder les ravageurs d'une culture et les différentes solutions en IAE selon les différentes régions de France.

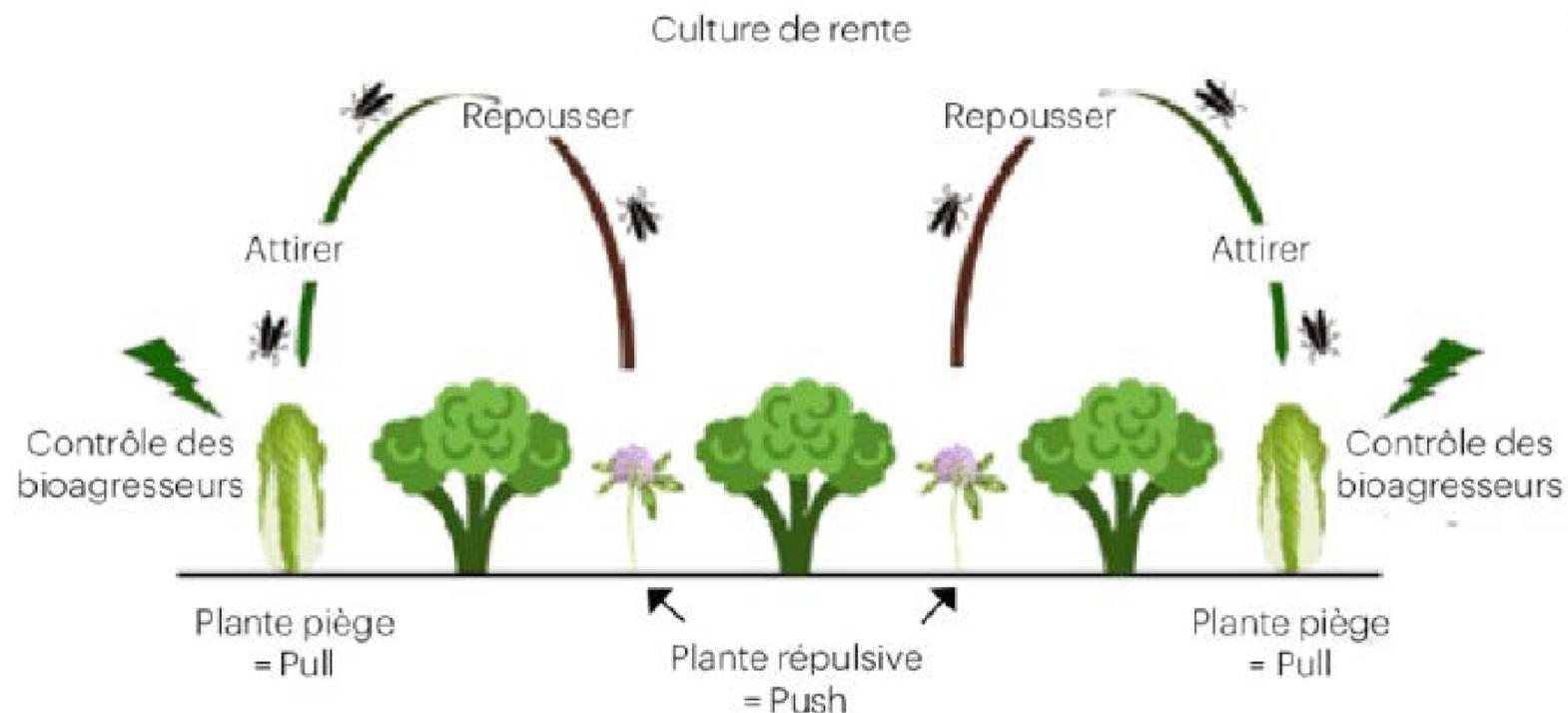
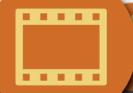


Schéma explicatif de la stratégie push-pull (adaptée de Björkman et Meadow, 2020 ; Lamy et al., 2018)

Comment favoriser les auxiliaires ?

 Les auxiliaires de régulation en grande culture

90 % des auxiliaires des cultures ne peuvent pas accomplir l'ensemble de leur cycle sans ces habitats supplémentaires et ont besoin de sortir de la culture pour boucler leur cycle contre seulement 50 % des ravageurs (Keller et Häni, 2000). **Les IAE permettent d'accroître la biodiversité fonctionnelle et donc potentiellement la régulation des ravageurs.**

• IAE naturelles :

- arbres, arbustes et herbacées (haies, lisières, zones herbeuses) : abris aux ennemis naturels de certains nuisibles ;
- Flore spontanée sauvage (jachère)
- Bandes fleuries : exemple de l'inclue visqueuse dans les oliveraies qui attire les parasitoïdes susceptibles de parasiter la mouche de l'olivier.

• IAE construites : boîtes d'hivernage, nichoirs.

Pour aller plus loin :

- Delval Ph., Ligot O., « Des infrastructures agroécologiques pour plus de régulation naturelle », mis à jour par Gayraud M., Ecophytopic, 2018 mis à jour en février 2021.
- Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages., Johanna Villenave-Chasset, 2017, Editions France Agricole
- Agrowebinaire : Les auxiliaires de régulation des bioagresseurs en grandes cultures, Agreenium, 2020

 Webinaire



Pollinisation



© SemenceMag



Abeilles sauvages en Wallonie. © Sapoll : Poster en version interactive

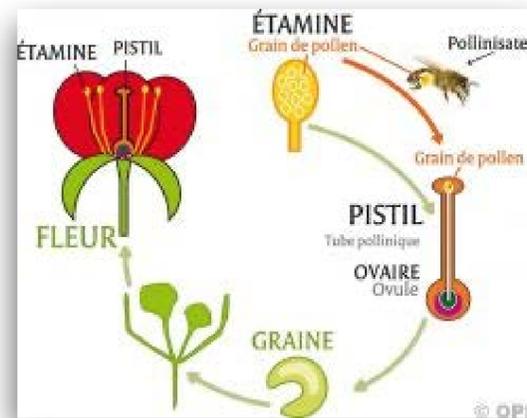
La pollinisation

À l'échelle mondiale, près de 90 % des plantes sauvages à fleurs dépendent, au moins en partie, du transfert de pollen par les animaux. En plus des abeilles, on trouve parmi les pollinisateurs les fourmis, scarabées, coccinelles, mouches, moustiques, taons, papillons... Mais aussi les lézards et geckos, certains oiseaux comme le colibri, ou mammifères comme la chauve-souris.

Si la diversité des pollinisateurs est toujours favorable à la production de graines ou de fruits, une étude internationale⁴ montre qu'un **nombre restreint de pollinisateurs** assure l'essentiel du service de pollinisation des cultures pollinisées par les insectes.

Ainsi, 2 % des espèces de pollinisateurs présents dans une région donnée assurent 80 % des visites de fleurs. Ces espèces sont généralement communes et abondantes. Il est possible d'augmenter facilement par un facteur 3,2 l'abondance de ces espèces dominantes par des pratiques agroécologiques telles que l'agriculture biologique, les implantations de bordures fleuries ou de bandes enherbées. Mais cette étude a montré que ces mesures agroécologiques ne suffisent pas pour protéger les espèces les moins communes dont 44 % sont menacées. Pour cela, il est indispensable de maintenir un pourcentage élevé d'habitats semi-naturels dans le paysage.

Ainsi, le maintien des services écologiques comme la pollinisation n'est pas forcément synonyme de maintien de la biodiversité.



La pollinisation. ©OPIE

Quelques chiffres clés

+70% de la production agricole dépend de l'action des

2% des espèces d'une région assurent 80% des visites de fleurs

44% des espèces de pollinisateurs sont menacées²

Le service de pollinisation rendu est estimé à **153 milliards** d'euros dans le monde et **22 milliards** d'euros en Europe³

Les IAE pour favoriser la pollinisation

Le service de pollinisation est rendu par la présence de flore diversifiée favorisant les insectes pollinisateurs et proche des cultures, comme les plantes massicotes (bleuet).

Les abeilles sauvages ont besoin d'une quantité importante de pollen pour nourrir leurs larves. Il est aussi important que la distance entre les nids et les ressources ne soit pas trop grande (1 500 mètres maxi sachant qu'au-delà de 300 mètres du nid, le nombre d'abeilles diminue de 50 à 70 %).

¹ d'après l'IPBES, 2016

² d'après la FAO

³ d'après l'INRAE, 2016

Pour aller plus loin :

- ⁴ Cette étude internationale a synthétisé 90 études portant sur 1 394 parcelles agricoles qui ont collecté 73.649 individus appartenant à 785 espèces de pollinisateurs. David Kleijn et Al. « Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollination conservation » Nature Communication, 2015
- Rencontre avec les pollinisateurs, Ministère de la transition écologique, 2021.
- Webinaire Pollinisation et pollinisateurs, par Benoît Geslin, écologue



Fertilité des sols

Définition

« Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre résultant de l'altération de la roche mère sous l'action du climat et des organismes vivants. En France métropolitaine, son épaisseur est typiquement de l'ordre du mètre, alors qu'elle peut atteindre plusieurs dizaines de mètres en conditions tropicales. La formation des sols résulte d'une évolution lente, pouvant aller jusqu'à des centaines de millénaires.

- Support physique des cultures, un sol fertile doit avoir une **structure et une profondeur** qui permettent aux plantes de développer leurs racines pour s'ancrer, **RETENIR L'HUMIDITÉ** et **ÉVACUER L'EAU** en excès.
- Sa composition doit permettre un **bon approvisionnement en ÉLÉMENTS NUTRITIFS** (N,P,K), en eau et en oligo-éléments. Sa couleur foncée traduit sa richesse en carbone. Un sol fertile est un sol vivant, riche en vers de terre, champignons et bactéries, qui contribuent au recyclage de la matière organique et maintiennent une bonne porosité.
- Un sol fertile permet enfin d'accueillir **les auxiliaires de culture.** »

(Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2013)

1. **La litière** : c'est une couche de débris et de restes d'êtres vivants en cours de transformation à la surface du sol
2. **L'humus** : c'est une couche de terre noire riche en matière organique issue de la décomposition de la matière organique de la litière
3. **La couche arable** : c'est la couche du sol riche en humus et en minéraux. Sa présence permet à l'homme de cultiver le sol pour produire son alimentation.
4. **Le sous-sol** : c'est la couche généralement pauvre en humus.
5. **La roche-mère** : c'est la couche du sol entièrement constituée de matière minérale



© Maria del Mar Fernández Núñez

Fertiliser les sols

La fertilisation des sols par les engrais de synthèse a de nombreuses conséquences dans les champs. En effet, nourrir une espèce va favoriser son développement au détriment des autres. On remarque alors que la flore s'est homogénéisée, même dans les prairies. En plus d'une perte de biodiversité directe, cela est **défavorable à certains pollinisateurs** et peut **favoriser le développement de ravageurs** phytophages. On constate également de gros impacts sur la biodiversité du sol, à la fois sur les macro et micro-organismes. La fertilisation naturelle est plutôt positive, car le sol est enrichi en matière organique (MO). Mais le fumier apporte également d'autres matières (antibiotiques ou résidus de vermifuges par exemple). Le sol est également acidifié. Cela entraîne la modification de la végétation, et donc de la vie du sol. Enfin, cela dérègle également le milieu aquatique proche.

Une bonne solution est donc de **choyer les symbioses mycorhiziennes** pour améliorer la nutrition des plantes.

En résumé

Un sol plus autonome, riche en MO et couvert en permanence

Comment choyer les symbioses mycorhiziennes ?

Par les pratiques agricoles

- Mettre en place des **rotations** de culture avec des légumineuses qui puisent toutes seules leur azote (luzerne, lentilles, féverole, pois, etc.) : selon étude de l'INRAE menée entre 69 et 98, dans chaque rotation, deux années consécutives de luzerne apportait 1t d'azote.
- **Fertiliser** mais de manière **plus localisée**, au niveau de la ligne de semis uniquement.
- **Limiter les pertes** grâce à un couvert végétal pour limiter le lessivage ; en hiver le sol est souvent dénudé de culture et un pic de minéralisation a lieu.

Grâce aux Infrastructures agro-écologiques

- **Les haies** apportent de la MO au sol par leurs feuilles et branchages. Elles permettent aussi de stimuler la vie du sol. Les haies permettent également de limiter le lessivage et donc les pertes de MO.
- **Les prairies et jachères fleuries** permettent le développement de la flore spontanée et un sol plus riche.
- **Les bandes enherbées et fossés** jouent un rôle dans la limitation du lessivage et des pertes du sol en minéraux et MO.

Pour aller plus loin :

- Webinaire La fertilité des sols, Chambre d'Agriculture Pays de la Loire, 2021
- Fertilité biologique des sols : les outils d'évaluation, Chambre d'agriculture des Hauts de France, 2020
- L'activité biologique des sols, une clé de la fertilité, Unifa, 2012



Stabilité structurale du sol



Institut agricole de Grangeneuve. ©Anton Lehman

Évaluer la stabilité structurale de son sol

Comment augmenter la stabilité du sol ?

- **IMPLANTER UN COUVERT VÉGÉTAL** va permettre de structurer le sol et d'augmenter sa résistance à l'érosion grâce à un réseau racinaire développé.
- Veiller à avoir un **BON TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE** dans le sol car elle améliore la structure, la porosité et la fertilité chimique du sol.
- **FAVORISER L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE.** Les organismes du sol ont une action primordiale sur la structure du sol. Par exemple, en creusant des galeries, les vers de terre créent un véritable réseau d'aération. Leur action de brassage est également favorable à la circulation profonde de l'air et de l'eau. Par ailleurs, les champignons sécrètent de la glomaline (une glycoprotéine) qui a une fonction d'agrégation importante. La rétention de carbone organique, d'eau et de minéraux par les agrégats en est ainsi augmentée.
- **LES TECHNIQUES CULTURALES SIMPLIFIÉES** favorisent le développement de la microfaune et notamment des vers de terre qui améliorent la structure du sol et ameublissent la terre à la place de l'agriculteur. Ces techniques évitent d'exporter les éléments minéraux nutritifs contenus dans les pailles et contribuent à la durabilité du système.
- De façon générale, **TOUTES LES IAE HERBACÉES ET ARBUSTIVES** favorisent la vie du sol et donc une bonne stabilité structurale du sol.



© Adam Hayes

Un sol ayant une bonne structure est propice à la croissance des racines et facilite la circulation de l'eau et de l'air dans le sol.

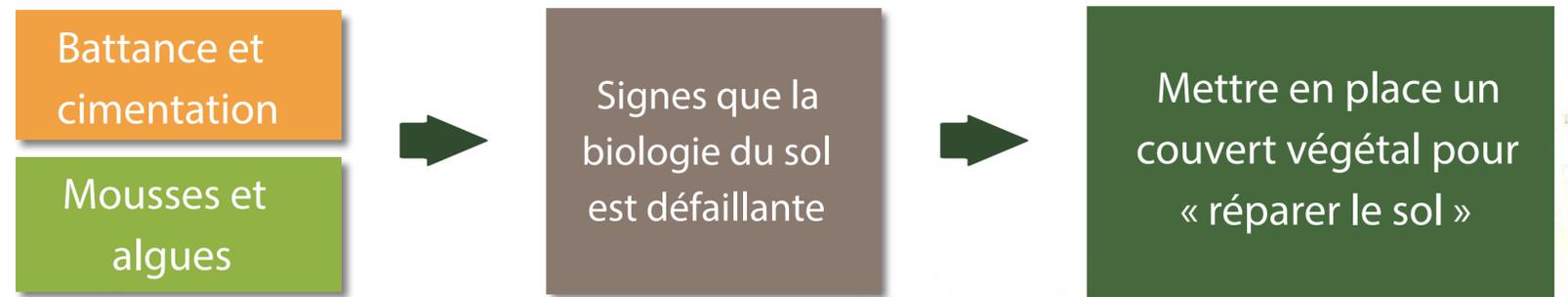
Définition

La stabilité structurale est une propriété physique du sol. Elle se définit comme étant la **CAPACITÉ DU SOL À RÉSISTER À L'ACTION DÉGRADANTE DES PLUIES** (= érosion des sols).

Cette aptitude dépend de la composition du sol, et notamment :

- **Du taux d'argile** : plus il y a d'argile dans le sol, plus il est stable ;
- **DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE** : plus il y a de matière organique dans un sol, plus il est stable ;
- **De la composition ionique** : le calcium (Ca²⁺) stabilise les agrégats alors que le sodium (Na⁺) tend à les rendre instables.

La microbiologie des sols



Pour aller plus loin :

- Comment améliorer la qualité de vos sols grâce aux couverts végétaux, Volonté Paysanne Gers, 2018
- Chabert, Ariane, et Jean-Pierre Sarthou. « Agriculture de conservation des sols et services écosystémiques », Droit et Ville, vol. 84, no. 2, 2017, pp. 135-169.
- Kerveno Y, « Préserver la structure tout en cultivant des pommes de terre et des betteraves », Terre-net, 2015.
- Bourgeois M., Coquillart E., Cournarie M., Fassino C. , « La structure d'un sol », Supagro.



Micro-climat

Le rôle important des haies et des arbres

L'effet **brise-vent** des haies est bien connu. Elles peuvent réduire la vitesse du vent jusqu'à 60%. Leur influence ne se limite cependant pas au vent : toutes les composantes du climat (vents, températures, précipitations) sont influencées par la présence de haies.

• Le vent

Les haies offrent une protection contre le vent plus efficace que celle d'un mur imperméable ! En effet, le mur oblige le flux d'air à passer tout entier au-dessus de sa crête. Des tourbillons d'air se forment et le vent est accéléré. Au contraire, la haie offre au vent une **SURFACE PERMÉABLE**. Elle laisse passer une partie du vent mais sa vitesse est efficacement réduite.

Toutes les haies ne présentent pas les mêmes capacités de brise-vent. Ces qualités dépendent de la hauteur de la haie et de sa perméabilité. Pour qu'un brise-vent soit efficace, il faut privilégier des haies d'arbres et d'arbustes semi-perméables.

Il faut donc généralement 3 éléments : des arbres de haut jet, des arbres conduits en cépée, des arbustes buissonnants. On parle de **haies « multi-strates »**.

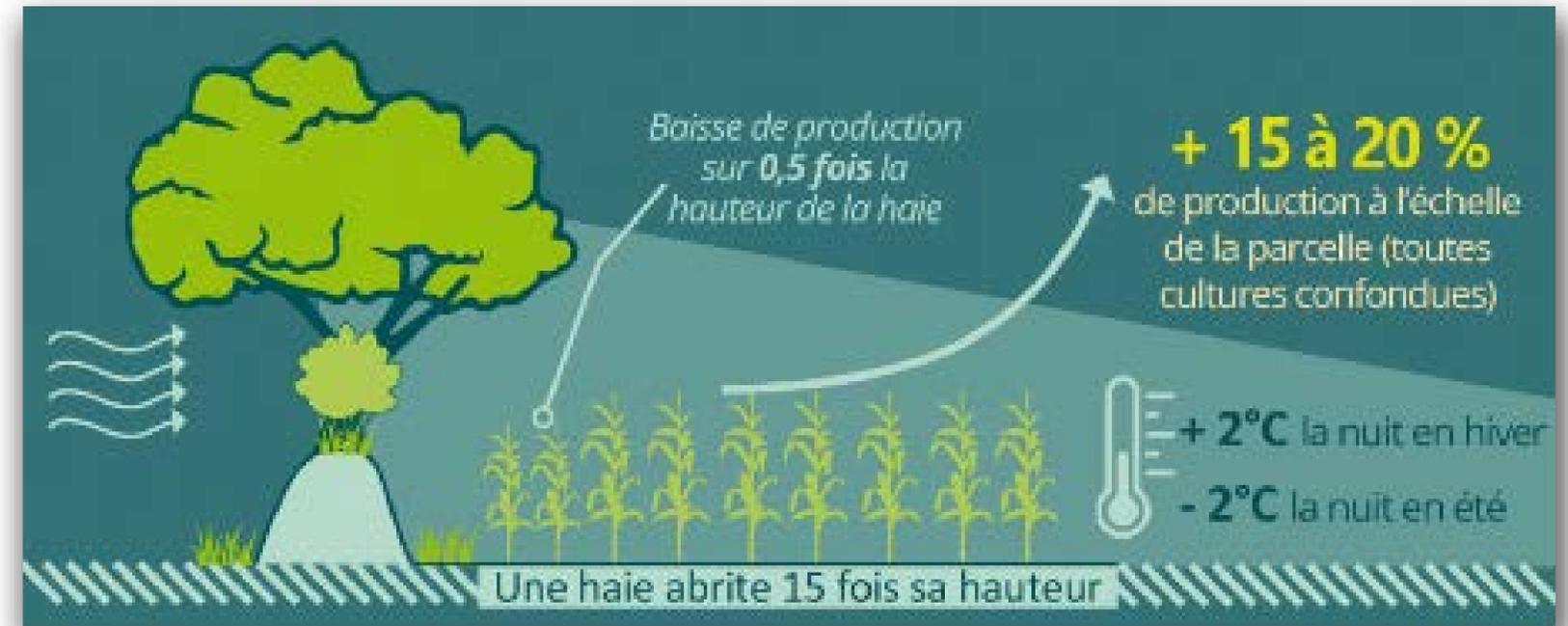
• LA TEMPÉRATURE

Dans la zone abritée du vent, la couche d'air proche du sol présente une température légèrement plus élevée qu'aux alentours. La différence peut atteindre 0,5 à 1°C, ce qui peut être suffisant pour éviter des dégâts liés au **gel**.

• LES PRÉCIPITATIONS

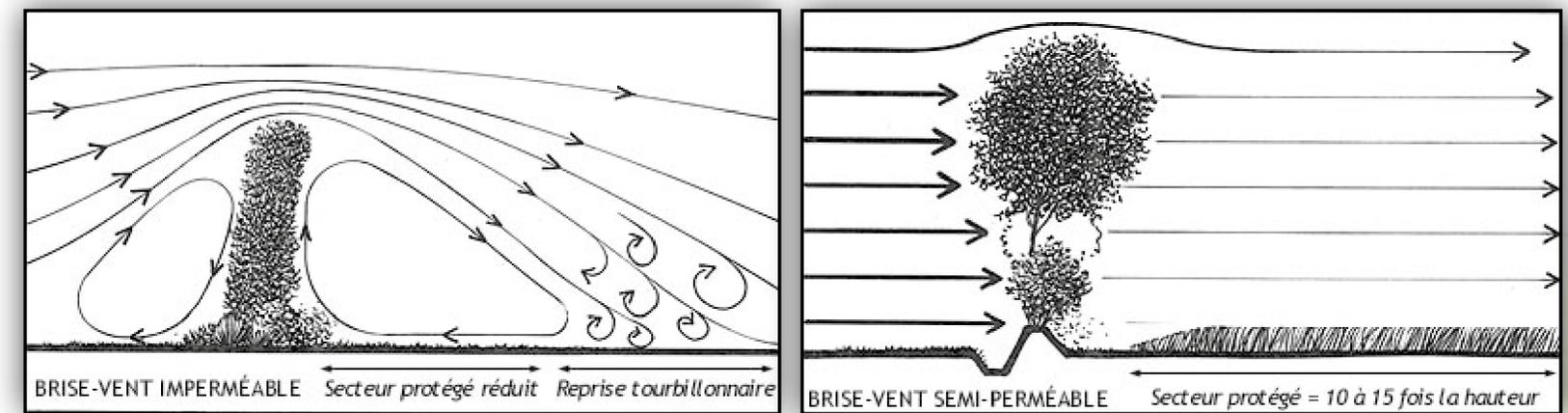
Les haies ont une action de **RÉGULATION HYDRAULIQUE** au niveau de l'écosystème dans son ensemble : elles **RALENTISSENT L'ÉCOULEMENT** superficiel des eaux de pluie vers les cours d'eau et elles **favorisent l'infiltration** de l'eau dans le sol.

Effet brise-vent des haies



©Syndicat des eaux du Bas-Léon

Schématisation de l'effet brise-vent



©Permaculture Design

Pour aller plus loin :

Emilie Bourgade, Adeline Alonso Ugaglia, Vincent Bustillo, Thierry Dufourcq, Juliette Grimaldi, et al.. VITIFOREST : Evaluation de l'impact de l'arbre agroforestier en contexte viticole.. Innovations Agronomiques, INRAE, 2020, 79, pp.471-497





Les IAE et la gestion de l'eau

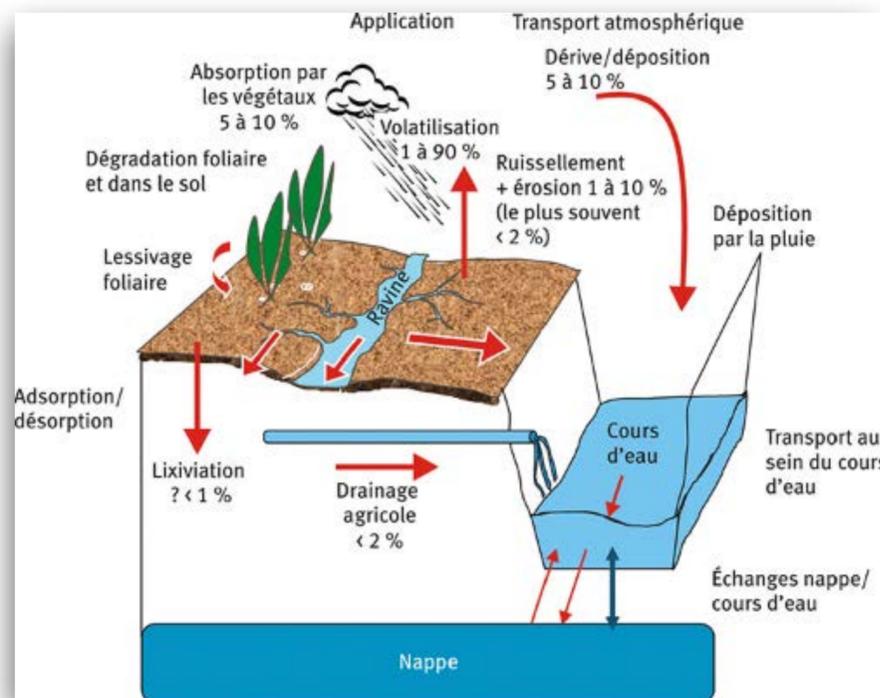


Rappel sur les processus de transfert des contaminants d'origine agricole vers les milieux aquatiques

- De nombreux contaminants d'origine agricole sont transportés par les flux d'eau et se retrouvent alors dans les milieux naturels. On retrouve ainsi des **nitrate**s issus de la fertilisation, de **l'azote organique**, des **ions ammoniums**, du **phosphore** ou encore des **produits phytosanitaires**. Afin d'implanter des dispositifs tampons efficaces, il est nécessaire de bien comprendre la nature des flux sur son parcellaire et à travers tout le paysage environnant.
- Il existe plusieurs types de transferts hydriques :
 - Le ruissellement de surface**, qui peut se produire parce que la pluie dépasse la capacité d'infiltration du sol, ou parce que le sol est localement saturé en eau ;
 - Les écoulements de proche subsurface**, qui adviennent dans les horizons peu profonds du sol, notamment quand ceux-ci se développent sur un socle peu ou pas perméable, avec une topographie marquée ;
 - Les écoulements** induits par un réseau de **drainage par tuyaux enterrés**, en particulier dans le cas de sols hydromorphes drainés ;
 - La percolation** vers une nappe sous-jacente, notamment dans le cas de sols filtrants ou d'écoulements préférentiels (macroporosité, fentes de retrait...).
 - La dérive de pulvérisation** lorsque l'on applique des substances sur les cultures par voie aérienne.

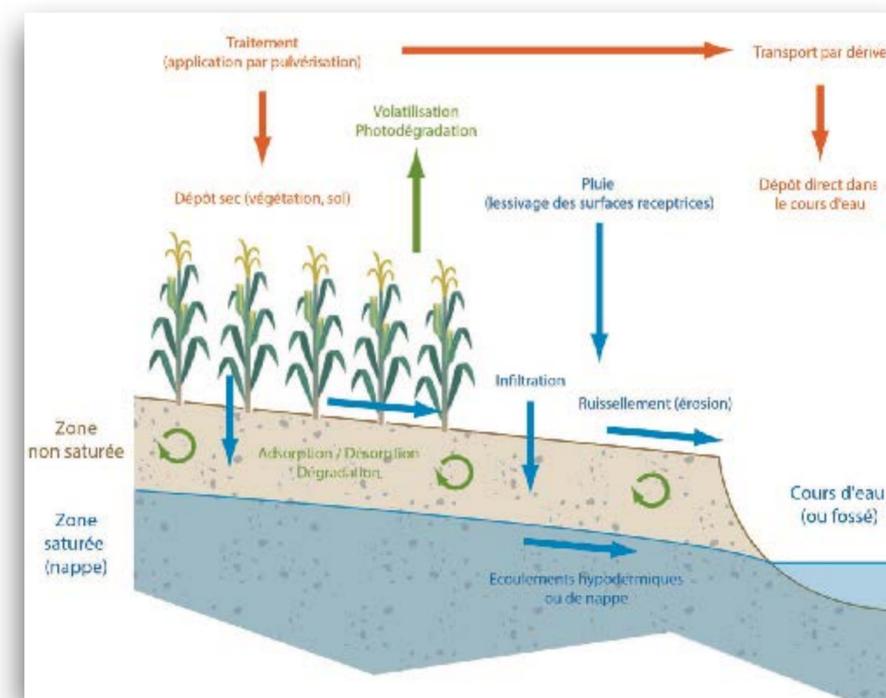
Bien sûr, tout cela doit s'accompagner de techniques culturales simplifiées afin de réduire les substances polluantes.

Principaux processus impliqués dans le devenir et le transfert des pesticides (flux importants)



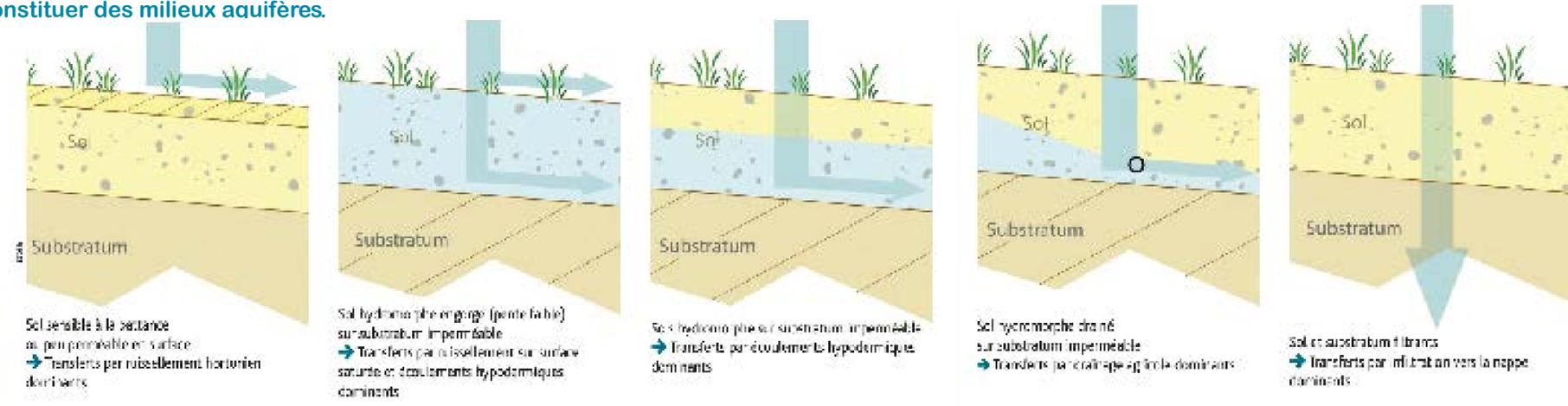
© Inrae. 2019

Processus de rétention, de dissipation et de dispersion des pesticides dans le milieu.



© Irstea

Illustration de quelques situations de transferts types en fonction des propriétés du milieu. Le substratum peut ici désigner la roche mère (formations alluviales, carbonatées, cristallines...) ou les formations d'altération qui la surmonte (argiles de décalcification en milieu carbonaté, altérites de socle) qui peuvent ou non constituer des milieux aquifères.



© Irstea

Sources :

- Catalogne C, Le Hénaff G, Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole, IRSTEA, 2017 Intérêt des zones tampons pour limiter les transferts hydriques de produits phytosanitaires: quelle transposition possible des connaissances pour les haies et les haies sur talus ?, N.



La phase de diagnostic

À l'échelle de l'hydrosystème (bassin versant, aire d'alimentation de captage) :

- **Identifier** les problèmes par un suivi de la qualité de l'eau : type(s) de contaminant(s) retrouvé(s) dans le milieu aquatique, fréquence, concentration(s)...
- **Comprendre et caractériser les processus de transfert** en jeu en réalisant un **diagnostic de vulnérabilité**, de manière à identifier les situations agro-pédo-climatiques les plus sensibles aux flux de contaminants, déterminer comment ces transferts parviennent jusqu'aux milieux aquatiques puis hiérarchiser les zones d'action.
- **Caractériser les pratiques agricoles (diagnostic des pressions)** : modalités d'usage des substances en cause dans la contamination des milieux aquatiques, doses appliquées ou épandues, périodes d'application, parcelles ou exploitations concernées... auxquelles peuvent être adjoints des éléments de contexte socio-économique pour déterminer les marges de manœuvre en matière d'évolution des pratiques et des systèmes agricoles.

À l'échelle des sous-bassins versants identifiés comme les plus vulnérables : faire un état des lieux des dispositifs tampons existants et des éléments du paysage pouvant jouer ce rôle. Cela inclut l'identification des dysfonctionnements, des lacunes et la formulation de préconisations en se basant sur une caractérisation détaillée des transferts d'eau à l'échelle du petit bassin versant.

À l'échelle de la parcelle, du versant ou du petit sous-bassin versant intercepté : réaliser le diagnostic préalable à l'implantation destiné à quantifier suffisamment précisément les flux d'eau susceptibles de transiter par la zone tampon de manière à déterminer ses dimensions en fonction du degré d'efficacité recherché.

Exemples de méthodes de référence pour la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité du territoire

Méthode	Transferts cartographiés	Type de méthode	Échelle d'application
Corpen (1999)*	Ruissellement, hypodermie, drainage, infiltration	Arbre de décision	Méthodes adaptées à un diagnostic parcellaire
Aquaplaine (Arvalis)*			
Siris-Transfert (Aurousseau et al., 1998)	Superficiels (non différenciés)	Tableau à quatre entrées donnant une note de vulnérabilité entre 0 et 100	
Aquavallée (Arvalis)*	Ruissellement, hypodermie, drainage, infiltration	Arbre de décision	Bassin versant
Drastic (Aller et al., 1987) Paprika (Dorfliger et al., 2004) Disco (Pochon et Zwalhen, 2003)	Infiltration selon le type d'aquifère (+ ruissellement en milieu de socle fracturé et en milieu karstique)	Sommes pondérées de scores de vulnérabilité codés entre 0 et 4	Méthodes prévues pour être appliquées sur les aires d'alimentation de captages d'eaux souterraines
Agence de l'eau Adour-Garonne (2010)	Superficiels (non différenciés)	Sommes pondérées de scores de vulnérabilité codés entre 0 et 4	Méthodes prévues pour être appliquées sur les aires d'alimentation de captages d'eaux de surface
Le Hénaff et Gauroy (2011)	Ruissellements (érosif, hortonien et par saturation), hypodermie, drainage	Détermination des situations de transfert types par expertise du territoire	
Catalogne et al. (2016)	Ruissellements (hortonien et par saturation), hypodermie, drainage, infiltration	Produits de scores de vulnérabilité exprimés en pourcentages de risque avec modulation par le climat	Méthode prévue pour être appliquée sur les aires d'alimentation de captages faisant intervenir des transferts mixtes

* Il s'agit dans ces trois cas de typologies de transfert, la vulnérabilité n'est pas chiffrée par un score.

Les différents rôles des haies sur un bassin versant

©Irstea



©Prom'haies

Sources :

Catalogne C, Le Hénaff G, Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour





Habitats et continuité écologique : penser les IAE à l'échelle du paysage



Penser les IAE à l'échelle du paysage

Pour obtenir un agroécosystème efficace, il ne suffit pas d'implanter quelques IAE autour des parcelles. L'agroécosystème doit être pensé dans sa globalité en prenant en compte les flux probables de bioagresseurs et de leurs ennemis naturels entre les IAE, les plantes de services et la culture. Cela suppose une bonne connaissance des relations trophiques entre plantes phytophages et ennemis naturels, et du comportement des insectes (mobilité, période d'activité, aliments préférés, habitats, etc.).

Principes à respecter pour des IAE efficaces :

Valoriser les espaces non productifs

Réduire la surface des parcelles

Une diversité d'IAE et de composition

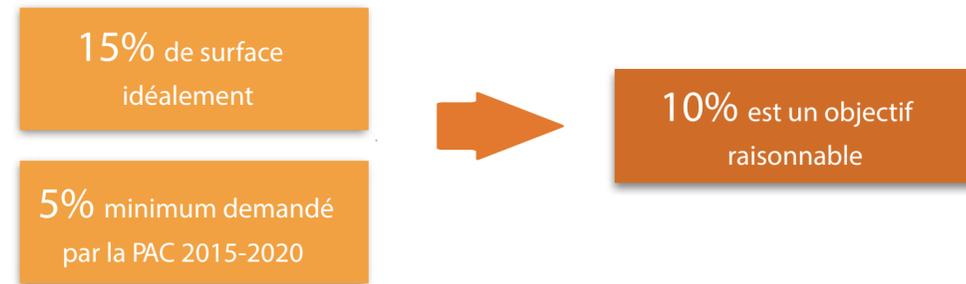
Un maillage qui assure la continuité écologique et une progressivité

Assurer une réponse aux problèmes environnementaux (pollution, érosion...) en ralentissant les flux physiques et en améliorant les flux biologiques

Favoriser tous les rôles des IAE sur le territoire



Et en surface, ça donne quoi ?



Les IAE ont des équivalences en **SIE (surfaces d'intérêts écologiques)** données par la PAC (attention, ces chiffres évoluent fréquemment ; il est important de se référer aux derniers chiffres).

Quelques exemples :

SIE	Définition	Équivalence
Haies	Largeur maximale = 10m	1 ml = 10 m ² SIE
Arbres isolés	Diamètre minimal de la couronne : 4 mètres	1 arbre = 30 m ² SIE
Arbres alignés	Diamètre minimal de la couronne de 4m, moins de 5m entre les couronnes	1 ml = 10 m ² SIE
Jachères	Pas de production agricole	1 m ² = 1 m ² SIE
Bandes tampons	Deux types : - Le long des cours d'eau : largeur maximale de 10m et peut englober des bandes de végétation jusqu'à 10 m - Sur terres arables ou adjacentes : 5m < largeur < 10m, pas de production agricole, mais fauche et pâturage autorisés	1 ml = 9 m ² SIE
Mares	Surface maximale de 0,10 ha	1 m ² = 1,5 m ² SIE
Fossés	Largeur maximale de 6m	1 ml = 6 m ² SIE

Pour aller plus loin :

[Fiche réglementaire Arbres, Haies et bandes végétalisées dans la PAC 2015-2020](#)

Continuité écologique

La Trame verte et bleue, c'est quoi ?

- Utilisées pour « réparer » des connections rompues et créer des passerelles entre des milieux, les infrastructures agroécologiques se fondent directement dans la trame verte et bleue. En effet, les trames sont **l'expression « cartographique »** de tous les milieux susceptibles de jouer un rôle majeur dans **la reconquête de la biodiversité**.
- Tout cela compose à la fois des habitats (lieux de refuge) et des corridors écologiques (voies empruntées par la faune et la flore pour se déplacer). Cela assure une continuité écologique, c'est à dire un milieu naturel continu (ou très peu fragmenté) permettant à la biodiversité de se développer.
- La Trame verte et bleue est au coeur d'un projet national depuis 2007. De nombreux financements y sont associés.



©Trameverteetbleue.fr

Trame Verte

Haies
Arbres isolés
Bandes enherbées
Jachères et prairies
Mares

Trame Bleue

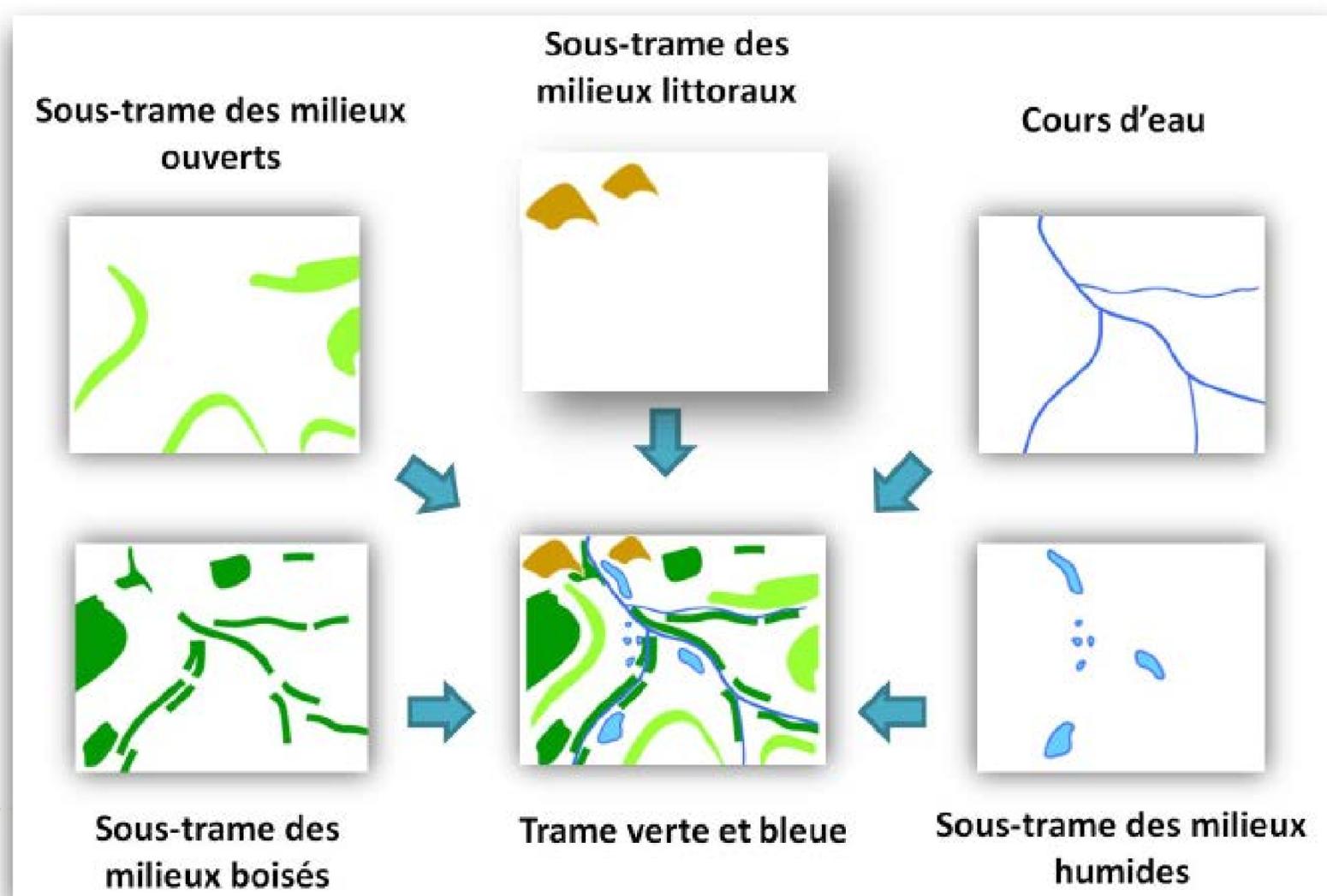
(= Trame de l'eau en mouvement et des annexes)
Ripisylves
Rivières
Prairies humides Marais

Et concrètement ?



Cette série « Trames Vertes & Bleues : la vie au coeur des territoires » réalisée par l'Association Rivière Rhône Alpes Auvergne en 2019 est composée de 7 vidéos qui présentent différents exemples faisant partie de la Trame bleue.

- La vie au cœur des territoires
- La restauration du Drac amont
- La Leysse prend ses aises
- La Bonne et la Roizonne
- La mise en valeur des tourbières de Montselgues
- Les ripisylves du Sornin
- L'Hermance reprend vie
- Agroécologie : un atout pour conforter la Trame verte



Les cinq sous-trames nationales (© UMS PatriNat)

Pour aller plus loin :
[Trame verte et bleue](#), Ministère e la transition écologique, 2017.

Mettre en place des IAE

① Faire un diagnostic de son exploitation

Faire le point sur son exploitation des lieux existant et de ceux valorisables :

A échelle de l'exploitation :

Il paraît intéressant de s'aider d'une vue panoramique, aérienne, sur Géoportail ou Google Maps par exemple. Géoportail permet d'avoir accès à d'anciennes cartes (et de retrouver des points d'eau comblés depuis par exemple). Considérez comme IAE toute surface/élément naturel ou semi-naturel qui n'est pas travaillé (ni travail du sol, ni intrants). Une prairie permanente de plus de cinq ans peut elle aussi être considérée comme une IAE car riche en biodiversité. Compléter cela par un inventaire de la faune et flore présente est un vrai plus. Vous pouvez vous rapprocher d'associations (LPO par exemple) ou de passionnés locaux pour vous aider.

A échelle du territoire :

Le paysage agricole est le résultat de décennies voire siècles d'agriculture. Les aménagements avaient forcément une utilité : une haie servait-elle à lutter contre l'érosion, de clôture pour l'élevage, pour autre chose ?

Connaître l'histoire des IAE alentours et identifier les objectifs majeurs permet d'orienter les choix à faire sur son exploitation. Cela permet aussi de réfléchir de façon plus globale à la continuité écologique.



Outil

Outil de diagnostic
du Ministère de l'Environnement

② Se poser les bonnes questions pour aménager les IAE

Les 5 points fondamentaux à retenir sont :

- **Valoriser les zones non productives** (leur donner une réelle fonction écologique).
- **Réduire** la surface des parcelles.
- **Créer de la continuité ou connexion entre les IAE** : les animaux doivent pouvoir se déplacer entre leur gîte et leur lieu d'alimentation en toute sécurité, et doivent pouvoir se rencontrer (brassage génétique). Cela peut être une centaine de mètres (distance qui représente un maximum) pour de gros mammifères ou une petite dizaine pour d'autres animaux terrestres plus petits. Un talus, ou un chemin (s'il n'est pas trop emprunté par les humains) peuvent tout à fait servir de corridor écologique.
- **Créer des limites entre éléments progressives** : une bande tampon entre un champ et une forêt par exemple.
- **Diversifier les IAE** : des linéaires arbustifs, herbacés, des tas de pierres, de bois, et des points d'eau de différentes natures. Au sein des IAE, il est important d'avoir une diversité spécifique (floristique et arbustive).
- Répondre aux problèmes environnementaux (érosion, pollution) en **ralentissant les flux physiques et en améliorant les flux biologiques**.

③ Entretien des IAE

Comment ?

Préférez des outils moins destructeurs de la faune et de l'IAE : utilisation d'un lamier plutôt qu'une broyeuse pour la taille de haie par exemple. Pas de labour ni de produits phytosanitaires évidemment !

Quand ?

En automne ou hiver, jamais en printemps ou en été.

À quelle fréquence ?

Pour les points d'eau, il faut s'assurer que les berges ne se dégradent pas et que le point d'eau ne s'embroussaille pas de façon excessive. Mais globalement, ce ne sera pas annuel. Pour les AIE arbustives et herbacées, en moyenne une fois par an ou tous les deux ans. Il faut un certain « laisser faire », pour que les IAE se développent et assurent un maximum de services écosystémiques. Autre point de vigilance : il ne faut pas intervenir sur toutes les IAE en même temps ; tondre les bandes par moitié, pratiquer la fauche alternée, et en période de récolte, laisser une bordure de parcelle intacte pour accueillir la faune.

Sources

Waligora C., « Régénérer la biodiversité : équilibres écologiques et services écosystémiques », Paris : Editions France Agricole, 2021



Les Infrastructures Agro-écologiques



Les Haies

Les haies



© Annie OUIN

Gestion de l'eau et structuration du sol

- En période de crue, elle favorise l'**étalement de l'eau** (si le maillage est suffisant).
- Elle **freine les ruissellements** de l'eau si elle est installée parallèlement aux courbes de niveau, stocke de la terre et évite les coulées de boue.
- En période très humide, elle **puise l'eau** et permet d'éviter l'engorgement et l'asphyxie des terres alentour.
- Par son système racinaire, elle **améliore la structure du sol**, et assure une **meilleure infiltration** de l'eau et utilisation par les végétaux.
- La haie a une fonction de « **brise-vent** » et permet de limiter l'érosion éolienne des sols tout en protégeant les cultures.
- Elle assure une **dépollution des ruissellements** (pesticides, engrais etc.) grâce à la dégradation de ces substances, surtout si elle est associée à une bande enherbée.

Mise en place et entretien

Il faut respecter **quelques règles** pour une « haie accueillante » dans sa composition, son architecture et son emplacement pour une biodiversité riche et variée :

- Comporter une **diversité d'essences** (12 à 15 espèces), dont des fruitiers, des arbres de haut jet, des ronces et des lianes (attention, si la diversité est trop importante, les haies sont plus sensibles aux maladies, aux parasites et non propices pour accueillir la faune) ;
- Présenter au moins **deux strates de végétation** plutôt trois (de l'herbe à l'arbre), donc être accompagnée de bandes enherbées ;
- Ne **pas comporter** trop de **CONIFÈRES** (bannir les haies de conifères pures) car ils accueillent peu d'insectes auxiliaires, voire peuvent accueillir des ravageurs potentiels ;
- Être relativement **dense** à sa base mais pas hermétique dans son ensemble, pour avoir l'effet recherché de « brise-vent » ;
- Être **perpendiculaire** aux vents dominants.

Définition

« *Alignement d'arbres et d'arbustes qui marque la limite entre deux parcelles, entre deux propriétés.* » (Larousse, 2021)

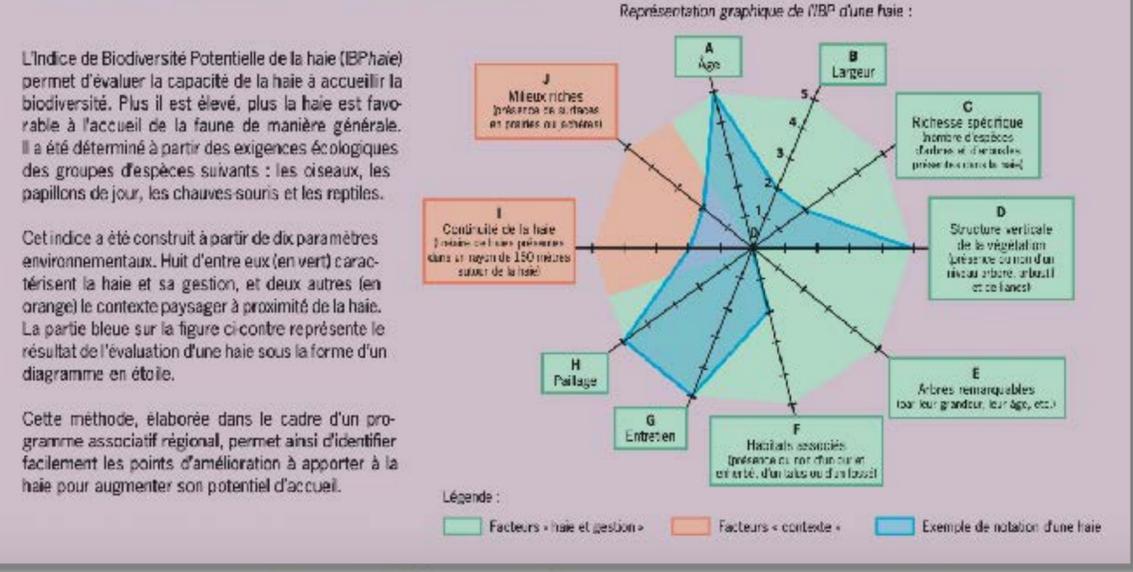
Les haies sont les IAE **les plus complexes**, composées **d'arbrisseaux**, d'arbustes et parfois d'arbres.

Régulations biologiques

- **Habitats** pour de nombreux organismes ;
- Lieux de **nidification, de reproduction et de refuge** pour la faune (contre les prédateurs et les intempéries) ;
- Sources de **nourriture** riche et diversifiée ;
- **Corridors** de biodiversité : permettent la continuité écologique.

On peut trouver de nombreuses bases de données locales sur la faune et la flore (PNR, CPIE, LPO, FDC...) (parfois consultables sur internet).

Un indice pour étudier la biodiversité d'une haie : l'IBPhaie



© LPO Poitou-Charentes

Pour aller plus loin

- L'entretien des haies champêtres, Prom'haies Poitou-Charente, 2009
- Fiche « les haies », afac-agroforesterie
- Fiche érosion n°14 : haie, CA 76 et 27 et Arfas, 2008
- Guide PAGESA (Principes de gestion et d'Aménagement des systèmes Agroforestiers)

Quels coûts ?

- **Plantation** : en fonction de la configuration de la haie (2 ou 3 rangs, espacés de 0,5 ou 0,33 m), il faut compter entre 10 et 15 €/ml (mètre linéaire). Ce prix comprend les plants, le paillage biodégradable et la protection des plants.
- **Entretien** : tout dépend du matériel utilisé, comptez entre 25 et 150€ par km. (d'après les Chambres d'agriculture 76 et 27, en 2007)

LA HAIE DANS LE CALENDRIER

- DÉFINITION DES OBJECTIFS**
 - Choisir la rôle de la haie selon les objectifs présentés dans la Fiche HG.2.
 - Démarche administrative auprès des structures pouvant financer votre projet.
- PRÉPARATION DU SOL**
 - Débroussailler et désherber.
 - Travailler la sol en profondeur.
 - Aplanir le terrain.
 - Installer un paillage.
- PLANTATION**
 - Définir un plan de plantation au préalable.
- PÉRIODE D'OBSERVATION**
 - Inventaires faune/flore.
 - Évaluation de la plantation (vérifier la reprise des végétaux).

Entretien et suivi réguliers (toute l'année)

Tailler la haie laérale	En automne / hiver
Récéper	En automne / hiver
Broyer la banquette herbeuse	Fin de l'hiver
Récouter et voir les plants qui n'ont pas survécu	En été
Inventaires faune/flore	Au printemps

© Afac





© AFAC

Régulations biologiques

- Contribution à la **dispersion** des espèces animales et végétales dans le paysage, car ils constituent des « points relais » dans la matrice paysagère pour le déplacement et l'installation d'espèces (Ibis 2009). L'avifaune peut l'utiliser comme perchoir pour la chasse par exemple.
- L'arbre peut devenir un **ÉCOSYSTÈME** à lui seul quand il devient vieux. Il attire la biodiversité des racines à ses feuilles. On dit qu'il prend **30%** de biodiversité supplémentaire par an.
 - À commencer par les champignons avec les **mycorhizes** (relation de symbiose) qui seront bénéfiques pour les cultures en permettant une meilleure assimilation des minéraux du sol. Le réseau s'étend ainsi le long des racines de l'arbre. Il a déjà été mesuré que deux arbres éloignés de plus de 40km appartenaient au même réseau mycélien. Les arbres, à travers le réseau mycélien peuvent également s'échanger des informations et des nutriments, même entre espèces parfois très différentes.
 - Durant la frondaison (moment où les feuilles poussent), ils accueillent beaucoup de biodiversité, et une véritable **CHAÎNE ALIMENTAIRE** se met en place : la chenille de lépidoptère (phytophage qui mange des feuilles) est mangée par les mésanges charbonnières, elles mêmes mangées par l'épervier. Autre exemple de chaîne, les pucerons se nourrissant de sève des végétaux, dont les excréments très sucrés (miellat) sont prisés par les fourmis, (les fourmis feraient même de « l'élevage » de pucerons pour cet accès à la nourriture). Les fourmis sont ensuite mangées par des petits passereaux comme le torcol fourmilier, ou par des lézards, des batraciens ou encore par des hirondelles qui mangent les fourmis ailées en envol.

- Le tronc d'arbre est un **refuge** pour beaucoup d'espèces, même vivant, comme les chauves-souris par exemple.
- Les **CAVITÉS** dans un arbre (arbre relativement vieux, ou mort) sont créées par le vent ou la foudre. La partie mise à nu est alors colonisée par des bactéries et des champignons qui décomposent le cœur. Des oiseaux viennent manger les larves d'insectes et perforent le bois : les pics. Ils y élèvent leur progéniture. Ensuite d'autres animaux en profiteront pour s'y réfugier ou y élever leur progéniture (chouette hulotte ou mésange par exemple). Les cavités sont encore convoitées par des mammifères comme les écureuils qui participeront à la dissémination de graines et donc à la régénération des arbres.

Petit point sur les chauves-souris :

Au nombre de 34 espèces en France, les chauves-souris sont de précieux auxiliaires de culture. En effet, insectivores, elles se nourrissent de papillons, de chenilles, de sauterelles et coléoptères qui peuvent notamment provoquer des dégâts en cultures). Les chauves-souris peuvent manger l'équivalent de la moitié de leur poids par nuit. Pour les favoriser sur son exploitation, il est important de laisser vivre et mourir les arbres, privilégier une diversité arbustive (haies diversifiées, réels espaces de chasse pour elles), laisser des ouvertures dans les bâtiments pour leur hibernation, éteindre les éclairages extérieurs, limiter les pesticides et installer des gîtes à chauves-souris s'ils ne sont pas assez présents.



Les chauves-souris en Ardèche

Mise en place et entretien

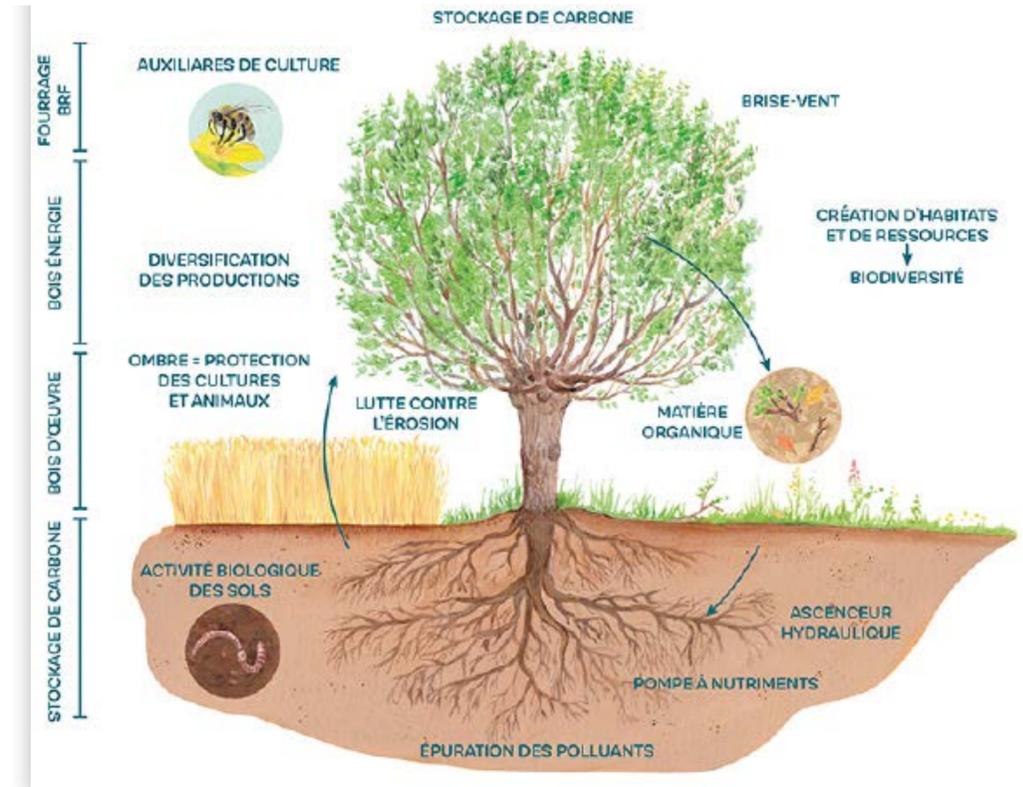
- Laisser vivre les arbres, et même après leur mort.
- S'il présente un risque, on peut abattre ou élaguer la partie atteinte, mais en dernier recours. Si un jeune arbre pousse à proximité, il pourra bénéficier de la protection du plus vieux et de la biodiversité installée.

QUELLES ESPÈCES ? Si un choix doit être fait, il faut se tourner vers les espèces locales déjà installées dans l'environnement de l'exploitation.

QUELLE QUANTITÉ ? Difficile à dire, mais un arbre plusieurs fois centenaire par kilomètre carré est un bel objectif. Une densité de 1 arbre pour 15ha minimum permettrait un usage de l'espace optimale pour les espèces.

Pour aller plus loin :

- Agrowebinaire : la place de l'arbre en élevage dans un contexte de changement climatique, Agreenium, 2021
- E. Bourgade, A. Alonso Ugaglia, V. Bustillo, Thierry Dufourcq, Juliette Grimaldi, et al.. VITIFOREST : Evaluation de l'impact de l'arbre agroforestier en contexte viticole.. Innovations Agronomiques, INRAE, 2020, 79, pp.471-497



© Sophie Boulet

Il faut donc laisser les arbres vivre, puis mourir (et ne pas « nettoyer ») : en effet, plus ils sont vieux, plus ils hébergent de biodiversité.



Webinaire



©Inoteb CC

Régulations biologiques

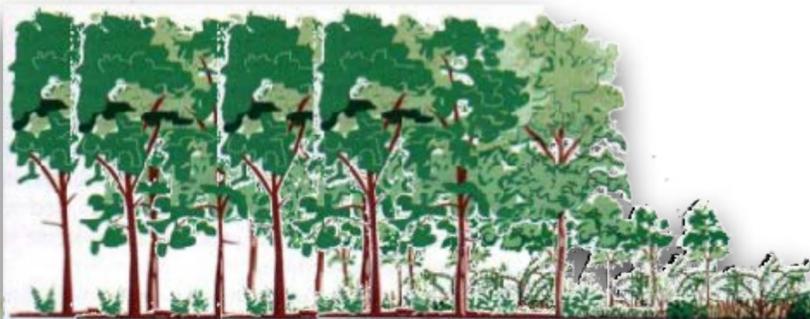
Les lisières constituent un milieu qui a des **CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES ET ÉCOLOGIQUES PARTICULIÈRES** (la lumière pénètre dans la forêt, la forêt influence la température, le vent, etc.). Ainsi, elles accueillent des espèces des deux milieux qu'elle sépare et une biodiversité qui lui est propre. Elles vont alors remplir plusieurs fonctions biologiques :

- Elles constituent un **habitat** pour de nombreuses espèces : des auxiliaires de cultures comme les carabes, les coccinelles, les larves de syrphes, les fourmis qui se nourrissent de pucerons et de chenilles, des mammifères, des oiseaux, etc. La gestion du bois peut également permettre de maintenir une **zone de fouissage** pour les sangliers et ainsi éviter qu'ils ne pénètrent dans les parcelles. Grâce à cela, elles limitent les dégâts de gibier et autres bioagresseurs des cultures
- Ce sont des **zones de nidification** pour une partie de l'avifaune ;
- Elles constituent un **réservoir** de fleurs et de pollen ;
- Elles font partie intégrante de la Trame Verte en tant que **corridors écologiques** et participent donc à la continuité écologique ;
- Elles participent à la création d'un **micro-climat** par le prélèvement d'eau, la réduction du vent et des turbulences, etc. ;
- Elles peuvent constituer des **abris pour les animaux d'élevage** (ombrage).

Définition

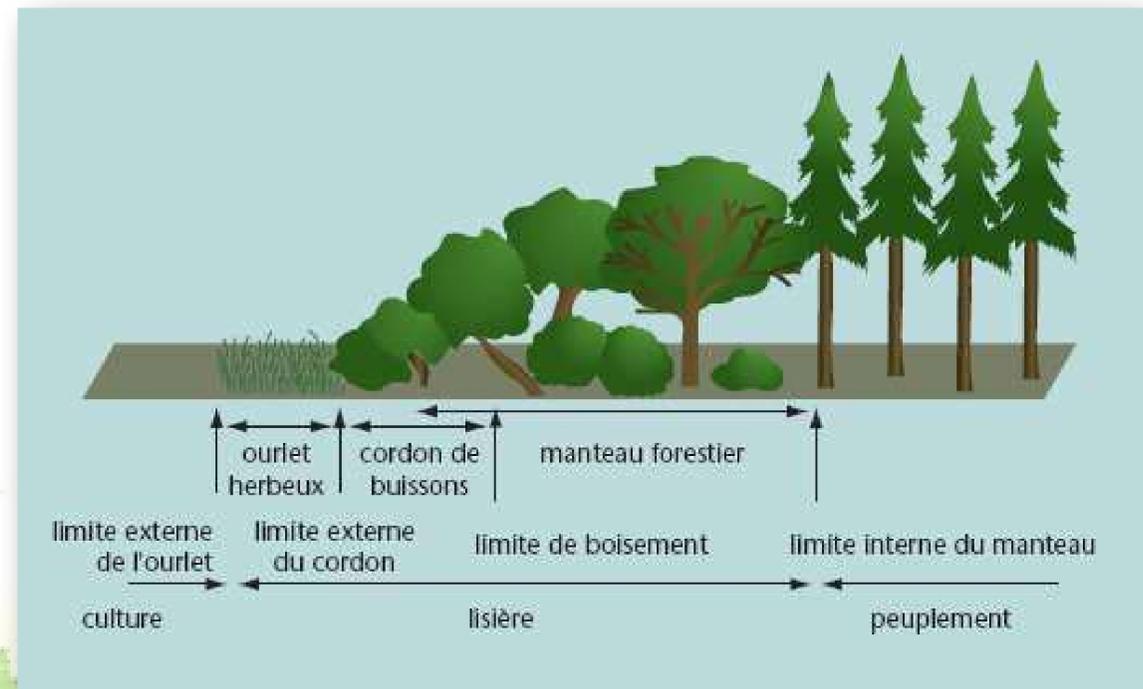
La **lisière** est une **frontière entre deux milieux**, dont l'un est le plus souvent une forêt.

Elle peut séparer une forêt d'une grande culture, ou une forêt d'une prairie par exemple.

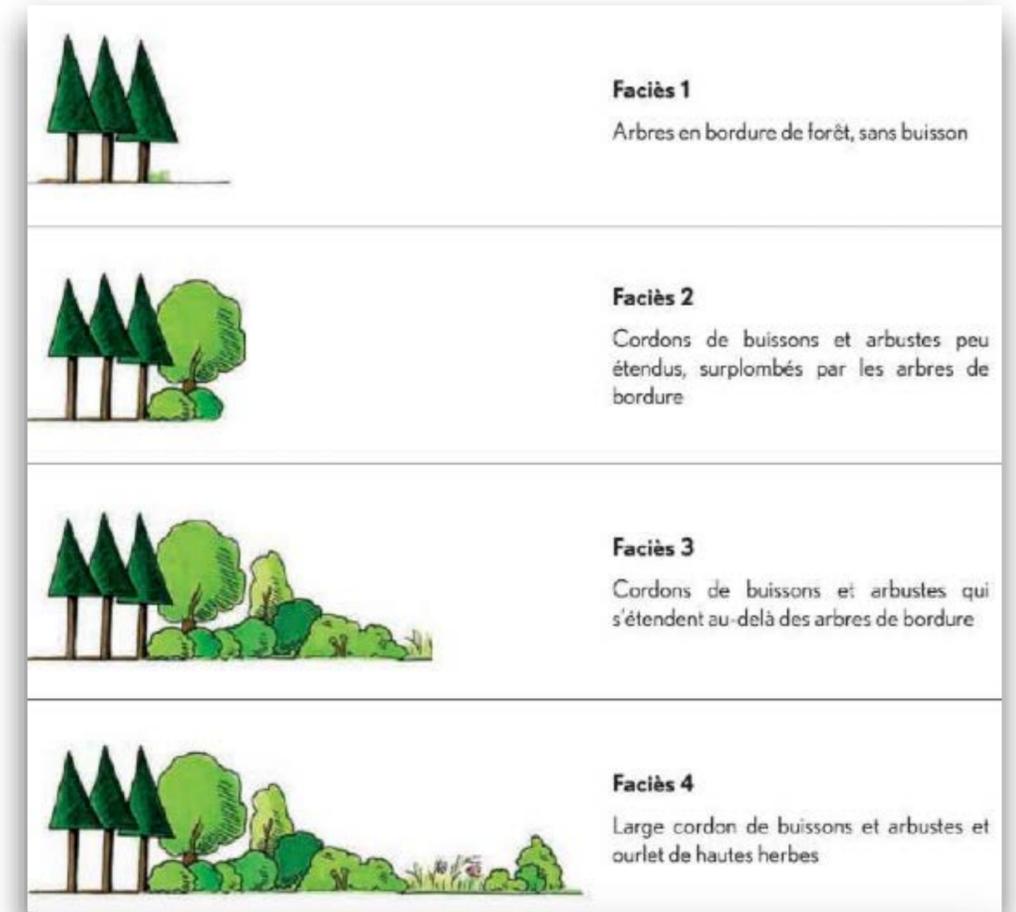


©M. Deconchat, Inrae

Schéma d'une lisière



©M. Deconchat, Inrae



©M. Deconchat, Inrae

Mise en place et entretien

- Il est pertinent de cibler les lisières avec le **plus grand potentiel** (exposées sud à sud-ouest et bien placées pour assurer la continuité écologique).
- La lisière peut être réfléchie afin de provoquer une **zone d'ombrage pour le bétail**, où l'ensoleillement est le plus important par exemple.
- Mettre en place un **« our let »** peut favoriser le développement des auxiliaires de cultures.
- Surface équivalente topographique des lisières : **1m=100m²**.

Pour aller plus loin :

- Deconchat M., « Rôles des lisières pour l'agroécologie et dans la gestion forestière », Inra.
- J-F. Antoine, « La gestion es lisières forestières », 2019.





Bandes enherbée ©Agri-culture biodiversité

Beetle Banks ©Agricology

Bande fleurie ©Oséa

Définition

Les bandes enherbées correspondent à **toutes les zones non cultivées et dont la hauteur ne dépasse pas celle de « l'herbe »**. On y retrouve des bandes enherbées simples, des bandes fleuries, des Beetle Banks, mais aussi les talus et les fossés enherbés. Les Beetle Banks (« Banque à scarabées ») sont des bandes enherbées linéaires de 40 à 50 cm de haut et 2m de large, composées en majorité par des poacées, et qui sont installées en milieu de champ.

Régulations biologiques

- Les bandes enherbées et toutes les surfaces assimilées jouent un **RÔLE important sur la biodiversité, faune sauvage et auxiliaires de cultures** :

Garde-manger

Cette source d'approvisionnement (notamment à proximité des haies), permet d'éviter aux animaux comme les lapins de garennes de manger les cultures. C'est aussi le garde manger de rapaces comme la buse, d'oiseau insectivore comme le passereau, ou

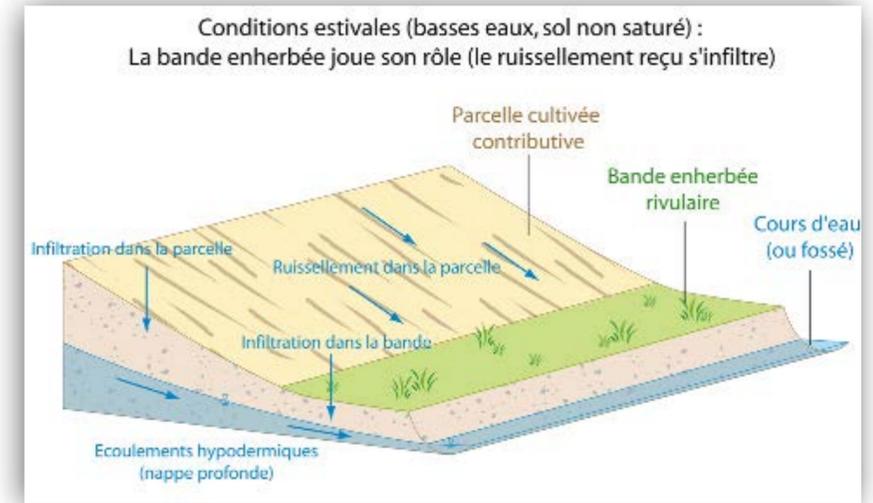
Refuge

Habitat pour de nombreuses espèces et site de nidification pour une partie de l'avifaune.

- Le principal avantage des Beetle Banks est le **contrôle des ravageurs** en augmentant les populations de prédateurs (carabes, araignées, staphyliens). Cet aménagement fait qu'après 5-6 ans, il y a plus de prédateurs dedans que dans tout autre aménagement paysager en bordures de champs (Collins et al. 1996) mais sont efficaces dès 2/3 ans (Thomas et al., 1991).

Gestion de l'eau et structuration du sol

- Les bandes enherbées et autres surfaces assimilées sont les **zones tampons** les plus simples et permettent donc une dépollution des eaux qui rejoignent le circuit hydrologique. En effet, elles servent de filtres aux substances exogènes ; c'est pour cela qu'elles sont obligatoires en bord de cours d'eau par la PAC. Plus la bande est large, plus elle sera filtrante
- Elles sont utiles pour **l'écoulement des eaux, l'infiltration dans le sol et dans le contrôle de l'érosion des sols**. Elles diminuent les pertes de terres et autres coulées de boue. Plus la bande est large, plus elle sera filtrante. D'après Arvalis, une largeur de 5-6 mètres montre une bonne efficacité, et 12 mètres permettent d'atteindre 80 à 90% d'efficacité (sur les flux de matières en suspension, de produits phytosanitaires, de nitrates et de phosphores).



Conditions estivales (basses eaux, sol non saturé) : la bande enrobée assure son rôle ©IRTSEA

NB : il est important de compléter avec d'autres zones tampons pour palier à la saturation des sols en bas de versants.

Mise en place et entretien

- L'efficacité du contrôle des ravageurs dépend de sa composition**

LÉGUMINEUSES/FABACÉES : fixent l'azote atmosphérique donc meilleure pérennité du couvert végétal et donc fourniture importante de nourriture pour l'avifaune.

POACÉES : rapidité d'implantation donc concurrencent les adventices, certaines se développent en « touffe », appréciées par la faune car refuges privilégiés.

Le mélange poacée/fabacée est intéressant au niveau agronomique, écologique et environnemental. Cela permet une diversité végétale, une diversité d'habitats et de ressources et donc une diversité de la faune plus élevée.

- La **largeur** de la bande renforcera son pouvoir filtrant.
- Les Beetle Banks doivent être installées en milieu de champs car cela réduit la distance et assure la présence de prédateurs dès les premières apparitions de ravageurs.

Quand faucher ? Il faut éviter de faucher pendant les périodes de reproduction et laisser des bandes non fauchées (ne pas tout faucher en même temps).

ET LE COÛT ? Le prix des terrassements pour un talus ou un fossé dépend du volume de terre à mettre en forme et avoisine les 6 à 7 €/m³. Ainsi le coût d'un fossé simple varie de 3 à 11 € du mètre linéaire et celui d'un talus de 8 à 18 €. Le coût d'un fossé à redents avoisine les 11 € par mètre linéaire. (d'après les Chambres d'agriculture 76 et 27, en 2007)

Pour aller plus loin :

- Agrowebinaire : La lutte biologique par conservation, l'exemple des bandes enherbées, Agreenium, 2020 - Fiche érosion n°15 : Fossé-Talus, Chambre d'agriculture 76 et 27 et ARFAS, 2008





© Jardiniers professionnels

Définition

LES JACHÈRES sont constituées principalement de **semis** de mélanges de fleurs annuelles, comme les plantes messicoles. Les graminées fourragères sont exclues de ces mélanges. Implantées en lisière de champs, l'objectif est de diversifier le paysage agricole et les habitats disponibles pour la faune auxiliaire et la flore.

Les prairies fleuries sont des herbages non semés riches en espèces indigènes qui sont fauchées ou pâturées pour nourrir le bétail. Elles remplissent le même rôle d'habitats diversifiés.

Les jachères et prairies ne reçoivent ni fertilisation ni produit phytosanitaire ; **on les « laisse vivre »**.



Régulations biologiques

- Elles attirent les **insectes pollinisateurs** à proximité des cultures entomophiles (pollinisation assurée par les insectes).
- Elles attirent les **insectes prédateurs** et permettent donc la **régulation** des ravageurs (syrphes, hyménoptères).
Elles constituent des réservoirs d'alimentation pour une grande partie de la faune.
- Elles sont des habitats hivernaux pouvant repeupler les cultures adjacentes lors de périodes plus favorables (Decourtye, 2007), et sont aussi des sites de nidification pour une partie de l'avifaune.



Gestion de l'eau et structuration du sol

De la même façon que les bandes enherbées, les prairies et jachères fleuries sont de très bonnes **zones tampons**. Elles sont d'ailleurs complémentaires dans le paysage agricole. Il est stratégique de les implanter en haut de versant



Mise en place et entretien

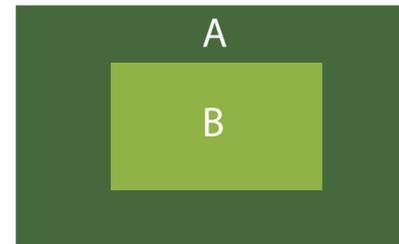
- **Mise en place** : Pour les jachères fleuries, il est très important de mettre en place des **essences locales indigènes** (attention à la composition des mélanges vendus). En effet, ces espèces seront plus adaptées au climat et feront partie intégrante de la chaîne alimentaire de l'écosystème local. Ces espèces seront moins ornementales que les mélanges horticoles mais participeront au maintien et au développement de la biodiversité.



- **Localisation** : Certains endroits sont à éviter :
 - Les lieux de passage, car elles pourraient être abimées par les usagers,
 - Les lieux très ombragés qui ne favorisent pas la floraison,
 - Les lieux déjà riches en biodiversités naturelles ne doivent pas être remplacés par des jachères semées. Ce serait une erreur écologique et une perte économique.

Compte tenu de l'investissement en argent et en temps, il est encore plus préférable de choisir des lieux **visibles**, où leur qualité paysagère pourra être appréciée à sa juste valeur.

- **Entretien** : Une fois le sol bien préparé et le mélange semé, les jachères et prairies fleuries ne nécessitent qu'**une fauche par an** (ou deux), avec ramassage du foin. Il faut éviter de faucher pendant les périodes de reproduction.



Pour prolonger la période de floraison et pour favoriser la biodiversité, on peut réaliser la fauche en deux temps : la partie A peut être fauchée en pleine floraison (en juin). Ainsi, quand la partie B aura fanée, la partie A aura repoussé et fleuri entre-temps. La parcelle entière peut être fauchée en septembre/octobre (mais il est toujours préférable de laisser une partie non fauchée pour la faune).

- **Coûts** : Le semis de jachère fleurie est moins coûteux que les plantations (à l'achat, mais aussi au niveau de l'entretien). Le prix d'achat décroît généralement de façon proportionnelle à la quantité achetée. Les jachères fleuries indigènes coûtent entre 30 et 300€/kg selon les mélanges et la quantité. En général, plus la proportion de graminées est grande, moins le mélange est cher, mais aussi moins intéressant pour les insectes. (d'après les Chambres d'agriculture 76 et 27, en 2007)

Pour aller plus loin :

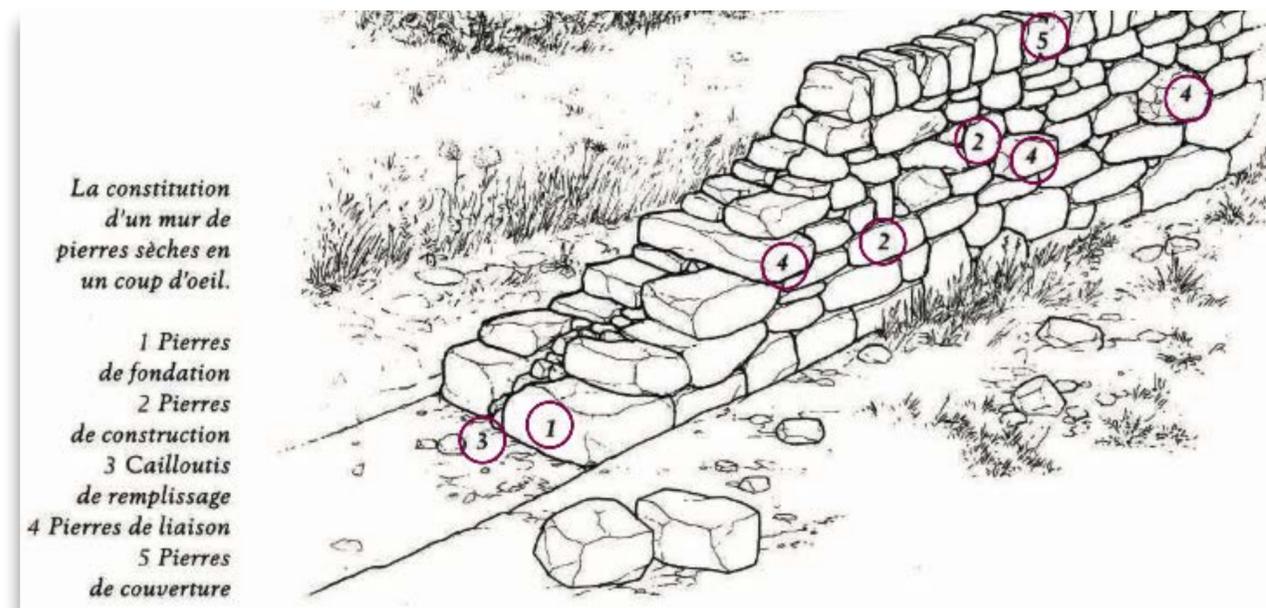
- Agrowebinaire : L'équilibre agri écologique, un nouveau regard sur les prairies, Agreenium, 2020
- Fleurs sauvages et prairies fleuries pour nos pollinisateurs, guide technique et choix de mélanges, SPW, 2012
- Étude de l'évolution e différents mélanges prairie fleurie en fonction du temps et des traitements de fauche, O. Gricourt, 2012





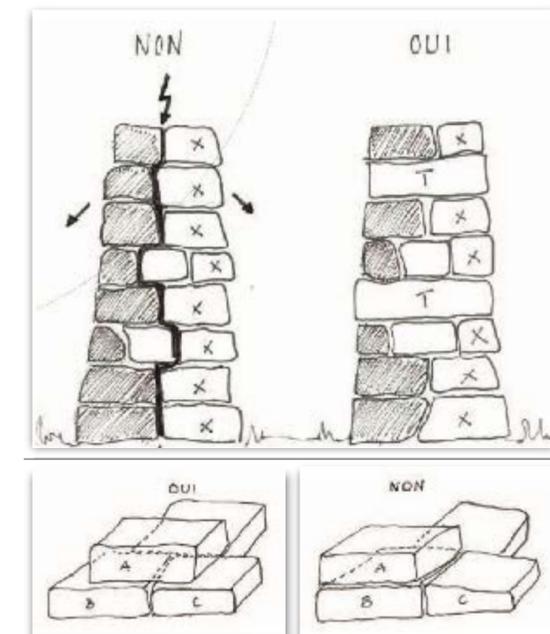
© Formation d'eco-construction

© Fotolia



La constitution
d'un mur de
pierres sèches en
un coup d'oeil.

- 1 Pierres
de fondation
- 2 Pierres
de construction
- 3 Cailloutis
de remplissage
- 4 Pierres de liaison
- 5 Pierres
de couverture



Définition

Un muret de pierres est une **construction linéaire en pierres**. Nous parlerons ici des murets de pierres sèches, c'est-à-dire sans matière qui recouvre les interstices et lie les pierres entre elles.

Régulations biologiques

- Les murets de pierres sont des **habitats** pour des nombreuses espèces tout en constituant un **corridor** qui favorise la continuité écologique.
- La pierre est un **habitat de choix** pour les vertébrés et les invertébrés : des reptiles, de nombreux insectes, des araignées, des oiseaux nichant dans des cavités (mésanges, moineaux ou même chouette chevêche), des musaraignes, des chauve-souris, des mustélides, mais aussi des belettes et des hermines. Le muret leur sert de gîte quotidien et hivernal, de refuge pour élever les jeunes ou encore de terrain de chasse. Par exemple, les lézards se nourrissent d'insectes et de leurs larves, d'araignées, et de vers. Ce milieu est **idéal pour les reptiles** car la pierre est chaude en surface sous le soleil et fraîche à l'intérieur : ces animaux à sang froid peuvent alors contrôler la température de leur corps pour se mettre en activité ou se reposer. Les murets de pierre vont de plus accueillir une biodiversité floristique, comme les orpins jaunes et blancs ou le cymbalaire.

Étape par étape :

1. Creuser une fondation et y déposer un substrat minéral pour limiter la colonisation végétale venant du sol. La fondation sera inclinée vers l'intérieur du mur en respectant une pente de 8 à 15 %.
2. Mettre en place la base avec de grosses pierres empilées en quinconce. Plus le mur sera haut plus sa base devra être large :
mur de soutènement : règle du 1/3. Hauteur = 3X largeur max. mur de séparation : règle du 1/2. Hauteur = 2X largeur max.
3. Veiller à ce que chaque pierre posée soit bien calée et respecter l'horizontalité de chaque pierre par rapport à la face extérieure du mur.
4. Veiller à disposer les joints en quinconce à la fois sur la face extérieure du mur et à l'intérieur.
5. Poser régulièrement de longues pierres de liaison (boutisses) qui traversent l'épaisseur du mur. Minimum tous les 50 cm de hauteur et espacées de maximum 1m. en longueur.
6. Terminer l'édifice par la pose de grosses pierres plates et lourdes et qui formeront la couverture du mur.

Règles générales :

- Quelle que soit la technique ou les matériaux utilisés, il est important de conserver un **maximum d'interstices** tant à l'intérieur du mur qu'en surface. Ce sont en effet les points d'entrée et de développement de la biodiversité.
- **Éviter** tout apport de **liant** pour augmenter les espaces interstitiels et faciliter la mobilité de la faune dans la structure du mur.
- **Un peu de terre** peut être déposée dans certains trous pour faciliter la colonisation et le développement de la **végétation**. A noter que quelques centimètres d'épaisseur suffisent pour les plantes des murs, ce qui empêchera le développement d'espèces ligneuses qui pourraient mettre à mal la pérennité du mur.

Entretien :

L'entretien d'un mur en est sèche est assez limité si la **construction initiale est de qualité** et qu'un **examen attentif annuel** est réalisé. C'est l'occasion de **supprimer la végétation trop envahissante** voire de jeunes arbres qui poussent aux abords. Des pierres dégradées peuvent aussi être **remplacées**. Les pierres de couverture situées sur le sommet du mur doivent faire l'objet d'une attention particulière. En cas d'effondrement, il est possible de démonter partiellement le mur avant de le restaurer.

Sources

« Construire un mur en Pierre sèche », Biodiversité de Wallonie



© B. Friconnet



© Andréas MEYER

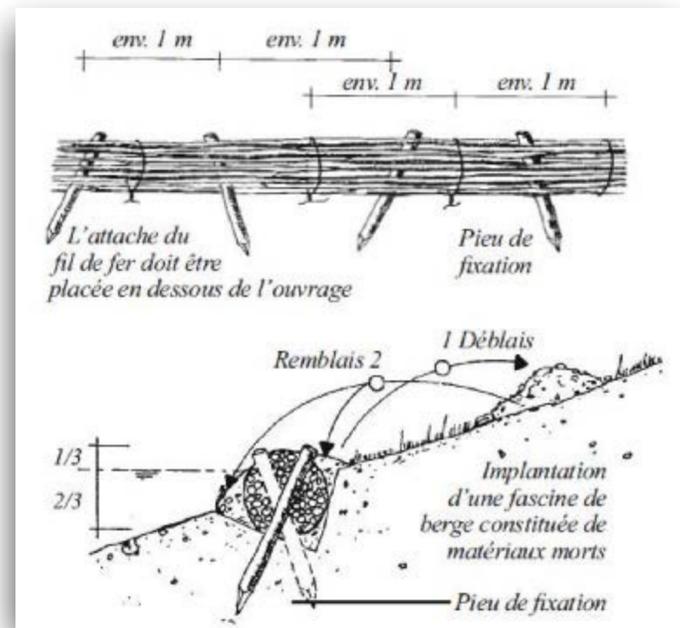
Définition

Une fascine est un assemblage de branchages.

Elle est constituée de **deux rangées de pieux vivants** entre lesquelles on a amassé des «**fagots**», souvent constitués de saule. Rapidement, les pieux et les branchages enterrés reprennent vie pour former une haie à terme.

Régulations biologiques

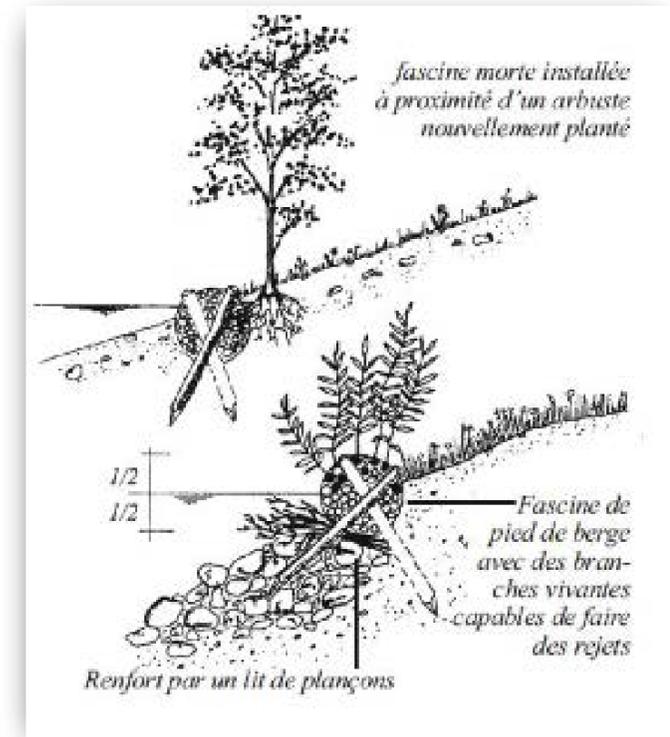
- Tout comme les murets de pierres, les fascines sont des **habitats** pour des nombreuses espèces tout en constituant un **corridor** qui favorise la continuité écologique.
- Les fascines accueillent en plus les **hérissons** car le gîte est douillet et feuillu. Elles sont de véritables corridors pour les hérissons. Afin de favoriser ces petits animaux, il faut laisser de petits interstices au coeur des fascines pour les protéger des prédateurs, les fabriquer plutôt haute (1m) et les plus larges possibles.



©AssociationFascinés

Gestion de l'eau et structuration du sol

- La fascine a été utilisée à l'origine pour conforter les berges des cours d'eau, puis a été adaptée pour lutter contre l'érosion des sols. En effet, positionnée en **travers de l'axe de ruissellement principal**, elle constitue un **obstacle perméable qui freine l'eau et retient la terre** (en limons battants, des mesures en Alsace ont montré que les fascines pouvaient retenir au champ jusqu'à 22 m³ de terre en quelques années).
- En plus de son efficacité rapide en terme de rétention des sédiments, de récentes expérimentations réalisées par l'Areas (association de recherche sur les sols basée en Normandie) ont permis d'estimer les volumes infiltrés aux abords des fascines, soit 170 mm/heure !
- De plus, l'association **haie + fascine** permet de prolonger le **frein au ruissellement** puisqu'au bout de dix ans on considère qu'une fascine non rechargée n'est quasiment plus efficace alors que la haie dense atteindra son rythme de croisière en terme de ralentissement des flux hydrauliques.



©AssociationFascinés

Mise en place et entretien

- La **qualité du fagot de remplissage est fondamentale**. Plusieurs règles doivent être suivies si on veut atteindre une efficacité immédiate et durable en matière de rétention des sédiments :
 - **compacter le fagot** uniformément sur toute la hauteur de la fascine sachant qu'une décompression s'opère toujours dans l'année qui suit vers le haut,
 - s'assurer de l'**homogénéité du remplissage** en ayant une distribution régulière de tiges rectilignes de section relativement petite de 2 à 3 cm de diamètre,
 - **enterrer les fagots** sur 35 à 50 cm pour permettre une bonne reprise,
 - **recharger la fascine** une à deux fois dans les dix premières années.
- Il faut également faire attention à la **pose des fagots** dans le cas de la réalisation de **fascines de grande longueur**. Afin d'assurer la compression des fagots dans le temps, il est recommandé de poser des tasseaux reliés aux pieux par des fils de fer. Des plançons peuvent également être disposés à l'amont pour renforcer la solidité de l'ouvrage.
- L'efficacité peut être influencée par l'**ACTIVITÉ DE LA FAUNE** ou à cause d'un **mauvais dimensionnement**, de traces de roues... le ruissellement pouvant passer à côté.

Quels coûts ?

Si les travaux sont réalisés par un particulier, il faut compter à titre indicatif 2€ le pieu en châtaignier, 4€ le pieu en saule et 0,8€ la branche de saule vivante. Cela revient à environ 8€/ml le caisson mort, 12€/ml le caisson vivant, 13,60€ le traçage mort et 15,60€ le tressage vivant. On peut éventuellement ajouter 7€ par ml s'il est nécessaire de louer une mini-pelle pour le terrassement et la battage des pieux. Enfin, si les travaux sont réalisés par une entreprise, il faut compter 60 à 80€ par ml pour une fascine vivante en caisson et 55 à 75€ pour une fascine morte en caisson.

Sources

Ancelin O., « La fascine : quelques règles d'implantation pour garantir son efficacité », 2012.



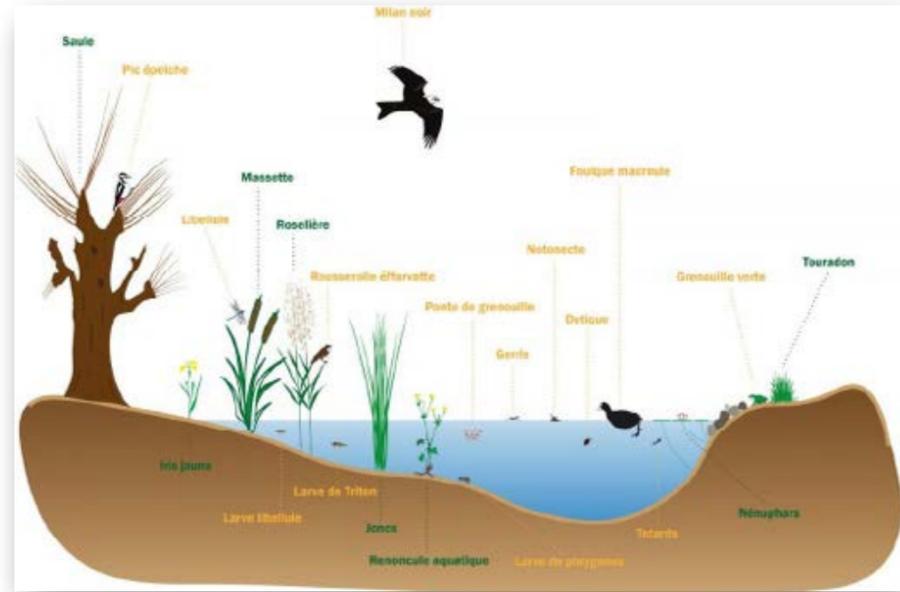


© LPO-Drôme



Régulations biologiques

- Les points d'eau présentent de nombreux intérêts écologiques. Ils sont en effet source **d'abreuvement**, de **nourriture** ou simplement **habitat** pour de nombreuses espèces sauvages.
- Le point d'eau est composé de **plusieurs types de milieux** : la **vase** au fond, **l'eau** en elle-même et une **VÉGÉTATION** à l'intérieur et autour. On y retrouve alors des batraciens (grenouilles et crapauds) mais aussi d'autres invertébrés, des reptiles, des oiseaux et des mammifères. Par exemple, les chauves-souris s'abreuvent dès qu'elle sorte de leur trou. D'après P. Williams et al., dans un endroit où les mares sont trois fois moins nombreuses que les lacs et rivières, elles présentaient 10% de macro invertébrés en plus et 50% d'espèces rares classées.
- Du côté de la flore, on retrouve des hélophytes avec une partie émergée (joncs, massettes, roseaux) et des hypophytes complètement immergées (lentilles, nénuphars).
- Enfin, les points d'eau ont un fort **intérêt paysager**.

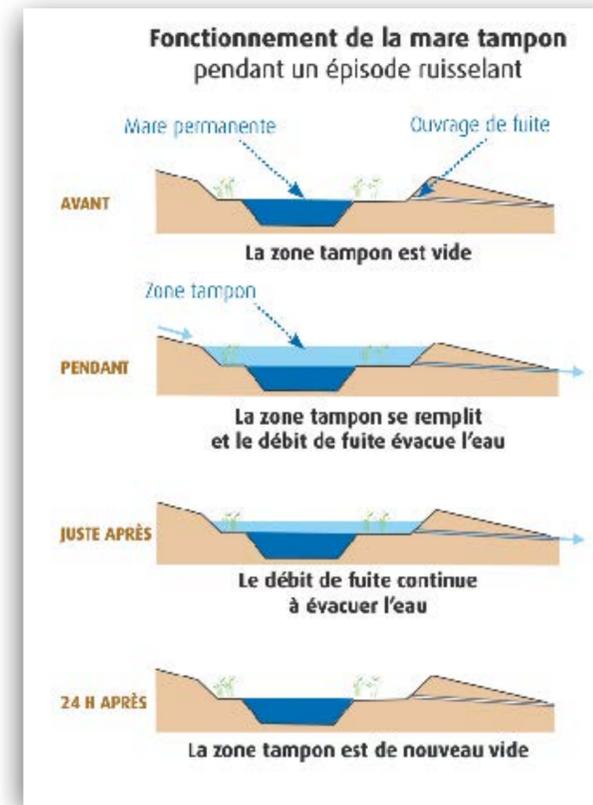


Écosystème simplifié de la mare ©FNE

Pour aller plus loin :

- Guide technique de la mare en Caps et Marais d'Opale, PNR des Caps et Marais d'Opale, 2005
- Fiche érosion n°16 : La mare tampon, Chambres d'agriculture 76 et 27 et ARFAS, 2008

Gestion de l'eau et structuration du sol



© Chambres d'agriculture 76 et 27

Les points d'eau ont un rôle majeur dans la **circulation d'eau** dans les écosystèmes et dans la lutte contre l'érosion des sols.

Ils permettent de **stocker de l'eau** pour palier aux sécheresses et sont des espaces de **filtration et d'épuration**. Ce sont des zones tampon de grand intérêt.

La **mare tampon** est constituée de deux niveaux :

- Le premier niveau est la « **mare permanente** » qui est toujours en eau ;
- Le deuxième niveau sert à **réguler les différents débits** et à lutter contre les inondations. L'eau pluviale est alors stockée temporairement.

Néanmoins, si la **pollution** alentour est trop importante, les points d'eau seront plus pollués que les cours d'eau alentours ; en effet, ils sont plus stagnants et moins fréquemment renouvelés.

Mise en place et entretien

- Dans l'idéal, le plan d'eau doit disposer d'**une partie à l'ombre** et d' **une autre ensoleillée**.
- L'entretien d'une mare est surtout de faire en sorte qu'elle se ne **rebouche pas**.



© Chambres d'agriculture 76 et 27

- **Coûts** : Prix moyen d'une mare : 9 à 13 €/m³ HT pour une création ou une réhabilitation, comprenant le terrassement et la pose de l'ouvrage de fuite. Si les conditions sont favorables, ce prix peut diminuer. Coût d'un curage : entre 9 et 13 €/m³ HT. (d'après les Chambres d'agriculture 76 et 27, en 2007)



D'après le Programme National de Recherche sur les Zones Humides (B. Sajaloli & C. Dutilleul, 2001)



© Irstea

Découvrons et protégeons les ripisylves

Définition

Les ripisylves sont des **boisements** de largeur variée qui forment un corridor plus ou moins continu **le long des berges des cours d'eau**. La ripisylve est composée généralement d'une strate arborée, arbustive et herbacée. La végétation en place est adaptée aux excès d'eau à faible profondeur (saules, peupliers, bouleaux, aulnes...).

Régulations biologiques

Les ripisylves assurent de nombreuses fonctions environnementales telles que le maintien des berges, l'atténuation des épisodes de crues, l'atténuation des pollutions aquatiques et plus généralement la préservation d'une bonne qualité écologique du cours d'eau (régulation thermique, refuge pour la faune aquatique et terrestre...).

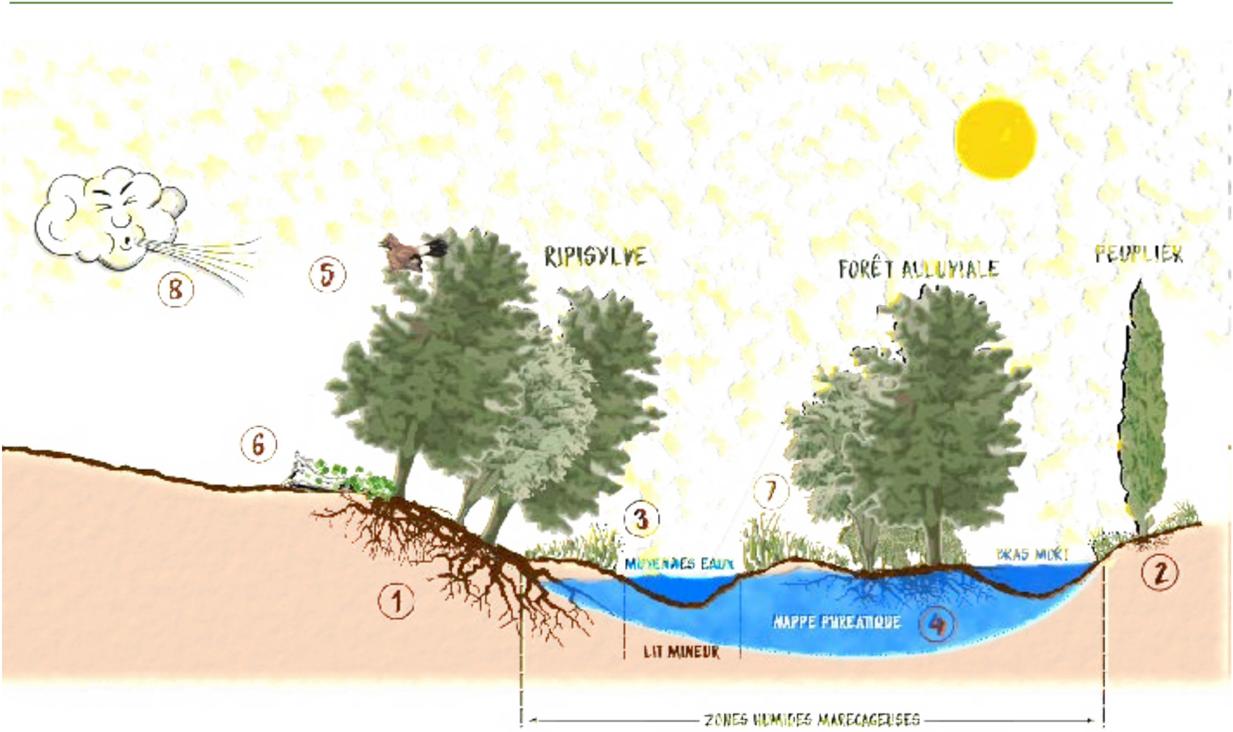
Pour en savoir plus : contacter votre syndicat de Bassin versant (contacts disponibles sur [Gesteau](#)).

Pour aller plus loin :



- Zones tampons : état des connaissances technique et mise en oeuvre, Maillet-Mezery J., Gril J., -J. (2010)
- Entretien de la ripisylve, fiche technique, PPRE du Clignon, SAFEGE, 2013.

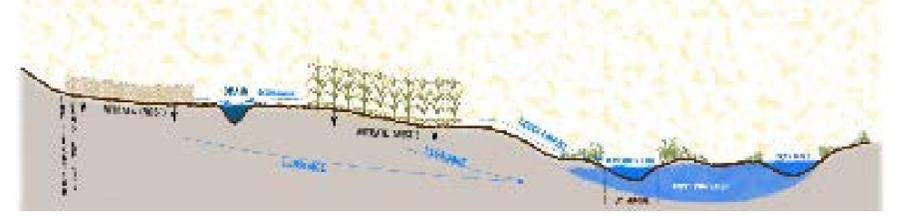
Gestion de l'eau et structuration du sol



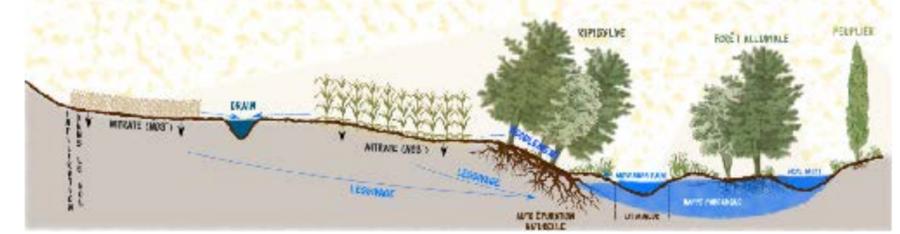
© Syndicat du Bassin versant de la Reyssouze, Irstea

- 1 Protection des berges contre l'érosion** : l'enracinement en profondeur des arbres et des arbustes constituant la ripisylve permet le bon maintien des berges. Les racines des arbres fixent les berges, limitant ainsi l'érosion.
- 2 Toutes les essences d'arbres** ne sont pas adaptées. Par exemple, le peuplier sera à éviter en bordure de cours d'eau. En effet, il aura tendance à développer ses racines plutôt en surface et à être rapidement déstabilisé par la rivière, contrairement au saule, à l'aulne ou au frêne, qui ont un enracinement en profondeur.
- 3 Dissipation du courant** : la ripisylve offre des « obstacles » à la rivière et dissipe ainsi sa force, limitant l'érosion excessive (les forces engendrées par la rivière sont en équilibre permanent : s'il n'y avait pas cette dissipation, elles seraient reportées ailleurs ; pendant les crues, les végétaux freinent l'eau, ils brisent le courant et protègent les berges aval d'une érosion trop forte).
- 4 Zone tampon, épuration et fixation des nitrates, des phosphates des terres agricoles** : les végétaux, le sol et les micro-organismes constituent un filtre naturel pour la pollution qui arrive à la rivière. Les nitrates, phosphates et molécules phytosanitaires sont fixés par les plantes, le sol ou sont dégradés par les micro-organismes, ce qui évite ainsi un rejet direct dans la rivière.
Participation à l'auto-épuration de la rivière : les végétaux de la ripisylve pompent également les polluants organiques directement dans la rivière et participent ainsi à l'auto-épuration naturelle.
Échanges aquifères (échanges entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines) : la ripisylve sert là aussi de filtre et permet une meilleure infiltration
- 5** de l'eau qui « glisse » le long des systèmes racinaires (participe à la préservation d'une certaine qualité des eaux souterraines).
- 6 Zones ressources et de refuge** : la ripisylve est un lieu de reproduction, de refuge et de vie pour de nombreuses espèces animales, végétales, terrestres et aquatiques (caches à poisson). Dans notre environnement, c'est une des zones qui est la plus riche et qui abrite le plus d'espèces. La diversité biologique est maximale.
- 7 Effet corridor** : une certaine continuité de l'écosystème rivière/ripisylve permet de former un couloir qui peut relier deux biotopes identiques qui pourraient être isolés dans le cas contraire. C'est également un repère pour la faune lors des migrations d'oiseau par exemple.
- 8 Production de matière organique** : feuilles mortes, bois, ... par action des micro-organismes de décomposition vont former un humus qui permettra le développement de l'écosystème.
- 9 Ombrage des eaux** : l'ombre apportée par la ripisylve sur la rivière permet de limiter l'augmentation de la température de l'eau l'été. De plus, pour certaines rivières qui présentent une importante eutrophisation, les arbres permettent également de priver les végétaux aquatiques de soleil, limitant ainsi leur photosynthèse et donc leur développement.
- 10 Effet brise-vent** : comme toutes les haies de manière générale, la ripisylve a également un effet brise-vent. Tout comme les haies on constate un gain de production des parcelles agricoles protégées par le vent (même si'il y a une perte sur les premiers mètres due à la compétition entre les espèces). De la même manière, pour la vache laitière qui profite de l'abri (ombrage l'été ou protection du vent et du froid en hiver) on constate une augmentation de la production de lait.

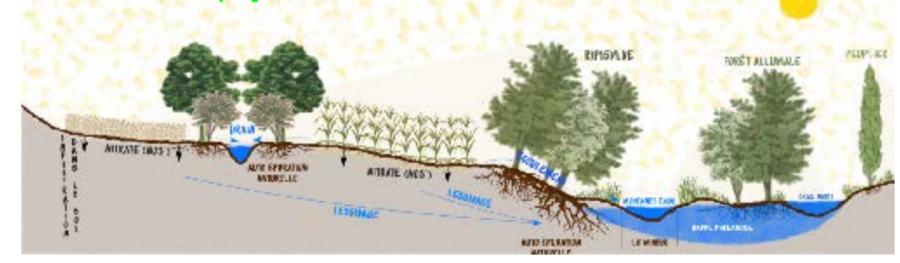
Simulation en absence de haies et de ripisylves et en présence d'agriculture intensive



Sans haies, avec ripisylves



Avec haies et ripisylves



© Syndicat du Bassin versant de la Reyssouze, Irstea

Bibliographie 1/4

Références générales :

1. Waligora C., « Régénérer la biodiversité : équilibres écologiques et services écosystémiques », Paris : Editions France Agricole, 2021
2. Villenave-Chasset J., « Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages. », Editions France Agricole, 2017.
3. Pointerau P, Coulon F, Fleutiaux C., « Pertinence s IAE au sein d'un territoire ans le cadre de la PAC », Solagro, 2007.
4. L'hirondelle N°3, Revue Printemps 2019
5. « Guides Millennium Ecosystem Assessment », 2005
6. Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J-L., « Les pratiques agricoles à la loupe », Editions Que, 2017.
7. « Enseigner à produire autrement pour les transitions et l'agroécologie », Ministère de l'agriculture, 2021.
8. « Céréaliers et biodiversité : une synergie à réaffirmer », OFB, septembre 2020.
9. Bezner et al., « Can agroecology improve food security and nutrition ? A review », Global Food Security, Vol 29, 2021.
10. Akakpo et al., « Challenging agroecology through the characterization of farming practices diversity in Mediterranean irrigated areas », European Journal of Agronomy, Vol 128, 2021.
11. Padro et al., « Modelling the scaling up of sustainable farming into Agroecology Territories: Potentials and bottlenecks at the landscape level in a Mediterranean case study », Journal of Cleaner Production, Vol 275, 2020.
12. Van der Ploeg et al., « The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe », Journal of Rural Studies, Vol 71, oct. 2019.
13. Lefèvre, Perrin, « Challenges of complying with both food value chain specifications and agroecology principles in vegetable crop protection », Agricultural Systems, Vol. 185, nov. 2020.
14. Williams P et al., « Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England », Biological Conservation, volume 115, Issue 2, février 2004, p. 329-341.
15. Siblet J.-P et Ducroux A.-M., « Pollution lumineuse et biodiversité : un enjeu pour l'ensemble du territoire », Espaces naturels, n° 57, janvier 2017.
16. « Un rapport clé de l'IPBES sur la biodiversité et les pandémies », UICN, 2020.

1- Les IAE et les régulations biologiques

17. Blanchart E., de Tourdonnet S., « Les services écosystémiques », UVED, 2014.
18. « Infrastructures agro-écologiques », Chambre agriculture Pays de la Loire
19. « les infrastructures Agro-écologiques », Osaé.
20. « Services Écosystémiques et biodiversité », FAO.
21. Cotteverte, Cordeau et al., « Intérêt d'aménagements paysagers pour la biodiversité : exemple d'ingénierie agroécologique sur le domaine expérimental d'Epoisses », Inra Dijon, 2018.
22. Valdés A., Lenoir J. [...] et Decocq G., « High ecosystem service delivery potential of small woodlands in agricultural landscapes », Journal of Applied Ecology, publié en ligne le 2 décembre 2019, DOI : 10.1111/1365-2664.13537
23. IPBES, « Rapport de l'évaluation mondiale de biodiversité et des services écosystémiques », 2019.
24. « Gestion des bords de champs cultivés », Agrifaune.
25. Jeanneret P Et al. « An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity », Communications Earth and Environment, 2021.

a) Biodiversité fonctionnelle

26. Fiche n°6 infrastructures agroécologiques et auxiliaires de cultures, Chambre d'agriculture Occitanie
27. Waligora C., Faune utile des bords de champs, Editions France Agricole, 2019.
28. Petit S., Lavigne C., « Paysage, biodiversité fonctionnelle et santé des plantes », Editions Quae, 2019.
29. Villenave-Chasset J., « Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages. », Editions France Agricole, 2017.
30. Boller EF, Häni F et Poehling H. M., « Ecological Infrastructures : Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm », 2004, IOBC-OILB, 212pp.

31. Martin G., De Bellabre M., Lespine A., Brin A., « Biodiversité fonctionnelle : Définition. », Dictionnaire d'Agroécologie, 2020.
32. « Aménagements paysagers pour favoriser la biodiversité fonctionnelle en agriculture », GEPACO'Aménagements paysagers pour favoriser la biodiversité du Réseau' du réseau DEPHY ECOPHYTO, Chambre Agriculture Lot, 2019.
33. Joseph C., Delattre D., Sarthou. J-P, « Auxiliaires des cultures : Définition. », Dictionnaire d'Agroécologie, 2018.
34. Jeanneret P et Al., « An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity », Communications Earth and Environment, 2021.
35. Villenave-Chasset J., « Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages. », Editions France Agricole, 2017.
36. CaldumBide C., Faessel L., Travers M., Thierry D., Rat-Morrisse, « Les chrysopes communes, auxiliaires polyvalents. D'abord qui sont-elles ? Et peut-on les protéger en hiver ? », Phytoma, 2001, 540 : 14-19
37. Hodek I., Vam Emden H.F, Honek A., « Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae) », Chichester, John Wiley & Sons, 2012.
38. Waligora C., « Vers de terre et pesticides. Impact écotoxicologique négatif confirmé », TCS, n° 87, mars/avril/mai 2016.
39. Waligora C., « Consommation de graines d'adventices – L'Inrae confirme l'action des carabes », TCS, n° 111, janvier/ février 2021.
40. Sirami C. et al., « Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions », Proceedings of the National Academy of Sciences, 29 juillet 2019.
41. Seibold S. et al., « Arthropodes decline in grasslands and forests is associated with landscapes – level driver », Nature, 574, 671-674, 2019.
42. Schmidt M. H. et Tschardt T., « Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders », Journal of Applied Ecology, 42(2) : 281-287, 2005.
43. Millot F, Decors A., Mastain O., Quintaine T., Berny P, Vey D., Lasseur R. et Bro É., « Field evidence of bird poisonings by imidacloprid-treated seeds : a review of incidents reported by the French SAGIR network from 1995 to 2014 », Environmental Science and Pollution Research, 24, 5469-5485, 2017.
44. Pecheur E., Piqueray J., Monty A., Dufrene M., Mahy G., « The influence of ecological infrastructures adjacent to crops on their carabid assemblages in intensive agroecosystems », Peer J, 8 : e8094, 2020.
45. Harvey J. A., Heinen R., (...) Kroon Hans de, « International scientists formulate a road-map for insects conservation and recovery », Nature, Ecology & Evolution 4, 174-176, 2020.
46. Gudleifsson Bjarni E., « Beetle species (Coleoptera) in hayfields and pastures in northern Iceland », Agriculture Ecosystems & Environment, 109(3) : 181-186, 2005.
47. « Mesures pour favoriser les petits mustélidés en zone agricole », AGRIDEA, 2018.
48. Philippe Jeanneret et Al. « An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity. », Communications Earth and Environment, 2021
49. Farm to fork Strategy : for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (non-disponible en français à ce jour), 2020
50. COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS : Une stratégie "De la ferme à la table", 2020
51. COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS : Stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030, 2020
52. Alimentation, Planète, Santé, Rapport de la Commission Eat Lancet, 2021



Bibliographie 2/4

b) Contrôle des bio agresseurs

53. Delval Ph., Ligot O., « Des infrastructures agro-écologiques pour plus de régulation naturelle », mis à jour par Gayraud M., *Ecophytopic*, 2018 mis à jour en février 2021.
54. Ferre A., « Gérer les ravageurs grâce aux aménagements », *Revue Phytoma*, 2021, p12-16
55. Ferré A., « Protection Biologique Intégrée en extérieur : principes et idées reçues », *PHM Revue Horticole*, 2010, 520 : 29-31.
56. Ricard J.-M., Garcin a., Jay M. et Mandrin J.-F., « Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière », *Ctifl*, 2012
57. Rusch a., Valantin-Morison m., Sarthou J.p., Roger-Estrade J., « Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems : Effects of Crop Management, Farming Systems, and Seminatual Habitats at the Landscape Scale : A Review », *Advances in Agronomy* 109, 2010, 219-259
58. Sarthou J.p., Ouin a., Arrignon F., Barreau G. & Bouyjou, B., « Landscape parameters explain the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (Diptera : Syrphidae) », *European Journal of Entomology*, 102 (3), 2005, 539-545.
59. Bianchi et al., « Sustainable pest regulation in agricultural landscapes : A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control », *proceedings of the Royal Society B : Biological Sciences*, 273(1595) : 1715-27, 2006.
60. Völkl W. et Stechmann D.-H., « Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Aphidiidae) : The influence of host plant and habitat », *Journal of Applied Entomology*, vol. 122 (1-5), 1998.
61. Ketoh G. K. et al., « Susceptibility of the Bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) and its Parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera : Pteromalidae) to Three Essential Oils », *Journal of Economic Entomology*, volume 95, Issue 1, p. 174-182, février 2002.
62. Bro É. et Millot F., « Bilan de l'étude PeGASE sur la perdrix grise », *Faune sauvage*, n° 298, 1er trimestre 2013.

c) Pollinisation

63. « Les messicoles : Les plantes de service », *Osaé*.
64. Charrière J.-d., Imdorf A., Koenig C., Gallmann S., Kuhn r., « Les cultures de tournesol influencent-elles le développement des colonies d'abeilles mellifères (*Apis mellifera*) ? », *Recherche Agronomique Suisse*, 13(9), 2006, 380-385.
65. Garibaldi La., Carvalheiro Lg., Vaissière Be., Gemmill-herren B., Hipólito J., Freitas Bm., Ngo Ht, Azzun, Sáez A., Åström J., An J., Biochtein B., Buchorri D., Chamorro García Fj., Oliveira da Silva F., Devkota K., Ribeiro de F., Freitas L., Gaglianone Mc., Goss M., Irshad M., Kasina M., Pacheco F., Ilho Aj., Kiill Ih, Kwapong P., Parra Gn., Pires C., Pires V., Rawal Rs., Rizali A., Saraiva A.M., Veldtman R., Viana B.f, Witter S., Zhang H., « Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms », 2016, 351(6271) : 388-91.
66. Vialatte a., Tsafack n., Al hassan d., Duflot R., Plantegenest P., Ouin a., Villenave-Chasset J. Ernoult A., « Landscape potential for pollen provisioning for beneficial insects favours biological control in crop fields », *Landscape Ecology*, 32, 2017, 465-480.
67. Decourtye A. (dir.), « Les abeilles, des ouvrières agricoles à protéger », Éditions France Agricole, 2018.
68. *Rencontre avec les pollinisateurs*, Ministère de la transition écologique, 2021.
69. David Kleijn et Al. « Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollination conservation », *Nature Communication*, 2015

d) Fertilité des sols

70. Tétu T., « Impact des pratiques culturales sur la vie microbiologistes du sol », *TCS n°94*, Septembre/octobre 2017.
71. Waligora C., « Vers de terres et pesticides. Impacts ecotoxicologiques négatif confirmé », *TCS*, n°87, Mars/avril/mai 2016.
72. « Qu'est-ce qu'un sol fertile ? », *Ministère de l'agriculture et de l'alimentation*, 2013.
73. N. Amaran, M. Senthil Kumar, K. Annpurna, K. Kumar, A. Sankaranarayanan, « Beneficiel Microbes in Agro-Ecology », 2020
74. Waligora C., « L'agriculture de conservation des sols, qu'est-ce que c'est ? », *Agriculture de conservation*, 2019. 75. Hupin, F. Et Thomas F., « Labourer : globalement plus néfaste sur la vie du sol que les pesticides », *TCS*, n° 92, Mars/avril/mai 2017
76. Tétu T., « Impact des pratiques culturales sur la vie microbiologique du sol », *TCS*, n° 94, septembre/octobre 2017.
77. *Fertilité biologique des sols : les outils d'évaluation*, *Chambre d'agriculture des Hauts de France*, 2020
78. *L'activité biologique des sols, une clé de la fertilité*, *Unifa*, 2012

e) Stabilité structurale du sol

79. Bousquet N., « un test pour évaluer la stabilité structurale du sol », *Arvalis*, 2018.
80. Kerveno Y., « Préserver la structure tout en cultivant des pommes de terre et des betteraves », *Terre-net*, 2015.
81. Bourgeois M., Coquillart E., Cournaire M., Fassino C., « La structure d'un sol », *Supagro*.
82. Peigne J., « la battance », *Supagro et ISARA Lyon*.
83. « Comment améliorer la qualité de vos sols grâce aux couverts végétaux », *Volonté Paysanne Gers*, 2018.
84. Thomas F. et Archambeaud M., « Les Couverts végétaux. Gestion pratique de l'interculture », Éditions France Agricole, 2013.
85. Rebillard C., « Le paysan-chercheur Félix Noblia invente l'agriculture sans pesticides et sans labour », *Reporterre*, 2019
86. Comment améliorer la qualité de vos sols grâce aux couverts végétaux, *Volonté Paysanne Gers*, 2018
87. Algayer B., Darboux F., « La stabilité structurale du sol varie à pas de temps court: évaluation de facteurs explicatifs. Un exemple en Beauce Chartraine. », 11. Journées d'Etude des Sols (JES), Mar 2012.
88. Abiven S., « Relations entre caractéristiques des matières organiques apportées, dynamique de leur décomposition et évolution de la stabilité structurale du sol. » *Sciences de la Terre, Agrocampus - Ecole nationale supérieure d'agronomie de rennes*, 2004.
89. Le Bissonais Y., Le Souder C., Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion, *INRA*, 1995.
90. Chabert, Ariane, et Jean-Pierre Sarthou. « Agriculture de conservation des sols et services écosystémiques », *Droit et Ville*, vol. 84, no. 2, 2017, pp. 135-169.

f) Micro-climat

91. Bourgade E., Alonso Ugaglia A., Bustillo V, Dufourcq T., Grimaldi J., et al.. *VITIFOREST : « Evaluation de l'impact de l'arbre agroforestier en contexte viticole. Innovations Agronomiques », INRAE, 2020, 79, pp.471-497.*

2- Les IAE et la gestion de l'eau

92. « Qu'est-ce qu'une zone tampon et comment les utiliser ? : Mise en oeuvre », *OFB*.
93. Corpen, « Diagnostic de la pollution des eaux par les produits phytosanitaires : bases de l'établissement de cahiers des charges des diagnostics de bassins versants et d'exploitations. », 2001, 32 pp.
94. Catalogne C., Le Hénaff G., « Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole », *AFB et IRSTEA*, Aout 2017.
95. Carluet N., Gouy V., Liger L., « Intérêt des zones tampons pour limiter les transferts hydriques de produits phytosanitaires : quelle transposition possible des connaissances pour les haies et les haies sur talus ? », *Inrae, Sols, eaux et territoires*, 2019
96. Carluet N., Gouy V., « Des zones tampons pour les limiter les pollutions d'origine agricole », *Phytoma, Groupe France Agricole*, 2020. hal-03131742.
97. Catalogne C., Le Hénaff G., « Processus d'atténuation du ruissellement et de rétention des pesticides en sein d'une zone tampon enherbée », 2017
98. Maillot-Mezeray J., Gril J., -J., « Zones tampons : état des connaissances technique et mise en oeuvre », 2010. 99. Corpen, « Les fonctions environnementales des zones tampons », *Groupe Zones tampons*, 2007.
100. « Tout savoir sur les bandes enherbées », *Perspectives agricoles*, n° 315, septembre 2005.

g) Multi-fonctionnalité, association et complémentarité des dispositifs tampons

101. Fiche érosion n°10 : organisation du parcellaire pour un meilleur fonctionnement du bassin versant, *Chambres d'agriculture 76 et 27 et ARFAS*, 2008

3- Habitats et continuité écologique : penser les IAE à l'échelle du paysage

a) Habitats

102. « Fiche réglementaire Arbres, Haies et bandes végétalisées dans la PAC 2015-2020 »

b) Continuités écologiques (Trames verte et bleue)

103. « Agriculture, biodiversité et continuités écologiques », *Trame verte et bleue*, *Ministère de l'environnement*, 2013.

c) Échelles de la parcelle et du paysage

104. Waligora C., « Régénérer la biodiversité : équilibres écologiques et services écosystémiques », Paris : Editions France Agricole, 2021



Bibliographie 3/4

1. La Haie

105. « Les haies », Afac-agroforesterie, 2015.
106. Baudry O., Bourgery C., Goyot G. et Rieux R., « Les Haies composites réservoirs d'auxiliaires », Ctifl, 2000.
107. "The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis", Ecology Letters, 2020.
108. L. Sutter and Al., « Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. », Journal of Applied Ecology, 2016
109. Tschumi M, Albrecht M, Entling MH & Jacot K, « Des bandes fleuries pour réguler le criocère des céréales. », 2015
110. Liagre F, « Les haies rurales, rôles - création - entretien. », Paris, France agricole, 2006, 319p.
111. « Fiches Bocage Info » de Mission Bocage, disponibles sur missionbocage.com rubrique Publications
112. Baudry J., Jouin A., « De la haie aux bocages, organisation, dynamique et gestion. », Paris, INRA, 2003, 435p.
113. « Guide technique, Les haies bocagères », Conseil Général du Calvados, PDF, 2010, 29p.
114. Bradu S. et Laulanie M-O., « La Magie des Haies » DvD, 2010.
115. Bertrand J., « Agriculture et biodiversité, un partenariat à valoriser. » ONCFs, educagri éditions, 2001, 157 p. - Pôle bocage national de l'ONCFs : www.polebocage.fr
116. Tourneur, J-C, Marchandeu S., « le bocage et les haies en France », OFB, 1996.
117. Bertrou J., Parayre M-J., « La haie au service des continuités écologiques. Entretien et réhabilitation. », PNR du Haut-Languedoc, 2014.
119. « L'entretien des haies champêtres », Prom'Haies Poitou Charente, 2013, Livret, 15p.
120. Guide PAGESA (Principes de gestion et d'Aménagement des systèmes Agroforestiers) et catalogue IBIS (Intégrer la Biodiversité dans les systèmes d'exploitations agricoles).
121. Fiche érosion n°14 : haie, CA 76 et 27 et Arfas, 2008

2. Les bandes enherbées et surfaces assimilées

122. « Tout savoir sur les bandes enherbées », Perspective agricole n°315
123. Durant D. et Lemaire N., « Des bandes enherbées pour favoriser l'abondance et la diversité des Carabidés », TCS, n° 90, novembre/décembre 2016.
124. Didier B., encadré par Lassere-Joulin F., « Relation entre la biodiversité fonctionnelle des végétaux d'une bande enherbée (et de la parcelle agricole correspondante) avec les traits de vie liés à la prédation exercée par les carabidae auxiliaires des cultures », UMR Université de Lorraine – INRA Colmar Laboratoire Agronomie-Environnement (LAE), 2012.
125. Gudleifsson Bjarni E., « Beetle species (Coleoptera) in hayfields and pastures in northern Iceland », Agriculture Ecosystems & Environment, 109(3) : 181-186, 2005.
126. Fiche érosion n°15 : Fossé-Talus, Chambre d'agriculture 76 et 27 et ARFAS, 2008

3. Les lisières de bois

127. Deconchat M., « Rôles des lisières pour l'agroécologie et dans la gestion forestière », Inra.
128. J-F. Antoine, « La gestion es lisières forestières », 2019.

4. Les jachères fleuries/praires fleuries

129. Carrié R. et al., « Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups », Journal of Insect Conservation, volume 16, p. 635-640, 2012.
130. « Les prairies fleuries », Gestion Différenciée Wallonie, 2014.
131. « Fleurs sauvages et prairies fleuries pour nos pollinisateurs, guide technique et choix de mélanges », SPW, 2012.
132. Étude de l'évolution e différents mélanges prairie fleurie en fonction du temps et des traitements de fauche, O. Gricourt, 2012.
133. Fleurs sauvages et prairies fleuries pour nos pollinisateurs, guide technique et choix de mélanges, SPW, 2012 « Prairie Fleurie », Herbea Solagro.
134. « Prairie Fleurie », Osaé, Plateforme d'échange pour la mise en pratique de l'agroécologie (Solagro) _____ 5.

L'arme isolé ou creux

135. Bourgade E., Alonso Ugaglia A., Bustillo V., Dufourcq T., Grimaldi J., et al.. VITIFOREST : "Evaluation de l'impact de l'arbre agroforestier en contexte viticole.. Innovations Agronomiques," INRAE, 2020, 79, pp.471-497.
136. « L'arbre : multifonctionnalité et performances au service de l'agriculture de demain », Chambre d'Agriculture Pays-de-Loire.
137. « Guide pratique : Concevoir et entretenir sa haie », PNR du Verdon, 2018.
138. « Agroforesterie et viticulture », Institut français de la vigne et du vin, 2019.

8. Les tas de branches/tas de pierres

139. Cornu C., « Fédération française des professionnels de la pierre sèche », 2016 .
140. « Construire un mur en Pierre sèche », Biodiversité de Wallonie.
141. Ancelin O., « La fascine : quelques règles d'implantation pour garantir son efficacité », 2012.

9. Les mares et autres points d'eau

142. "Guide technique de la mare en Caps et Marais d'Opale", PNR des Caps et Marais d'Opale, 2005.
143. « Fiche érosion n°16 : La mare tampon », Chambres d'agriculture 76 et 27 et ARFAS, 2008.
144. "La Mare", Syndicat mixte des bassins versants Saane, Vienne, Scie.

10. Les ripisylves

145. Maillet-Mezeray J., Gril J., -J., « Zones tampons : état des connaissances technique et mise en oeuvre », 2010.
146. Catalogne C., Le Hénaff G., « Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation trans-ferts de contaminants d'origine agricole », AFB et IRSTEA, Aout 2017.
147. Entretien de la ripisylve, PPRE du Clignon, SAFEGE, 2013.
148. « Définition et rôles de la ripisylve », Syndicat du Bassin Versant de la Reyssouze.



Bibliographie 4/4



Vidéos

- [Infrastructure agroécologique](#), Dictionnaire Agroécologie, 2017
- [Biodiversité et services écosystémiques](#), UVED, 2015
- [Comment favoriser les auxiliaires de cultures sur mon exploitation?](#), Osez l'Agroécologie, 2017
- [Aménagements pour la biodiversité fonctionnelle : 2 expérimentations INRAE](#), Herbéa, 2021
- [Évaluer la stabilité structurale de son sol](#), Arvalis, 2014
- [La microbiologie des sols](#), C dans l'isol, 2021
- [C'est quoi une Zone Tampon écologique ?](#), OFB, 2020
- [Les haies et les fosses : des zones tampons sous nos yeux !](#), OFB, 2020
- [Les zones tampons : UN ATOUT POUR LES AGRICULTEURS !](#), OFB, 2020
- [Trames verte et bleue](#), Conseil Départemental Dordogne, 2017
- [Trames Vertes & Bleues : La vie au cœur des territoires](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [La restauration du Drac amont](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [La Leysse prend ses aises](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [La Bonne et la Roizonne](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [La mise en valeur des tourbières de Montselgues](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [Les ripisylves du Sornin](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [L'Hermance reprend vie](#), Association Rivière Rhône Alpes Auvergne, 2019
- [L'agroécologie : un atout pour conforter la Trame verte](#), PNR du Verdon, 2019
- [Les haies Marc Lefebvre](#), APAD, 2020
- [Ardèche : mieux connaître les chauves-souris](#), OFB, 2020
- [Les prairies fleuries des Vosges du nord : des hommes et des savoir-faire](#), PNR des Vosges du Nord, 2015
- [Favoriser les auxiliaires de culture grâce à une prairie fleurie](#), Solagro, 2017
- [Mise en place et gestion optimales d'un pré fleuri](#), Adalia 2.0, 2013
- [Agro-écologie : l'écosystème de la mare](#), Paris nature, 2021
- [Découvrons et préservons les ripisylves](#), Astee, 2021



Webinaires

- [Pollinisation et pollinisateurs par Benoit Geslin](#) IMBETV 2018
- [Agrowebinaire : Les auxiliaires de régulation des bio agresseurs en grandes cultures](#) Agreenium 2020
- [Webinaire-La fertilité des sols](#) Chambre d'agriculture Pays-de-Loire 2021
- [Agrowebinaire : La lutte biologique par conservation, l'exemple des bandes enherbées](#) Agreenium 2020
- [Agrowebinaire : les prairies fleuries](#) Agreenium 2020



Outils interactifs

- [Outil interactif Herbea](#) pour regarder les ravageurs d'une culture et différents solutions en IAE selon les différentes régions de France.
- [Outil de diagnostic](#) du Ministère de l'environnement



Acronymes

- AFB : Agence française pour la biodiversité
- CA : Chambre d'Agriculture
- CPIE : Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement
- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- IAE : Infrastructure Agro-écologique
- INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- IPBES : Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques
- IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
- OFB : Office français de la biodiversité
- ONF : Office national des forêts
- PNR : Parc Naturel Régional
- LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux
- FDC : Fédération Des Chasseurs
- **SIE : surface d'intérêt écologique**

