

Les capacités des plantes : des potentiels à (re)découvrir pour l'agriculture

Depuis des milliers d'années, pour nourrir les hommes, les agriculteurs valorisent les capacités que les plantes ont acquises au cours de leur évolution. Les avancées scientifiques actuelles associées à des pratiques agronomiques innovantes nous permettent de mieux comprendre ces mécanismes.

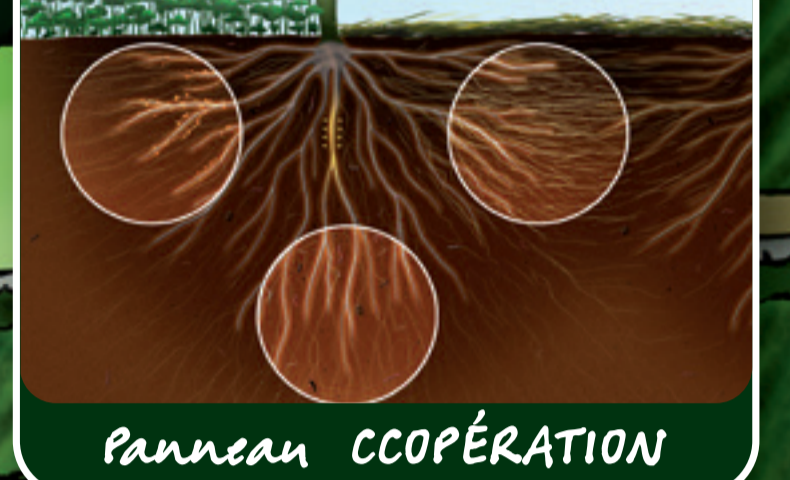
Ceux-ci nous offrent des perspectives prometteuses pour une agriculture viable, productive et respectueuse de l'environnement.

Les plantes sont capables de se défendre contre les ravageurs



Panneau DÉFENSE

Les plantes s'associent aux bactéries et aux champignons pour mieux se nourrir et persister dans le milieu



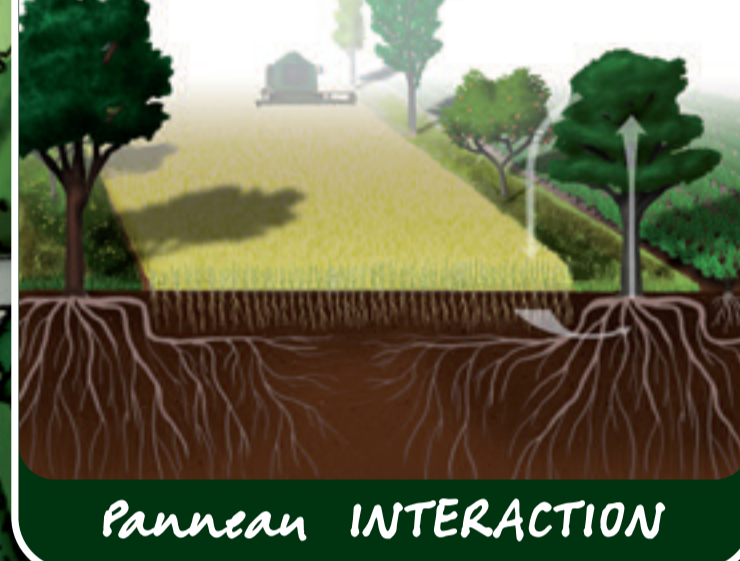
Panneau COOPÉRATION

Les plantes résistent et s'adaptent naturellement aux conditions climatiques



Panneau ADAPTATION

Les plantes sont au cœur d'un agroécosystème équilibré et autorégulé



Panneau INTERACTION

Chaque élément de l'espace agricole (structurel, social, naturel ou productif, etc.) échange et interagit avec les autres éléments du système, tous sont liés et forment l'agroécosystème*.

Ces nombreuses interactions accomplissent de multiples fonctions indispensables à la stabilité et à la pérennité de l'ensemble: ce sont les services écosystémiques* ou fonctionnalités naturelles*.

Un pilotage réfléchi de cet agroécosystème par l'agriculteur en valorisant ses fonctionnements naturels permet une agriculture plus autonome : ces fonctions ne sont plus accomplies par l'Homme à ses frais mais gratuitement par l'agroécosystème lui-même.

Les plantes rendent ou prennent part à de nombreux services écologiques :

CHEF D'ORCHESTRE : AGRICULTEUR

> Fonction :	> Assurée par :
Valorisation de l'énergie solaire (photosynthèse) = production primaire de matière organique (point de départ des chaînes alimentaires)	Végétation
Chaînes trophiques (nutrition)	Biodiversité totale (végétale, animale et microbienne)
Zone refuge de biodiversité	Végétation
Structuration et fertilité du sol	Végétation, biodiversité animale et microbienne du sol
Altération roche mère + Processus d'humification = création de sol	Végétation, biodiversité du sol
Création de microclimats	Végétation, topographie, eaux
Régulation cycle de l'eau	Végétation, topographie, biodiversité du sol
Régulation des gaz	Biodiversité totale
Régulation du climat	Végétation, topographie, micro-organismes
Effet tampon (température, pluies, sécheresse, ravageurs)	Végétation, topographie
Epuración des eaux	Végétation, micro-organismes

Définitions:

- **Agroécosystème** : espace agricole (cultures, prairies, animaux, routes, bâtiments ...), son environnement naturel proche (haies, rivières, insectes et mammifères...) et leurs interactions.

- **Services écosystémiques ou fonctionnalités naturelles** : fonctions indispensables à la stabilité de l'(agro)(éco)système assurées par sa diversité biologique.

• **Réalisation :**
Association Rés'OGM Info
58 rue Raulin
69007 Lyon

Tél : 04 78 42 95 37
Fax : 04 78 58 08 65
resogminfo@free.fr
www.resogm.org

• Comité de pilotage :

- Dominique Viannay Paysan - Membre de Rés'OGM Info
- Honorine Périno Biologiste de formation, paysanne et réalisatrice de documentaires sur l'agriculture Membre de Rés'OGM Info
- Brigitte Nardin Educatrice à l'environnement et au développement durable - Co-présidente de Rés'OGM Info
- Chantal Géhin Enseignante en biologie biochimie, à la retraite - Membre de Rés'OGM Info
- Simon Grenier Entomologiste, directeur de recherche à INRA, à la retraite - Adhérent de Rés'OGM Info
- Yvan Gautronneau Agronome enseignant-chercheur à la retraite - Adhérent de Rés'OGM Info
- Gérard Boiron Paysan à la retraite - Membre de Rés'OGM Info
- Benoit Ronzon Paysan - Membre de Rés'OGM Info
- Stéphane Cavalaglio Bureau d'études CRISOP
- Marie-Aude Cornu Animatrice-coordinatrice de Rés'OGM Info

Avec le concours de :
- Lilian Ceballos.....Consultant en écologie

• Conception :

- Jean Boudillon Etudiant en dernière année de l'ISARA-Lyon, spécialisation Agroécologie et Innovations agronomiques
Stagiaire de l'association Rés'OGM Info

• Illustrateur - graphiste :

- Timothée Yemeniz www.clarte-graphisme.net

• Partenaire financier :

- Région Rhône-Alpes RhôneAlpès

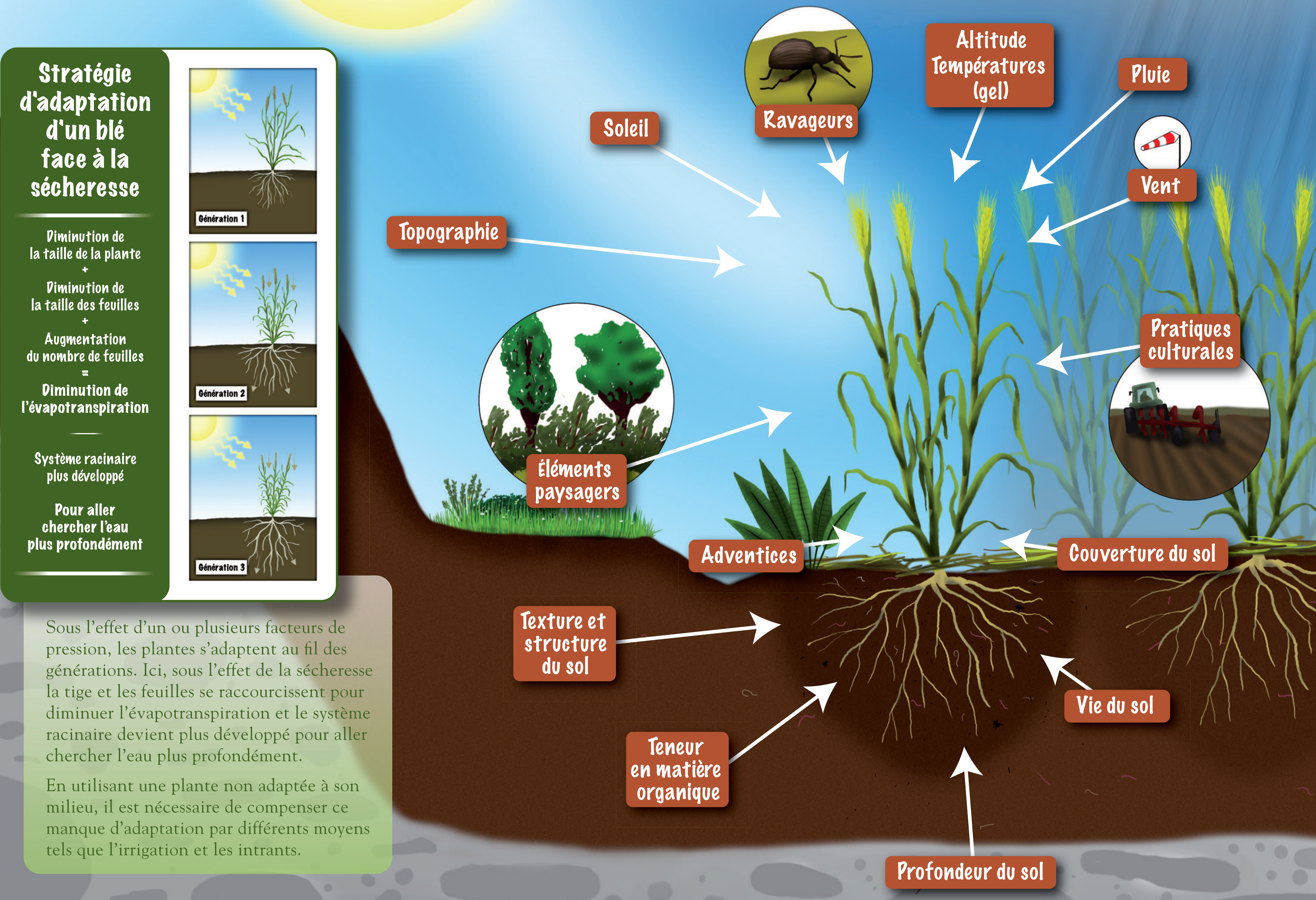
• Comité de relecture :

- Enseignants-chercheurs de l'ISARA-Lyon (Institut Supérieur d'Agriculture en Rhône-Alpes)
- Valérie Abatzian, Grain'Avenir, formatrice en production de semences
- Marie-Laure Baudement, Conservateur du patrimoine, Université de Bourgogne (mission culture scientifique de l'Université)
- Rémi Bogey, FRAPNA
- Christian Dalmasso, paysan-boulangier au GAEC du Pic-bois, Isère
- Mickaël Flandin, animateur du GDA de l'Ozon, Chambre d'agriculture du Rhône
- Yves François, Chambre Régionale d'Agriculture Rhône-Alpes
- Fabien Liagre, Agroof
- Hugues Mouret, naturaliste, directeur d'Arthropologia

L'adaptation : outil de production de l'agriculteur

Pour pallier à leur immobilité, les plantes ont développé des stratégies au cours de leur évolution : sous la pression de différents facteurs, la plante s'adapte au milieu dans lequel elle se développe et devient de plus en plus efficace dans l'utilisation des ressources disponibles (eau et éléments minéraux) en faisant face de mieux en mieux aux contraintes subies (stress).

La diversité génétique, c'est-à-dire la diversité des variétés utilisées et la variabilité au sein même de la variété, est le moteur de l'adaptation. Mémoire collective des plantes, elle constitue une réserve de solutions aux conditions changeantes du milieu et aux pratiques en évolution de l'agriculture. Face au réchauffement climatique, cette capacité d'adaptation est aujourd'hui plus qu'essentielle.



POUR UNE AGRICULTURE PLUS AUTONOME, LA BONNE PLANTE AU BON ENDROIT

Comment valoriser la capacité des plantes à s'adapter à leur milieu ?

locale

La plus proche des conditions réelles de culture. Permettant l'obtention de plantes adaptées localement. Les conditions pédoclimatiques étant multiples, les variétés de semences doivent l'être aussi.

multipartenariale

Une sélection qui prenne en compte les besoins et les savoir-faire des agriculteurs, les connaissances des chercheurs et la demande des consommateurs.

Par une sélection

multicritère

Équilibre entre :

- un niveau de productivité économiquement viable (équilibre entre rendement et énergie dépensée pour produire ce rendement),
- les capacités à se défendre, communiquer et coopérer (panneaux Coopération et Défense),
- des qualités nutritives et gustatives.

valorisant la diversité génétique

La semence est le mode de reproduction sexuée des végétaux, qui fait intervenir la génétique. Ce brassage génétique et la transmission héréditaire des adaptations à chaque génération sont le moteur de l'évolution des plantes. Ce sont les variétés population qui véhiculent la plus grande variabilité génétique et donc le potentiel d'adaptation de ces variétés, c'est sur ces populations que doit se porter la sélection.

Crédit photos : Valérie Abatzian

Semences de haricots

Mélange de blés

La plante face aux ravageurs

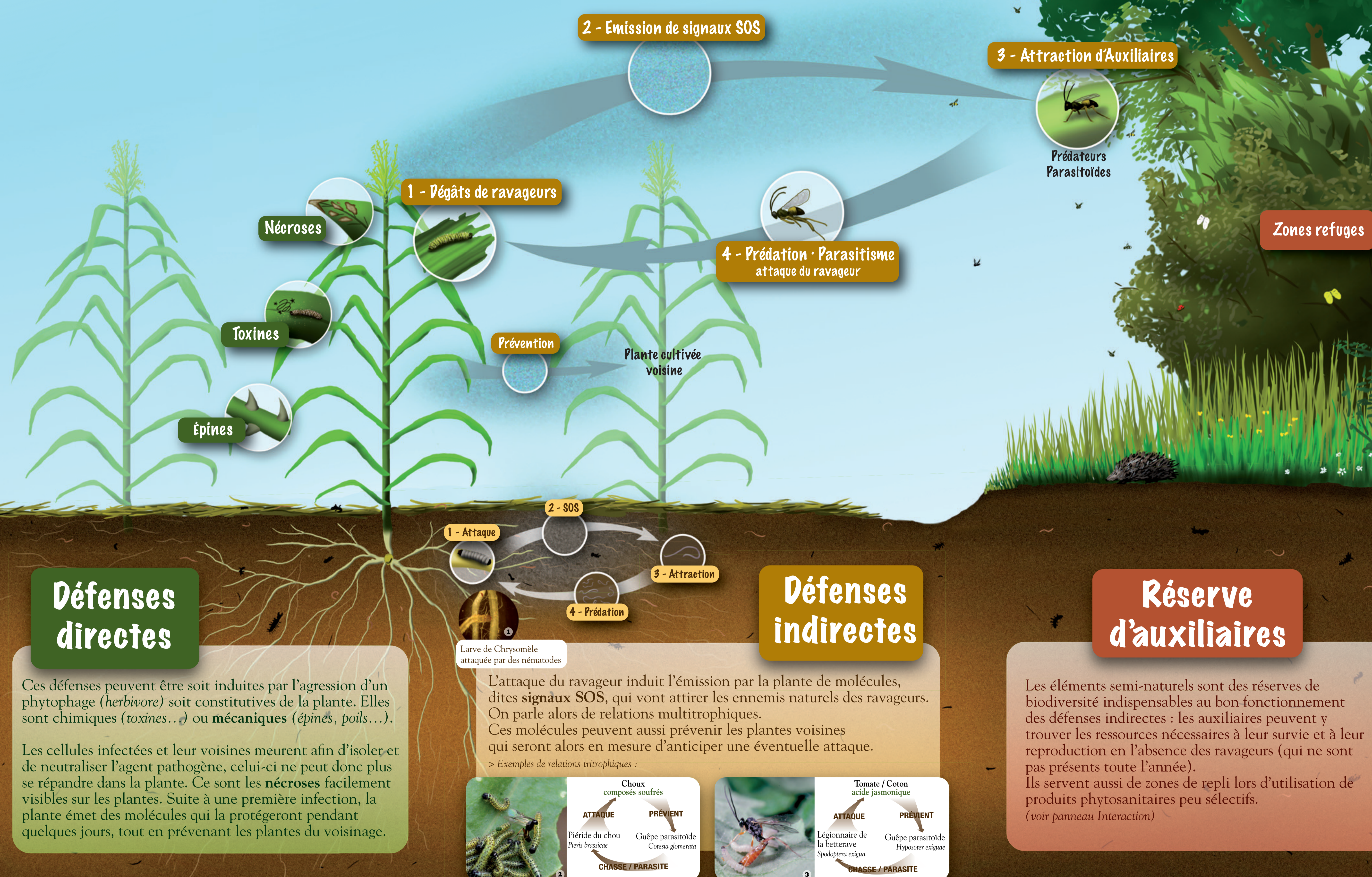
Pour assurer leur défense, les plantes ont développé de multiples stratégies. Face à une attaque, loin d'être passives, elles réagissent et émettent des signaux d'alerte.

La faune du milieu agricole joue un rôle très important dans la défense des plantes.

On parle d'**auxiliaires de culture** : insectes, oiseaux, mammifères, reptiles, etc.

Tous, par leurs activités prédatrices ou parasitoïdes, régulent les populations présentes dans l'écosystème, parmi lesquelles les populations de ravageurs. On parle d'**autorégulation**.

Ces auxiliaires viennent en renfort des plantes.



Crédits photos : ① Laboratoire d'Ecologie Chimique, Neuchâtel ② Shingo Tanaka ③ Jack Kelly Clark, courtesy University of California Statewide IPM Program. The photo is copyrighted by the Regents of the University of California.

LES AUXILIAIRES, AU SECOURS DES PLANTES

Comment stimuler le système défensif des plantes ?

Sélectionner des plantes capables d'émettre des signaux SOS

Certaines espèces ont vu leur capacité à prévenir ces auxiliaires diminuer ou disparaître en raison d'une sélection trop axée sur le rendement. (voir panneau Adaptation)

Par exemple, des scientifiques ont montré que le maïs nord-américain, contrairement à son homologue européen, avait perdu cette capacité à émettre des signaux SOS attirant les nématodes prédateurs de la larve de la chrysomèle du maïs.

Favoriser les auxiliaires

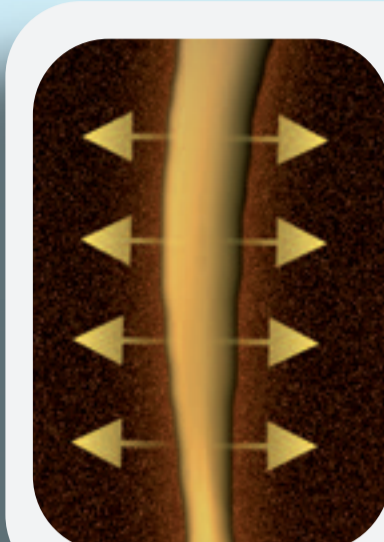
Les auxiliaires doivent trouver les conditions favorables pour assurer leur cycle complet. Ils doivent trouver des zones refuges, d'hivernation, de nidification, de nutrition (pollen et nectar, certains ayant des types d'alimentation différents au cours de leur développement), des zones de replis et des zones réserves permettant leur sauvegarde ou la recolonisation du milieu après perturbation par les activités agricoles.

Protéger les auxiliaires

En évitant le plus possible les produits phytosanitaires ou, en cas d'utilisation, préférer les pesticides les plus sélectifs possibles.

Bactéries et champignons, des alliés de taille

Les plantes s'associent et interagissent avec un nombre très important d'organismes vivants, notamment dans le sol. Cette **COOPÉRATION** permet une **amélioration de l'exploitation des ressources** et une **augmentation de la résistance aux stress***.



Outils de la coopération : L'exsudation racinaire

Les racines sécrètent des molécules représentant jusqu'à 30% des produits totaux fabriqués lors de la photosynthèse : les **exsudats racinaires**. Cette zone d'influence de la racine s'appelle la rhizosphère*.

- Amélioration de la structure du sol : exploration du sol par les racines facilitée.
- Attraction d'une faune et d'une microflore bénéfique à la plante.
- Solubilisation des éléments minéraux pour une meilleure assimilation des nutriments.
- Initiation des coopérations (germination des spores de mycorhizes, reconnaissance plante/micro-organismes).

Couvert végétal vivant : Trèfle

Couvert végétal mort

Rhizosphère

Coopération avec les bactéries

Attraction de bactéries en symbiose avec la racine (famille des Légumineuses) ou libres dans la rhizosphère :

- Libération du facteur limitant azote (meilleure disponibilité de l'azote)
- Stimulation de la croissance racinaire

Coopération avec les champignons Les mycorhizes

Symbiose entre racines et champignons, grâce à laquelle le champignon prolonge de façon considérable le système racinaire :

- Exploration du sol beaucoup plus fine
- Stockage de l'eau et des nutriments
- Nutrition phosphatée améliorée
- Amélioration de la tolérance aux polluants du sol (notamment des métaux lourds)

Coopération avec les autres organismes vivants

La faune (vers de terre, nématodes, insectes, etc.) et les micro-organismes (bactéries, champignons, etc.) du sol attirés par les exsudats sont présents en plus grande quantité autour des racines. Ils assurent des fonctions indispensables :

- Recyclage de la matière organique – remise à disposition des éléments minéraux pour la plante.
- Structuration du sol – obtention d'un sol aéré et drainé.
- Occupation de l'espace et des ressources limitant le développement des pathogènes (champignons, bactéries, nématodes)

Valoriser l'activité biologique du sol en subvenant à ses besoins dans le temps et dans l'espace :

- De l'air, donc un sol bien structuré et bien drainé (battage, binage)
- De la matière organique pour se nourrir,
- Des conditions de température et d'humidité stables, sans extrêmes,
- Un pH adéquat.

NOURRIR ET PROTÉGER LA VIE DU SOL POUR NOURRIR LA PLANTE

Comment favoriser la coopération ?

Sélection

Intégrer la capacité des plantes à coopérer dans les critères de sélection.

Un exemple : le phénomène de mycorhization est moins efficace chez les variétés de blés modernes, ceci s'expliquerait par une sélection trop axée sur des rendements élevés au détriment de la symbiose. (voir panneau Adaptation)

Apports de Matière Organique

Source d'énergie de la faune et de la microflore du sol

- Engrais verts
- Compost
- Fumiers de préférence compostés, lisiers de façon raisonnée et modérée
- Litière aérienne et souterraine des arbres agroforestiers

Couvrir le sol

Protège des intempéries, de l'érosion et des prédateurs
Apport de matière organique

- Couverts végétaux
- Mulch/paillage
- Résidus de culture
- Cultures intermédiaires

Diminuer les perturbations

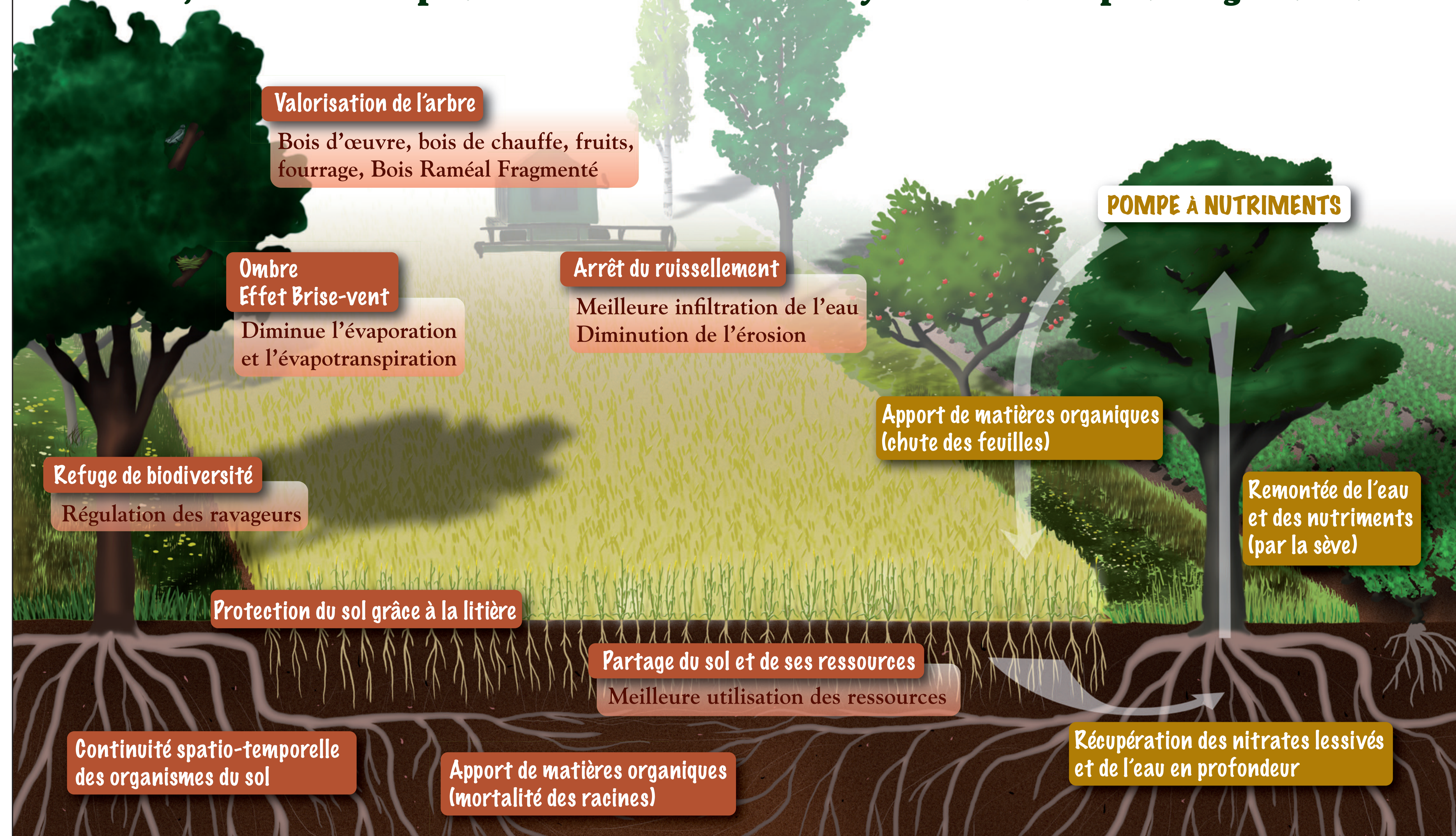
Car elles entraînent une mortalité directe ou indirecte des populations du sol par la destruction des habitats

- Physiques : ne pas travailler le sol ou en diminuer la profondeur et les retournements
- Chimiques : éviter les produits phytosanitaires

La diversité : atout pour l'agriculteur

Dans un milieu donné, les êtres vivants utilisent les ressources et l'espace d'une façon qui leur est propre, c'est ce qu'on appelle leur niche écologique*.

Cette complémentarité dans l'exploitation des ressources favorise la coopération : grâce à des phénomènes de facilitation*, des synergies* et des complémentarités se créent, intéressantes pour le fonctionnement du système et donc pour l'agriculteur.



Comment évaluer cette complémentarité ?

En utilisant l'indicateur de Surface Equivalente de l'Association (SEA*).

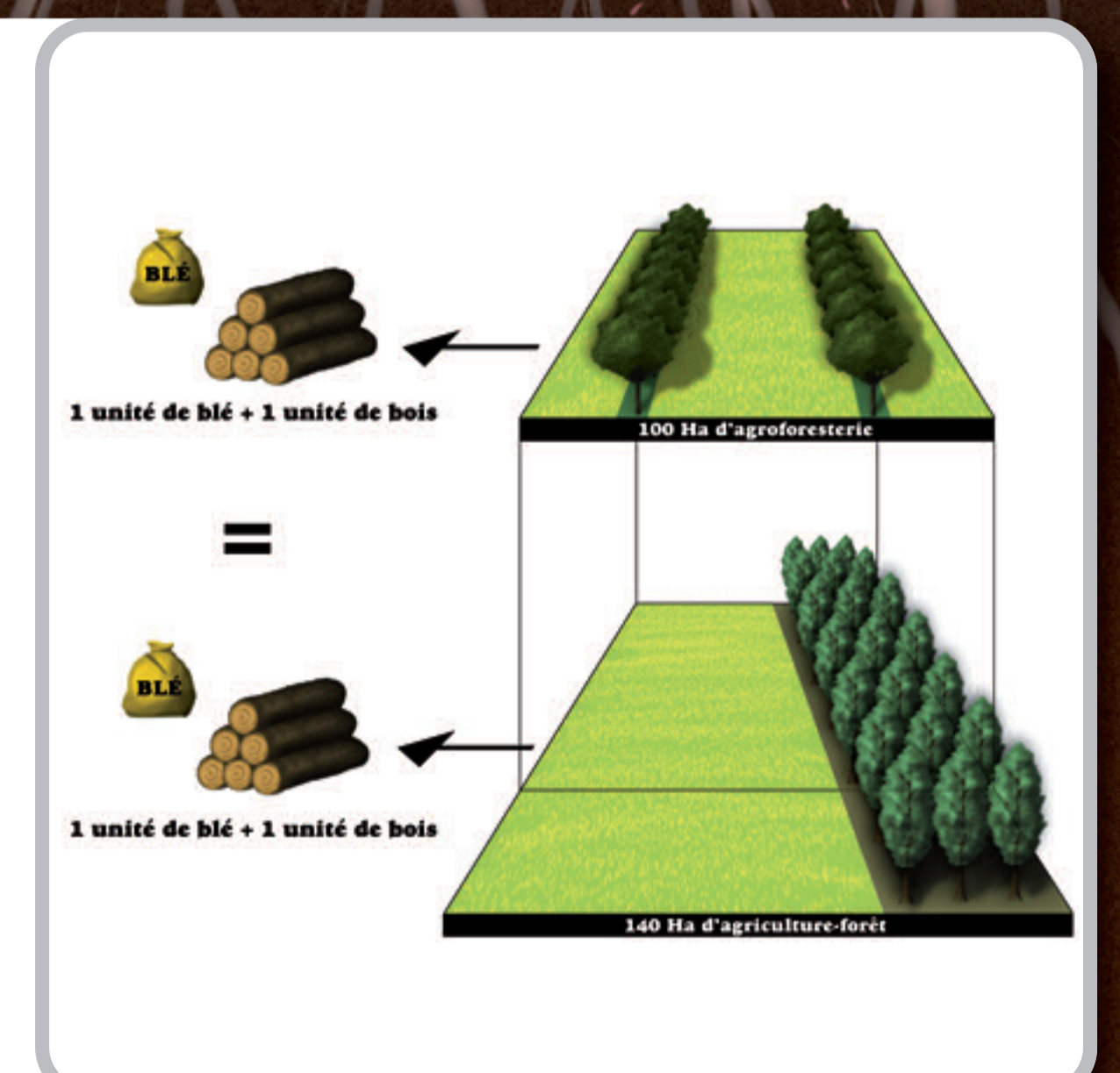
Si la SEA est supérieure à 1, l'association est bénéfique.

$$* SEA = \frac{\text{rendement en association Espèce 1}}{\text{rendement en pure Espèce 1}} + \frac{\text{rendement en association Espèce 2}}{\text{rendement en pure Espèce 2}}$$

Témoignage :

« Sur nos parcelles expérimentales, nous mesurons des SEA variant de 1,2 à 1,6. Cela signifie que les parcelles agroforestières sont beaucoup plus productives que les assolements agriculture-forêt. Avec une SEA de 1,4, une exploitation de 100 ha en agroforesterie produira autant de produits agricoles et de bois qu'une exploitation de 140 ha en assolement agriculture-forêt. Etonnant ! »

Christian Dupraz et Fabien Liagre, auteurs d'Agroforesterie, des arbres et des cultures. 2008, Ed France Agricole.



Pour éviter la compétition pour l'eau et les nutriments entre arbres et cultures, il est conseillé d'alterner cultures d'été et cultures d'hiver.

UN SYSTEME DIVERSIFIE POUR UNE AGRICULTURE PLUS PERFORMANTE

Comment valoriser les synergies entre les plantes et leur environnement ?

Diversifier le système agricole dans le temps et dans l'espace pour créer des synergies (3 exemples) :

Couverts végétaux Interculture

- Exemples :
- Couvert de légumineuses,
 - Moutarde en interculture

• Le couvert de trèfle protège le sol et ses habitants et apporte de l'azote aux cultures grâce à sa symbiose avec les bactéries fixatrices du sol.

Associations de culture Mélange d'espèces Mélange de variétés

- Exemples :
- Légumineuses/céréales, maïs/haricot/courge,
 - Agroforesterie (des arbres dans les cultures),
 - Différents blés dans une même parcelle

• Tournesol/Sarrasin/Trèfle Blanc : Les trois étages de végétation offrent des habitats variés pour les populations d'auxiliaires, couvrent le sol efficacement ce qui permet de préserver des intempéries et de lutter contre les adventices. Après les 2 récoltes (tournesol et sarrasin), le sol est toujours couvert de trèfle blanc.

Éléments semi-naturels

- Exemples :
- Haies, talus, fossés, bosquets, plan d'eau, bandes fleuries d'espèces locales.
- > voir panneau Défenses

• La bande fleurie favorise la présence d'auxiliaires aux abords des cultures qui peuvent alors contrôler les populations de ravageurs.