

AGROFORESTERIE



ASSOCIER MARAICHAGE ET BOIS D'OEUVRE



29 novembre 2012

Daniele Ori – ori@agroof.net

Bureau d'étude créé en 2000, spécialisé dans les pratiques agroforestières.

Formations



Recherche et développement



Conseil de mis en place de projet



Production Audio/Visuelle

Bureau d'étude créé en 2000, spécialisé dans les pratiques agroforestières.

Formations



Recherche et développement



Conseil de mis en place de projet



Production Audio/Visuelle

INTRODUCTION



Définition

Agroforesteries traditionnelles

DÉFINITION



Une définition simple ...

Introduction

**Association d'arbres et de cultures ou d'animaux
sur une même parcelle...**

...qui regroupe 2 types d'activités :

Sylvopastoralisme



Agrisylviculture



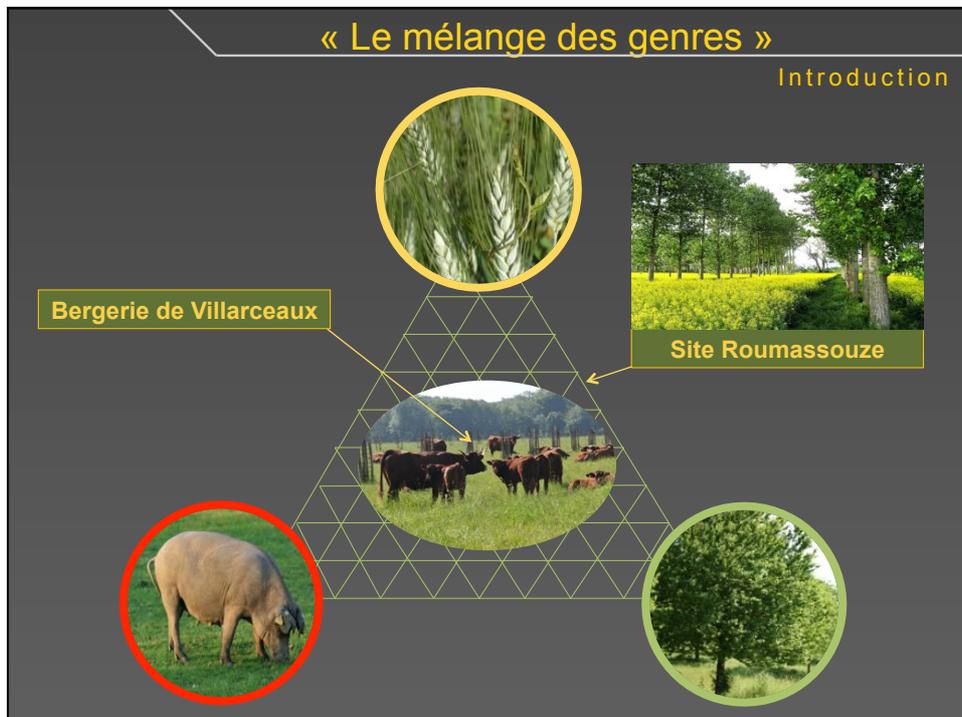
...mais très étendue

Introduction



« Le mélange des genres »

Introduction



Agroforesteries traditionnelles



Paysage agricole des années '50

Histoire des pratiques traditionnelles



Le bocage dans le Perche, près de Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir). - Cl. LPVA.

Paysage agricole des années 2000

Histoire des pratiques traditionnelles



Une modernisation nécessaire...

Histoire des pratiques traditionnelles

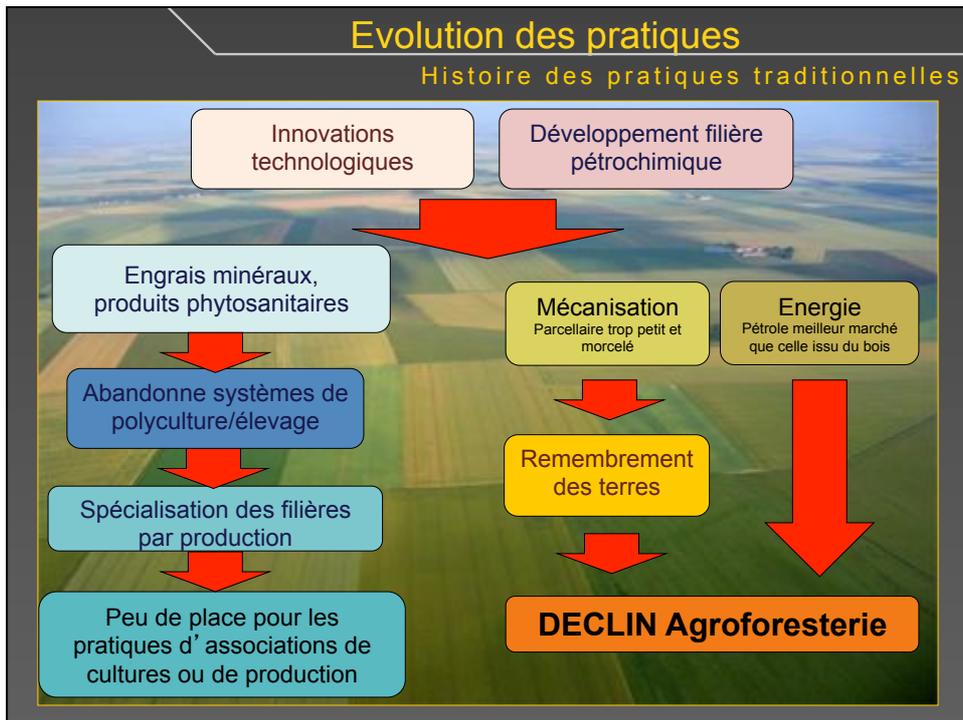
AUGMENTATION DÉMOGRAPHIQUE

CHANGEMENTS
SOCIAUX-ÉCONOMIQUES

AUGMENTATION DE LA DEMANDE EN DENRÉES ALIMENTAIRES
ET MATIÈRES PREMIÈRES AGRICOLES.

L'AGRICULTURE EUROPEENNE A UN DEFIS MAJEUR A RELEVER

IL FAUT PRODUIRE PLUS



...très développées chez nos voisins.

Histoire des pratiques traditionnelles



Tacuinum Sanitatis XIV siècle

Histoire des pratiques traditionnelles



Huertas et Coltura promiscua

Histoire des pratiques traditionnelles



Oulières et Joualles

Histoire des pratiques traditionnelles

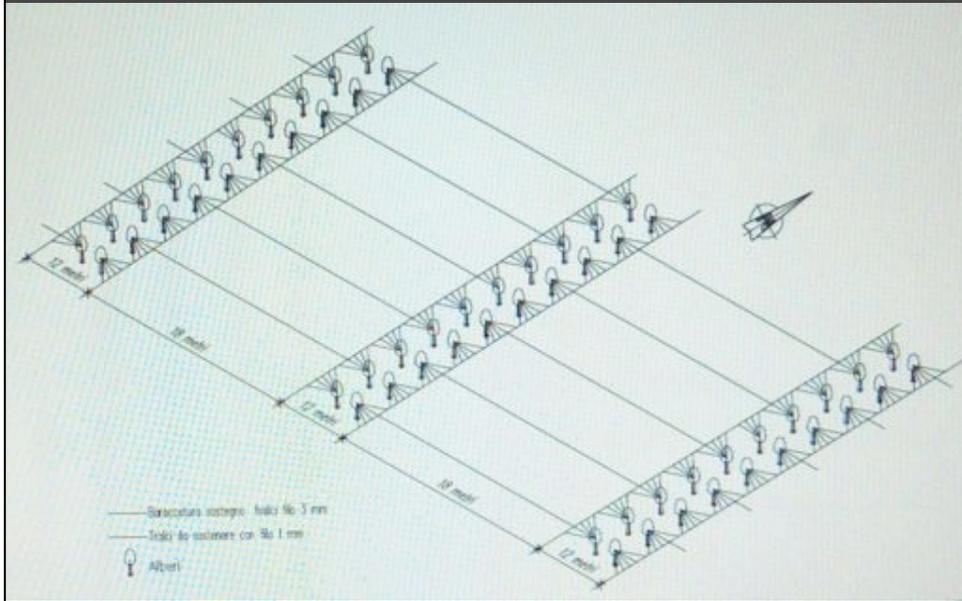


Fig. 198. — Oulière avec vignes dominées par des oliviers.



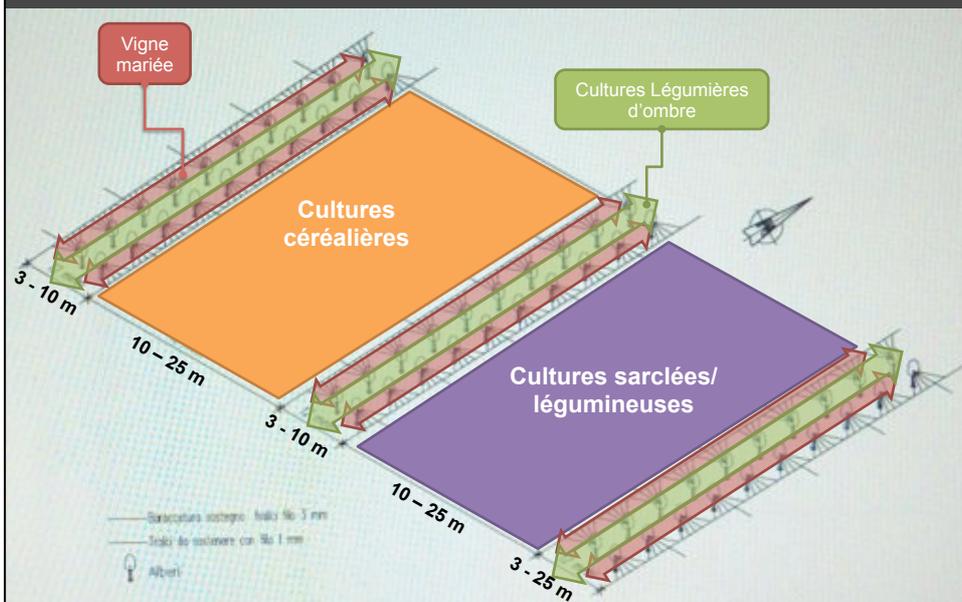
« Piantata Emiliana »

Histoire des pratiques traditionnelles



« Piantata Emiliana »

Histoire des pratiques traditionnelles



« Piantata Emiliana »

Histoire des pratiques traditionnelles



Agroforesterie traditionnelle en France

Histoire des pratiques traditionnelles

SYSTEMES TRADITIONNELS	SURFACE (HA)	Agriculteurs
Pré-verger	140 000 ha	40 000
Noyeraies agroforestières	4 000	1 000
Peupleraies associées	6 000	1 000
Olives et cultures associées	3 000	1 500
Chêne truffier + vigne / lavande	2 000	400
Vergers et maraîchage	2 000	700
TOTAL	168 000 ha	44 600

Sources : *Projet Agroforesterie 2006/08*



Agroforesterie moderne

The image shows a green combine harvester in a field of golden wheat. A young tree is planted in the foreground, partially obscuring the harvester. The scene is set against a clear blue sky. The image is framed by a yellow border, and a small green and black icon is visible in the top-left corner of the slide.

Claude Jollet - Le Pionnier (1975)

Agroforesterie moderne



Systèmes de première génération

Agroforesterie moderne



Systèmes de deuxième génération

Agroforesterie moderne



Systèmes de troisième génération

Agroforesterie moderne



Systèmes de troisième génération

Agroforesterie moderne



Systèmes de troisième génération

Agroforesterie moderne



Place à l'imagination : *Ginseng*

Agroforesterie moderne



Ginseng sous érables (Quebec)

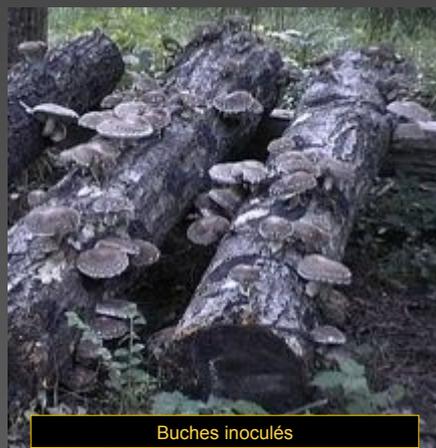


Place à l'imagination : *Myciculture*

Agroforesterie moderne



Douilles inoculées



Buches inoculés

Place à l'imagination : Gémmothérapie

Agroforesterie moderne



Noyer – Stimule l'immunité



Aulne – Contre l'infarctus



Cormier - Draineur veineux



Frêne - Diminue le cholestérol

PRINCIPES



Recherche en agroforesterie tempérée

Hi-sAFe

Arbres et cultures: interactions aériennes

Arbres et cultures: interactions souterraines

Séparer ou mélanger?

Principes de fonctionnement



Evaluer l'efficacité de l'association

Principes de fonctionnement

SEA = LER (Land Equivalent Ratio)

>>> surface d'assolement pour obtenir
la **même production de biomasse** qu'un hectare agroforestier

$$SEA = \sum_i \left(\underbrace{AF_i / CP_i}_{SRA} + \underbrace{AF_i / BTA_i}_{SRF} \right)$$

PRODUCTIONS:

AF: agroforesterie

CP: culture pure

BTA: boisement de terres agricoles

SRA: surface relative agricole

SRF: surface relative forestière

Recherche en agroforesterie tempérée

Vézénobres

Principes de fonctionnement

Site expérimental INRA



- 15 ans
- 12 ha d'agroforesterie
- Céréales
- Peupliers (200 - 140 - 70 a/ha après éclaircie)
- SOL alluvial sablo-limoneux, profond
- AF évolutive

SEA Mesurée: 1.34

Recherche en agroforesterie tempérée

Vézénobres

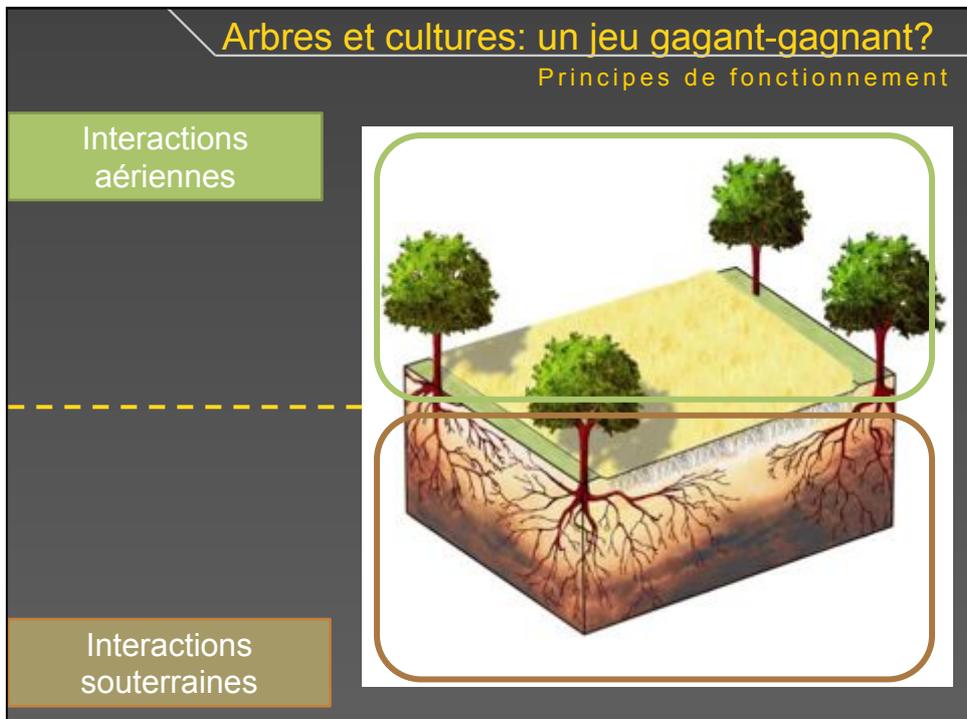
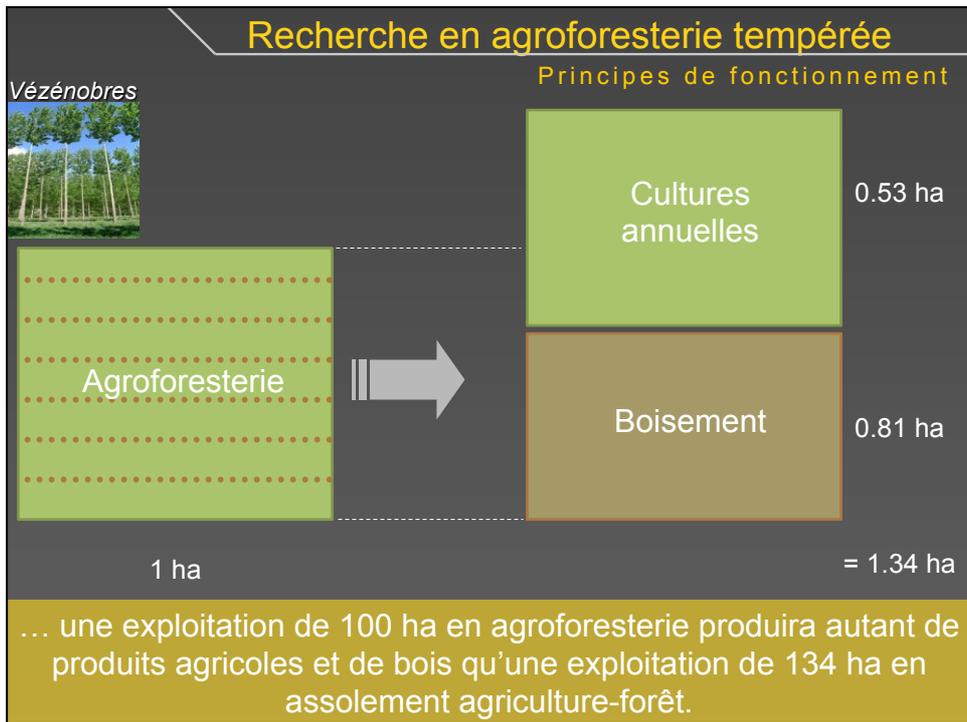
Principes de fonctionnement



	Production culture (qx/ha/an)	Production moyenne de bois (m ³ /ha)	SEA
Culture pure	39	-	
Boisement (200 a/ha)	-	11.5	
Agroforesterie (140 a/ha)	21	9.3	
Rendements relatifs	0.53* (0.85)[°]	0.81* (0.65)[°]	1.34* (1,5)[°]

*: Productions moyennes annuelles sur 15 ans (140 peupliers/ha).

[°]: Modélisation avec 70 peupliers par hectare, SEA = 1,5



Comparaison entre deux stratégies

Principes de fonctionnement



Du point de vue des cultures

Principes de fonctionnement

Interactions
aériennes

Cultures

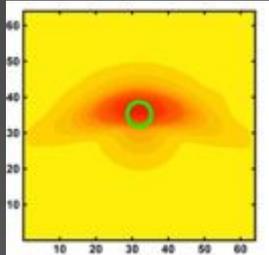
Interactions
souterraines



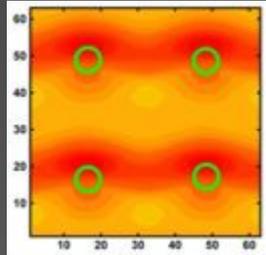
Densité de boisement

Principes de fonctionnement

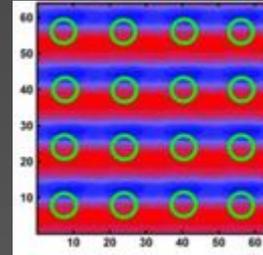
Arbre isolé



10 arbres/ha



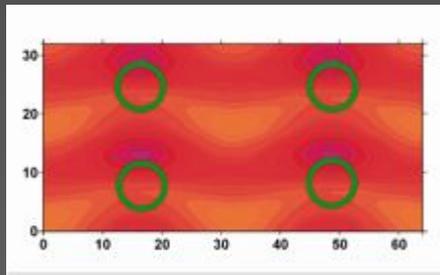
40 arbres/ha



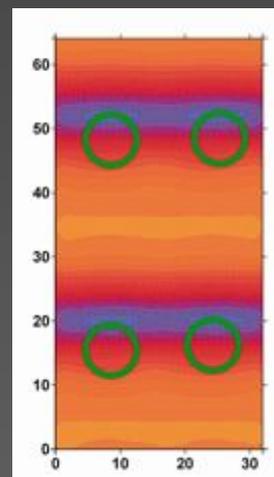
Orientation des rangs

Principes de fonctionnement

Nord / Sud

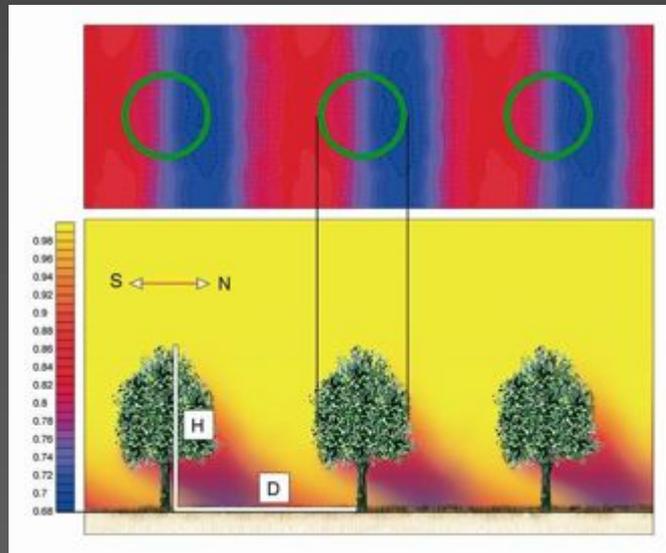


Est / Ouest



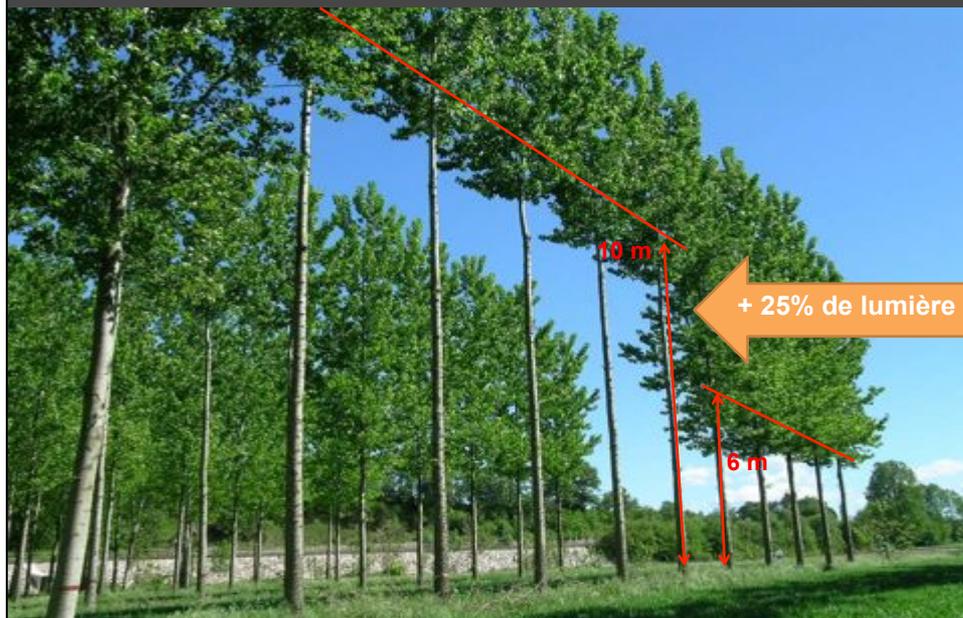
Hauteur et distance entre rangs

Principes de fonctionnement



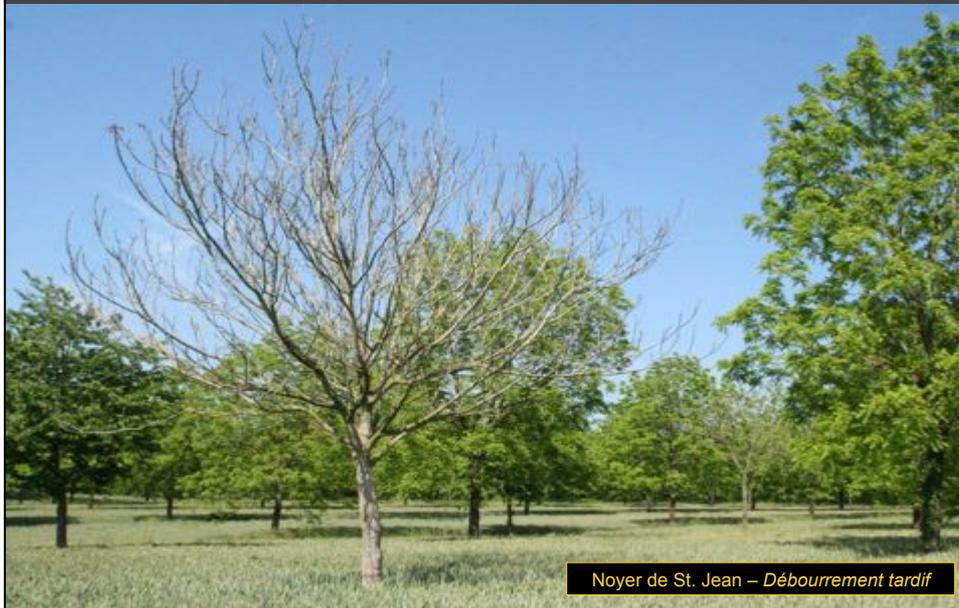
Effet de la taille d'élaguage

Principes de fonctionnement



Sélection variétale appliquée aux arbres

Principes de fonctionnement



Noyer de St. Jean – *Débourement tardif*

Sélection variétale appliquée aux arbres

Principes de fonctionnement



Merisier – *Ameline, Gardeline, Monteil*

Production « à contre saison »

Agroforesterie moderne



Période Printanière-Estivale



Période Hivernale

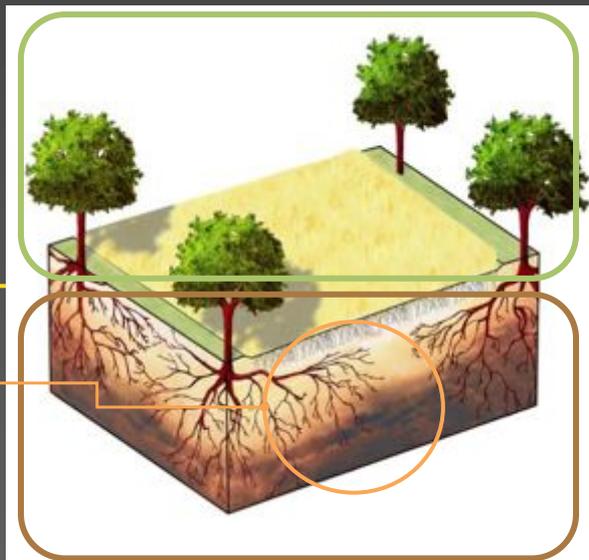
Que se passe-t-il sous nos pieds ?

Principes de fonctionnement

Interactions
aériennes

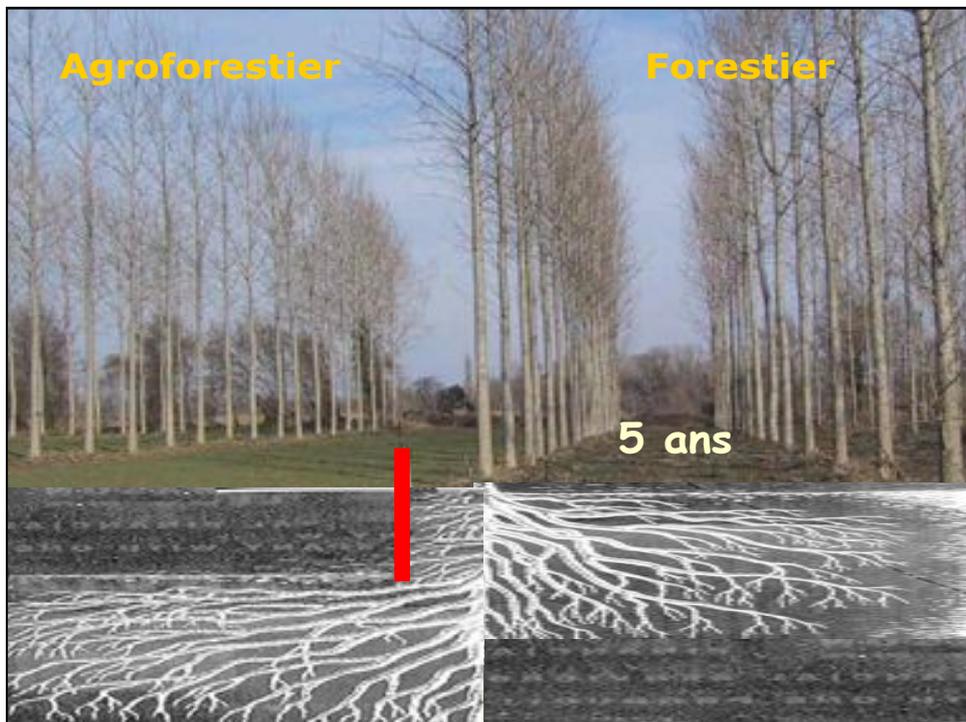
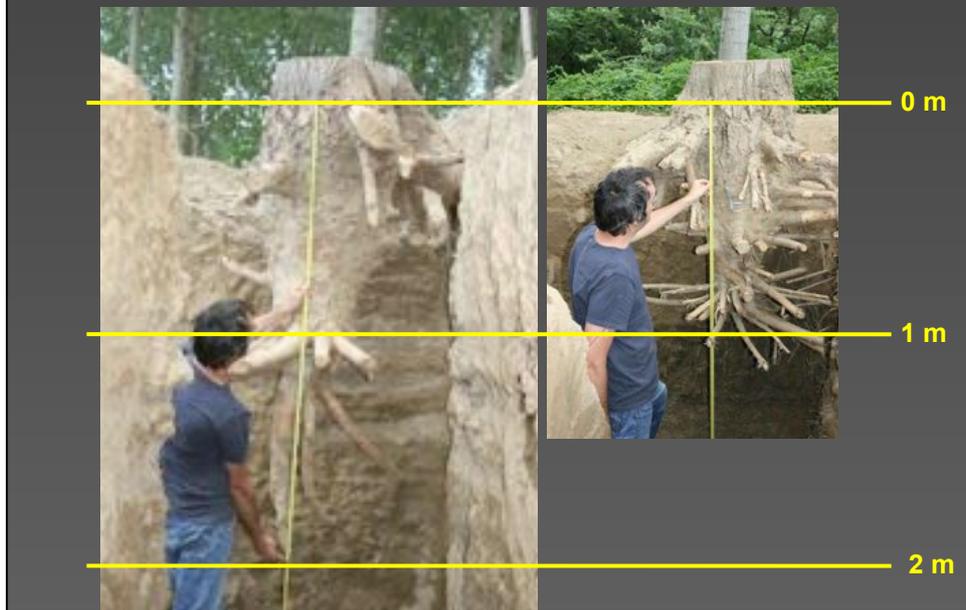
Racines

Interactions
souterraines



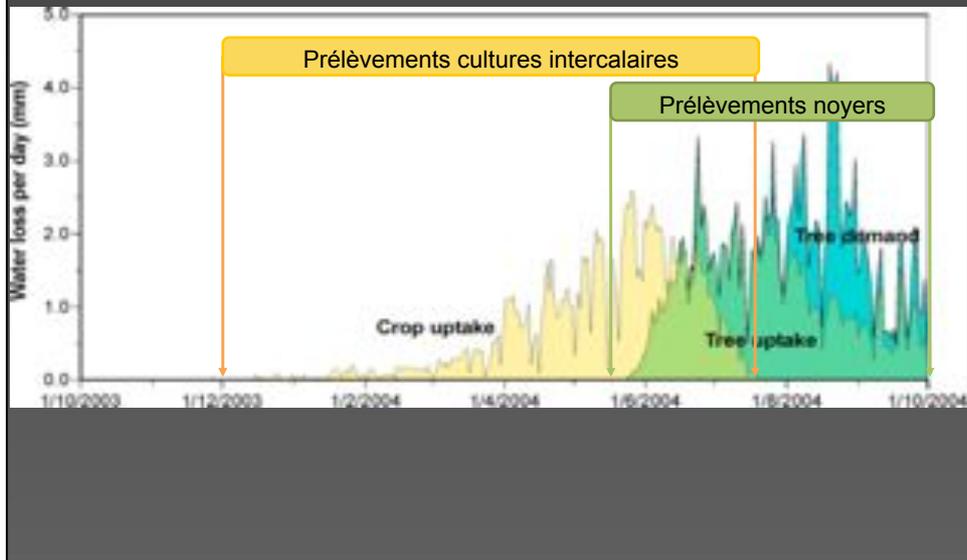
Un enracinement profond

Que se passe-t-il sous nos pieds?



Décalage phénologique cultures-arbre

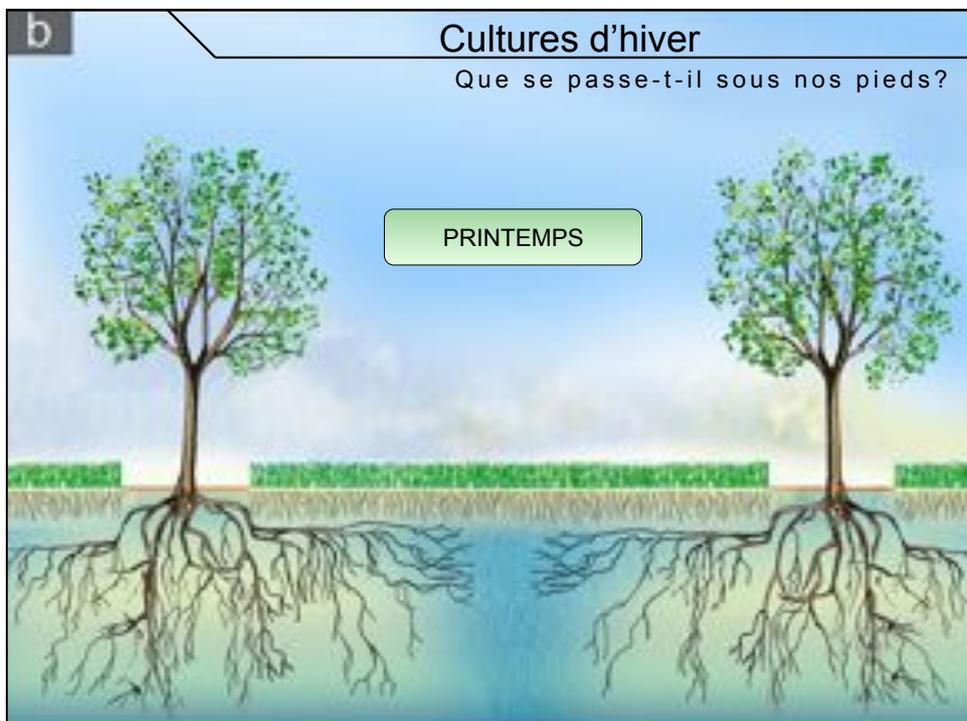
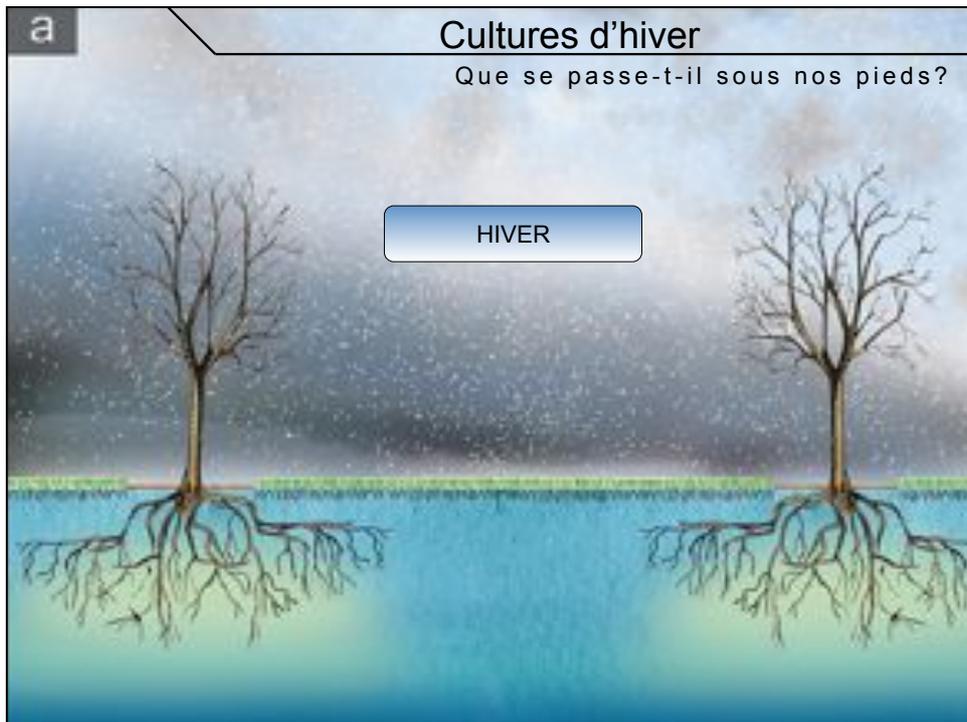
Que se passe-t-il sous nos pieds?

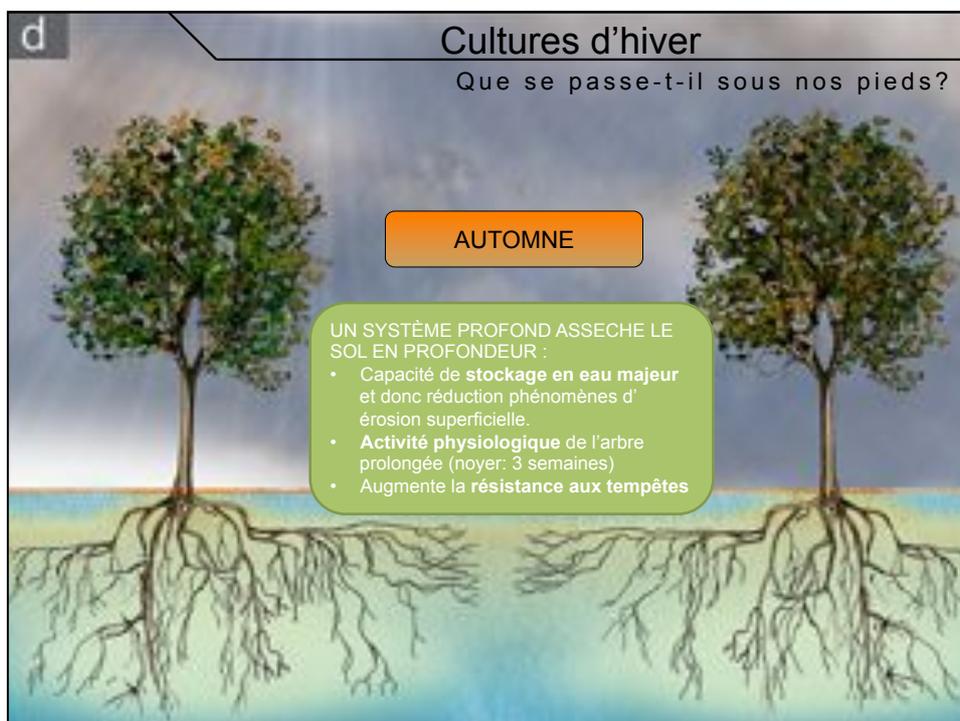
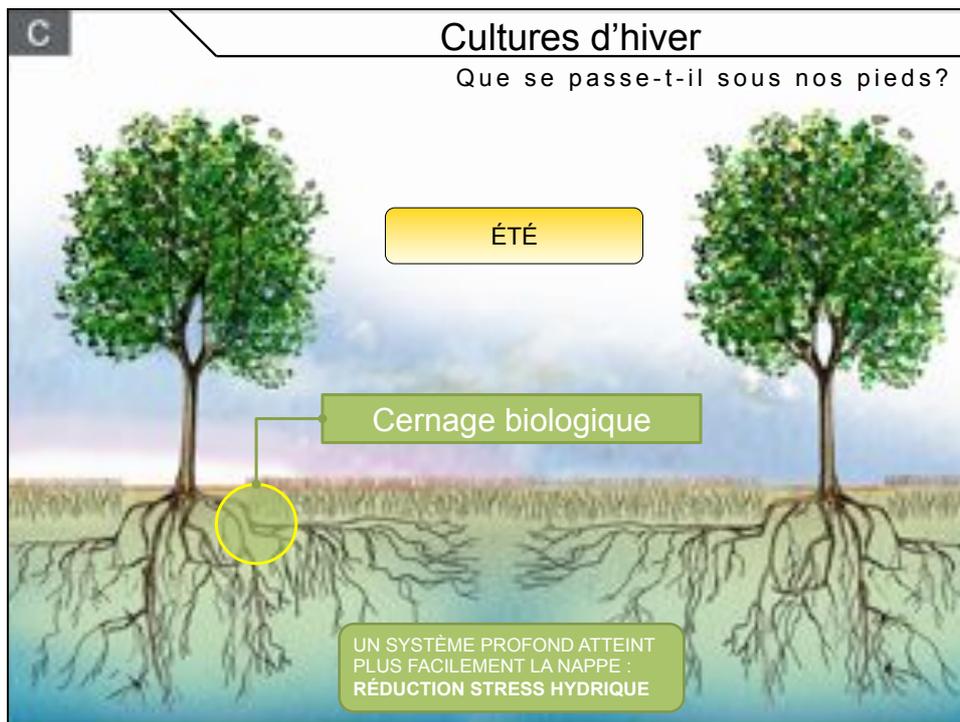


Un système racinaire très reactif

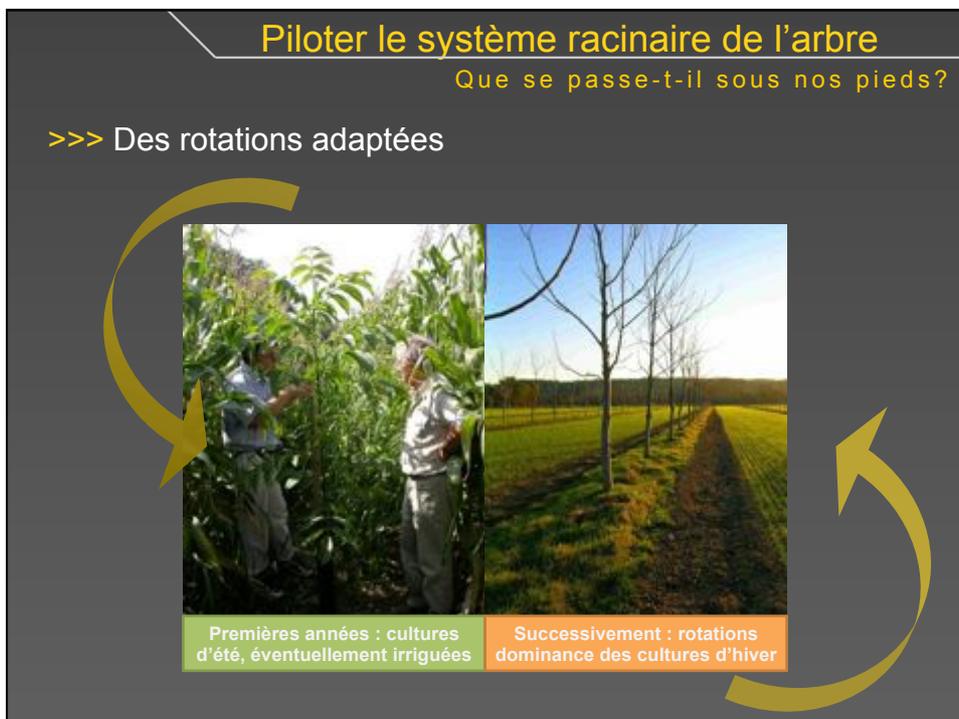
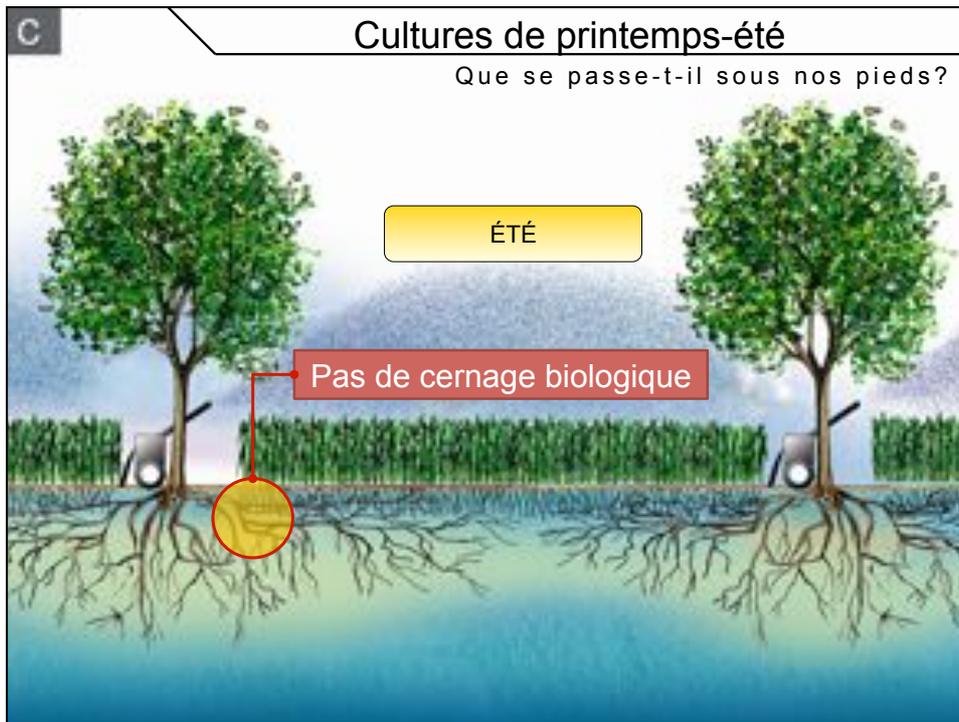
Que se passe-t-il sous nos pieds?











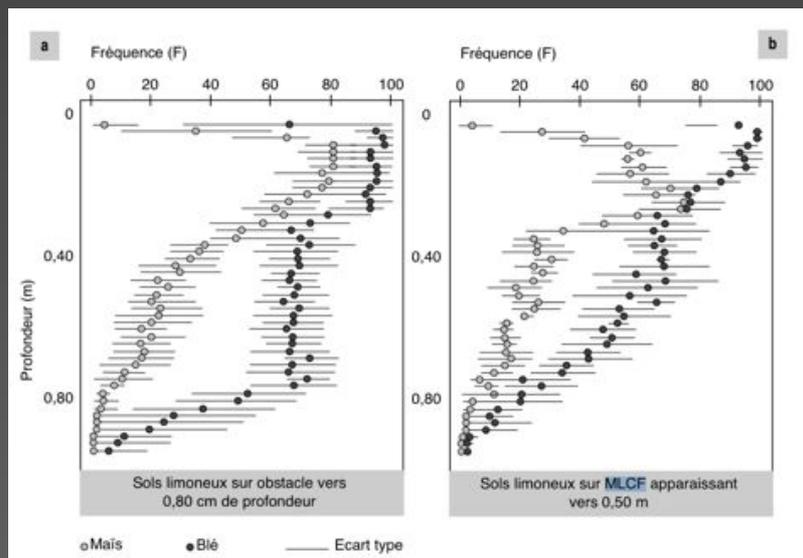
Enracinement des cultures annuelles

Que se passe-t-il sous nos pieds?

CULTURE	PROFONDEUR D'ENRACINEMENT (cm)
Pomme De Terre	30
Lin	50
Céréales De Printemps	70
Blé Dur	70
Avoine	70
Céréales D'hiver	90
Seigle	90
Maïs	90
Betterave	90
Endive	90
Colza	90

Enracinement des cultures annuelles

Que se passe-t-il sous nos pieds?



Les engrais verts

Que se passe-t-il sous nos pieds?

Engrais verts :

- **Couverture sol en hiver (cernage biologique, protection sol)**
- **Fertilisation** (évaluer les apports C/N)
- **Maitrise adventices** (compétition pour la ressource, allelopathie)

Espèce	Proportion biomasse racinaire/ biomasse totale	Système d'enracinement
Graminées	30 à 40 %	Racines fasciculées surtout concentrées dans les 10 premiers centimètres (jusqu'à 2 mètres de profondeur)
Méteilot	40 à 50 %	Racine pivotante (jusqu'à 2 mètres de profondeur) avec des branches latérales
Trèfle incarnat	10 à 25 %	Racines pouvant atteindre de 0,8 à 1,5 mètres de profondeur
Trèfle rouge	30 à 35 %	Racines surtout concentrées dans les premiers centimètres (jusqu'à 2 mètres de profondeur)
Moutarde	25 %	Racine pivotante (de 0,8 à 1,5 mètres de profondeur)
Vesce velue	10 à 15 %	Racines pouvant atteindre une profondeur de 0,8 mètres
Radis huileux	15 à 25 %	Racine pivotante (jusqu'à 2,0 mètres de profondeur)

Cernage mécanique, avec précautions...

Que se passe-t-il sous nos pieds?



Une strategies rodée



AGROFORESTERIE ET SOL

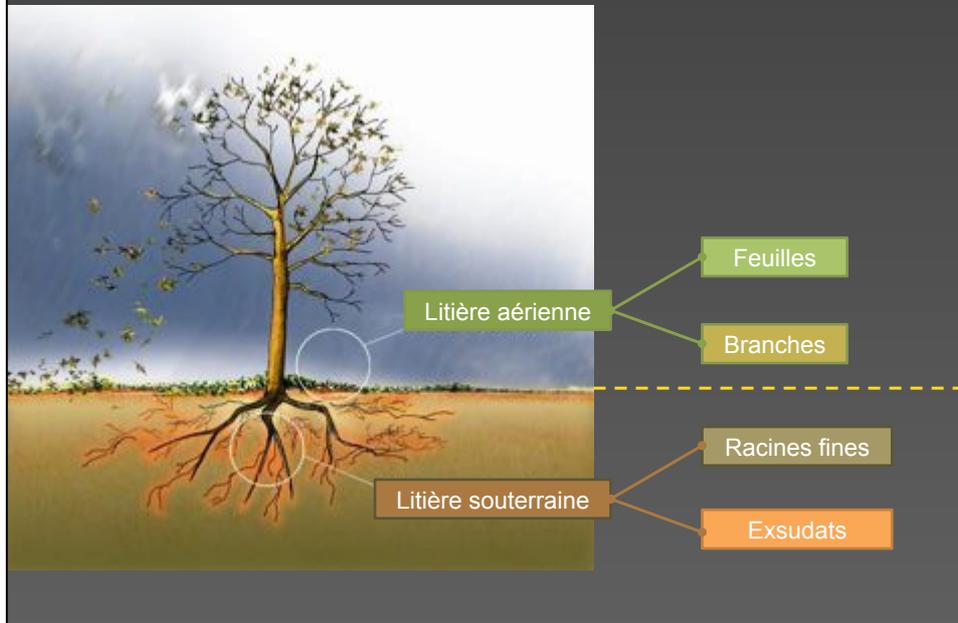


Le principe du « Puits à nutriments »

L'arbre et la vie dans le sol

L'arbre fertilisateur

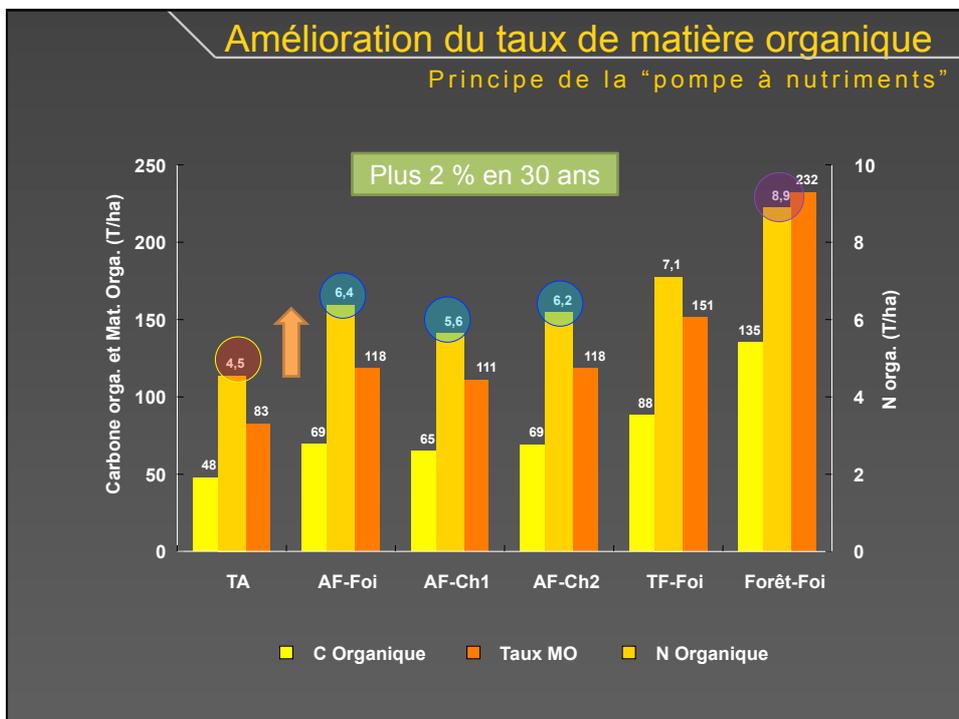
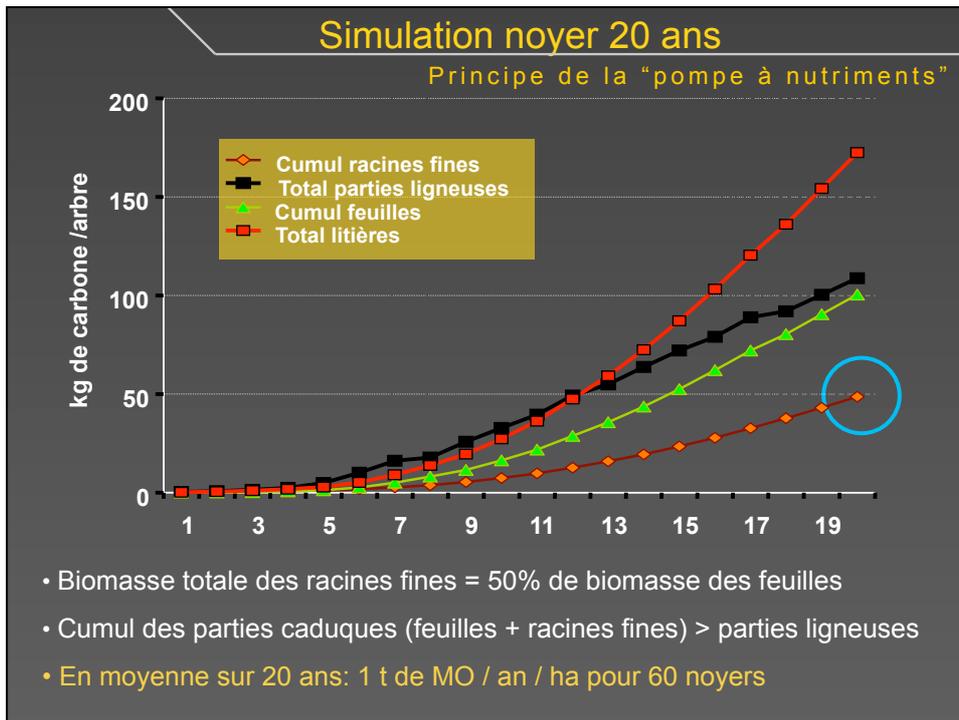
Principe de la "pompe à nutriments"



La litière aérienne

Principe de la "pompe à nutriments"





Communautés lombriciennes

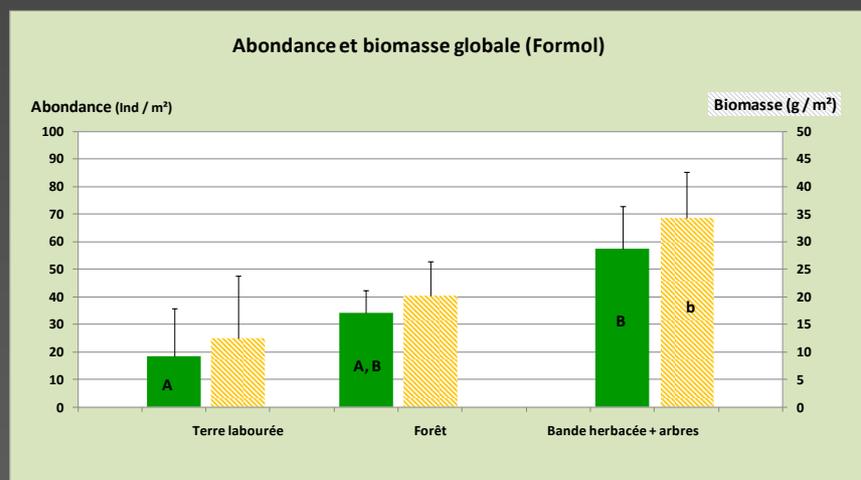
Impact sur la pédofaune

Les systèmes agroforestiers sont-ils des milieux favorables aux communautés lombriciennes (abondance, biomasse, richesse spécifique...)?



Abondance et biomasse totale

Impact sur la pédofaune

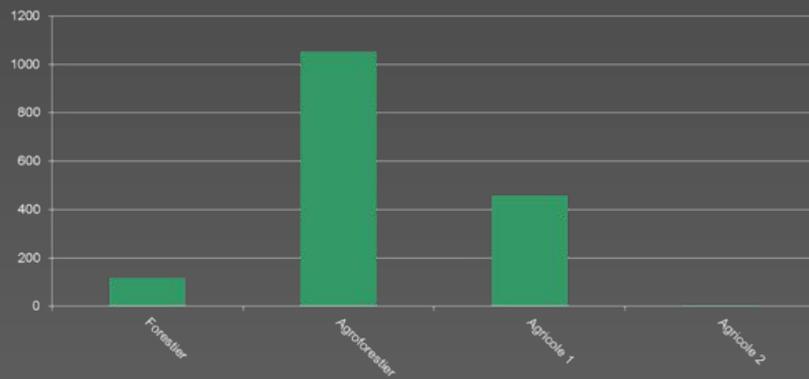


Rapport Dewisme A. 2010

Les détritivores

Impact sur la pédofaune

Cloportes: plus abondants dans les parcelles agroforestières



Des bons compagnons

Fixation azotée



Fertilisateur biologique

Bois Raméal Fragmenté

>>> Stimulation de la vie biologique des sols par l'apport de bois raméaux fragmentés (diam. < 7cm)



Un support multifonctionnel

Bois Raméal Fragmenté



Paillage



Le BRF peut absorber jusqu'à 350 litres / m³

AGROFORESTERIE ET EAU



Arbres et bilan hydrique

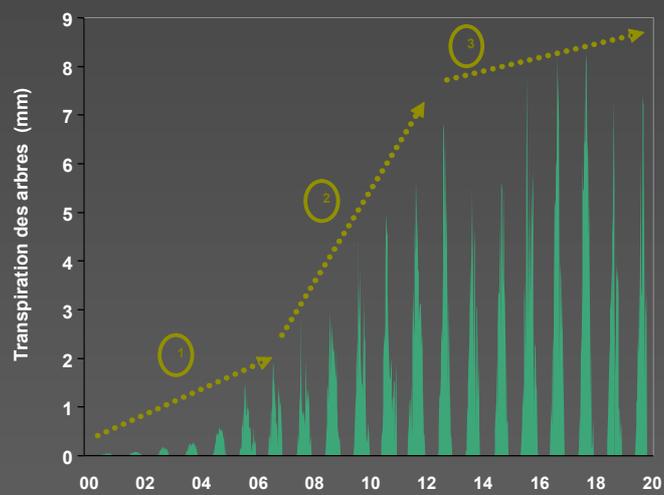
Filet racinaire de sécurité

Arbres et drainage des eaux

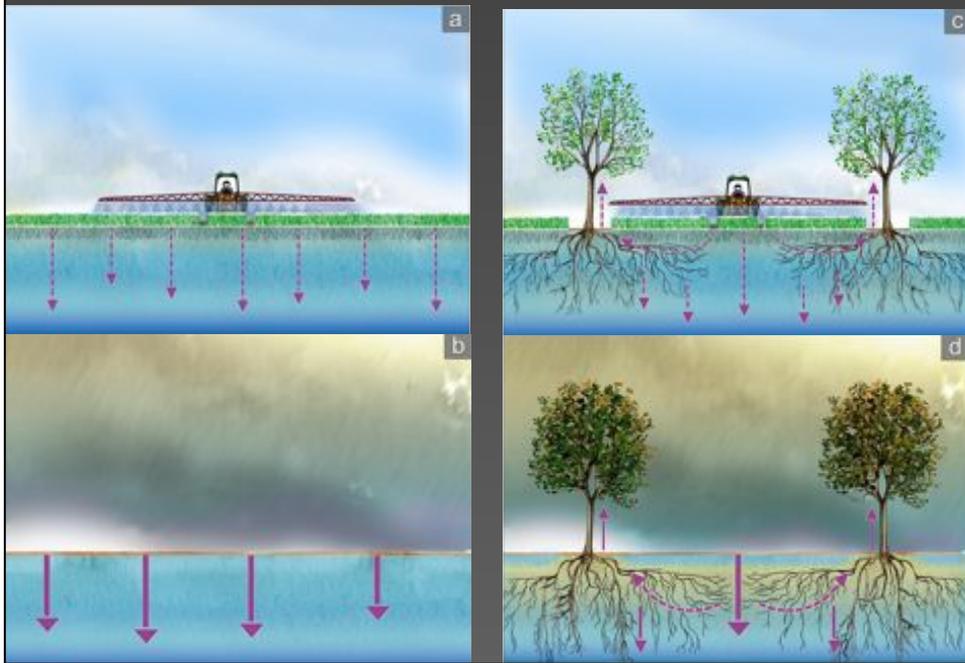
Protection contre les crues

L'agroforesterie consomme plus d'eau ?

>>> L'arbre a des besoins différents suivant son âge



Un véritable "filet de sécurité"

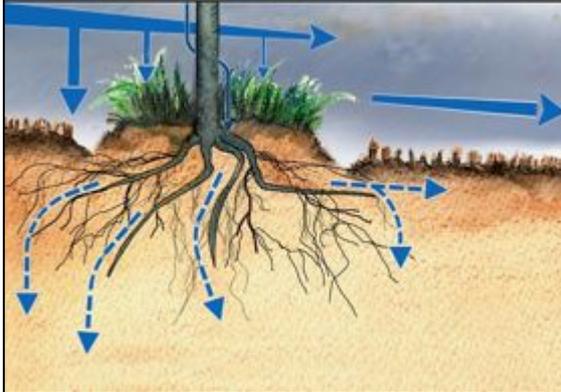


A l'échelle de la parcelle



Terrassement progressive par formation de banquettes

Transports des sédiments et érosion



- Infiltration (eau, matière organique, ions mobiles)

- Capacité de stockage



Impact sur les écoulements et le transport:
réduction de l'érosion

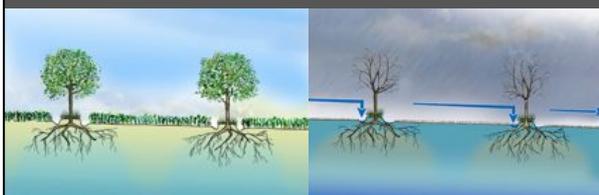
A l'échelle du paysage



Largeur bande enherbée
inférieure
largeur d'une haie

Mais...

Disposition régulière et
répétée



Effet maillage

Protection contre les crues



- Stockage temporaire pendant les crues
- Freine les courants et agit comme un filtre (embâcles)



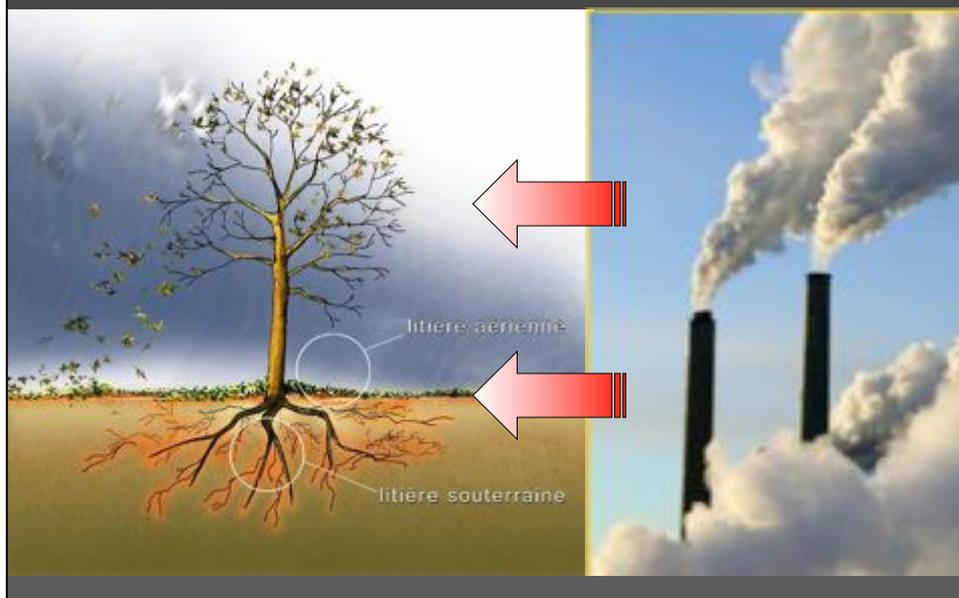
Cultiver tout en protégeant ses cultures



L'agriculture et le changement climatique

- Dans un contexte de **changements climatiques** liés aux émissions de gaz à effet de serre on peut distinguer deux stratégies:
 - **ATTENUATION** : Produire en émettant moins, voire en stockant du carbone et pourquoi pas, tirer parti du bilan carbone produit ? (valorisation du carbone stockée?)
 - **ADAPTATION** : Se préparer aux changements climatiques (baisse de production?)

Attenuation : sequestration carbone...?



Adaptation: Sous les arbres, un climat apaisé...



- Augmentation de l'humidité
- Réduction du rayonnement en été
- Réduction de la vitesse du vent

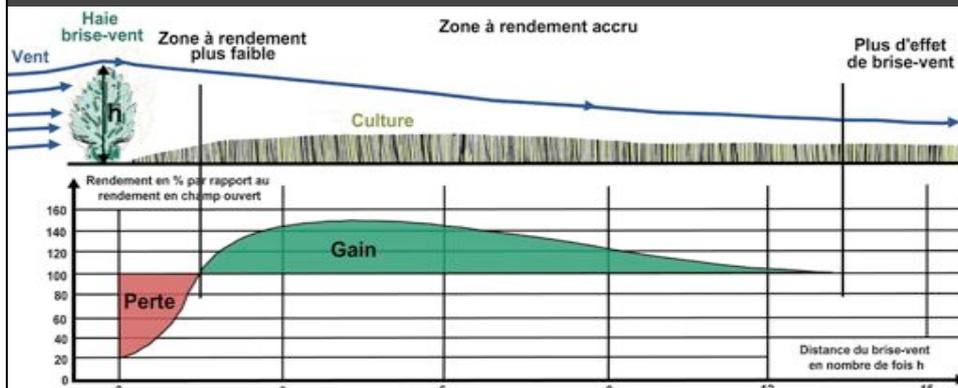


Moins d'évapotranspiration



Réduction du stress hydrique

Les arbres protègent les cultures du vent



Culture	Augmentation de rendement (%)
Blé de printemps	6 à 10
Blé d'hiver	20 à 25
Orge	23 à 25
Avoine	5 à 7
Seigle	18 à 20
Millet	40 à 45
Mais	10 à 15
Soja	12 à 17

Source: Bruce Wight, National Windbreak Forester, USDA - Soil Conservation Service

- Diminue les risques de verse et de chute des fruits;
- Augmentation du rendement des cultures

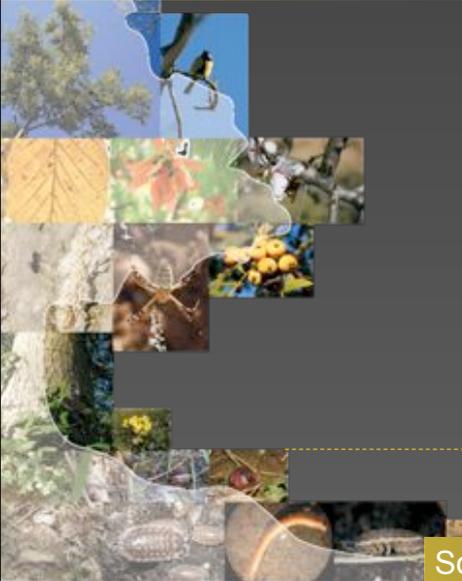
AGROFORESTERIE ET BIODIVERSITE



- Agriculture et biodiversité
- Impacte de l'agroforesterie sur la biodiversité
- Une approche paysagère
- Le débat est ouvert...

Arbre: source et support de biodiversité

Aérien



Surface

Souterrain

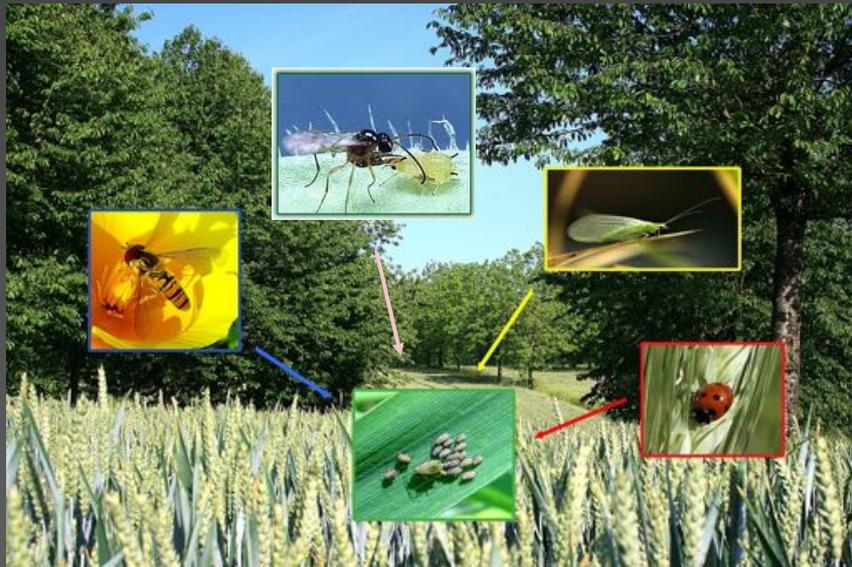
Suivis de biodiversité

>>> Quels sont les impacts de l'agroforesterie sur la biodiversité ?

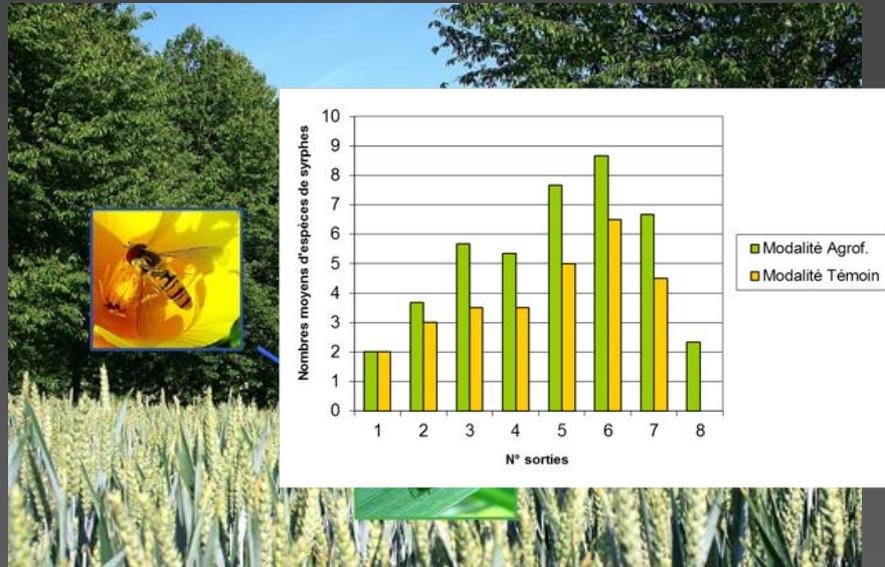


- Pedofaune
- Pucerons / prédateurs
- Acariens
- Chiroptères

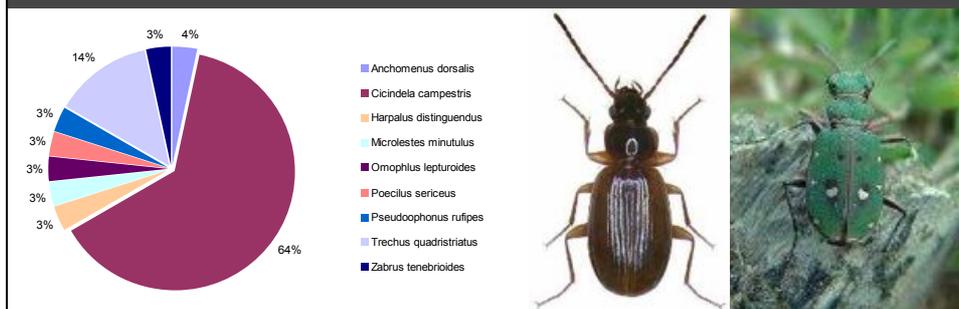
Le contrôle des pucerons des céréales



Le contrôle des pucerons des céréales



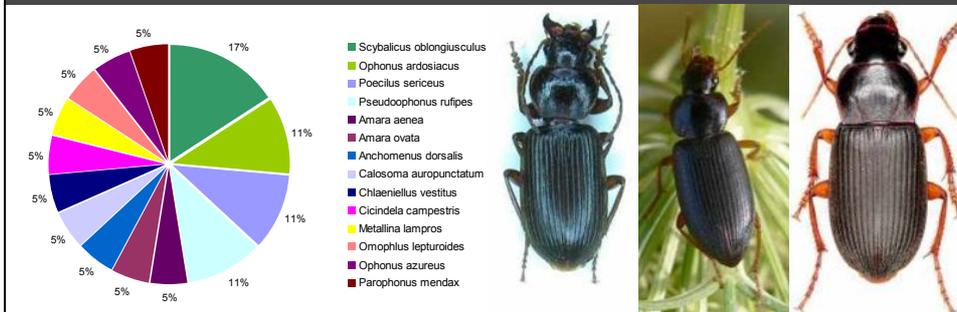
Au sein du témoin sans arbre (agricole)



- Les $\frac{3}{4}$ des effectifs sont représentés par 2 espèces
- *Cicindella campestris* et *Trechus quadristriatus*
- Faible biodiversité
- Faible équitabilité (= distribution des effectifs entre les espèces)



Au sein de l'allée cultivée (agroforesterie)



- 50 % des effectifs sont représentés par 5 espèces
- Espèce peu commune (*Scybalicus oblongiusculus*), ZNIEFF ou protection régionale (*Calosoma auropunctatum*)
- Forte biodiversité
- Forte équitabilité (= distribution des effectifs entre les espèces)

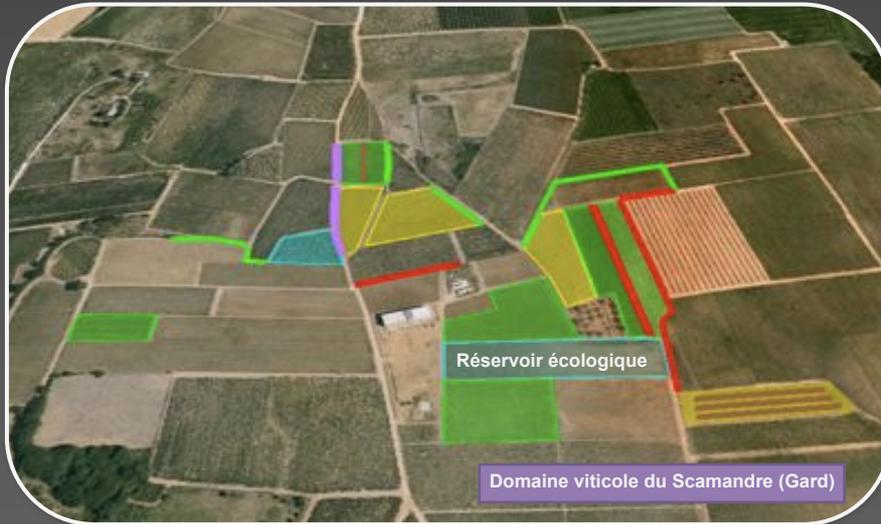
Au sein de témoin forestier



- Environ 60 % des effectifs sont représentés par 2 espèces
- *Harpalus dimidiatus* et *Cicindella campestris*
- Biodiversité: Témoin agricole < Témoin forestier < Témoin agroforestier
- Equitabilité modérée (=distribution des effectifs entre les espèces)

Connections écologiques (Corridors)

Biodiversité fonctionnelle



Essences relais

Biodiversité fonctionnelle



Acariens de la vigne

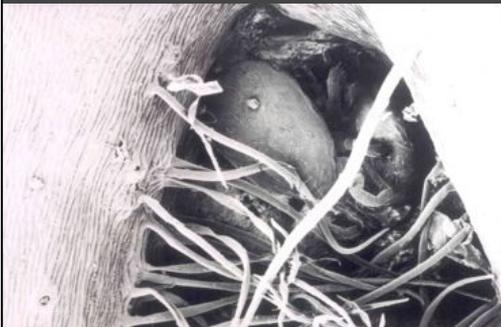


Eotetranychus carpini



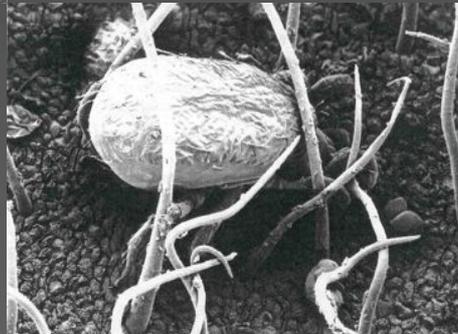
Kampimodromus aberrans

Acariens de la vigne



>>> Domatie

Trichome <<<





Chiroptères

- Consomme jusqu'à 3 000 insectes / jour (pucerons, moustiques, araignées...)
- Architecture du paysage et écholocalisation



Rhinolophus ferrumequinum



Rhinolophus hyposideros

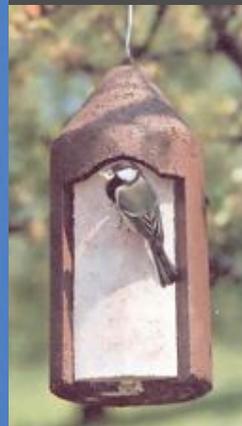


Les allées agroforestières sont de vraies autauroutes à chauve-souris

Chiroptères



Favoriser la biodiversité



Amelioration de la biodiversité



Approche paysagère

>>> Le cas des pollinisateurs



Services agroécologiques

Est-il possible d'évaluer les services écologiques rendus ?

- Qualité des eaux
- Conservation des sols
- Biodiversité (auxiliaires, attrait cynégétique)
- Stockage carbone
- Paysage, patrimoine

L'agroforesterie dans 50 ans ?

>>> A quoi ressemblera le marché ? Et les coûts de production ?



Investir sur le long terme...



www.agroof.net