Sciences : Séries ES et L : Partie 1

PARTIE 1 : NOURRIR L'HUMANITÉ (8 POINTS)

L'agroforesterie consiste à associer, sur une même parcelle, une culture (ou une prairie pour l'élevage) avec une plantation d'arbres en croissance (voir illustration ci-contre). On cherche à comprendre en quoi l'agroforesterie est un exemple d'agriculture durable.

Photo : Christian Dupraz – INRA (Institut National de la Recherche Agronomique)

Document 1 : l'agroforesterie : une première réponse à certaines difficultés actuelles

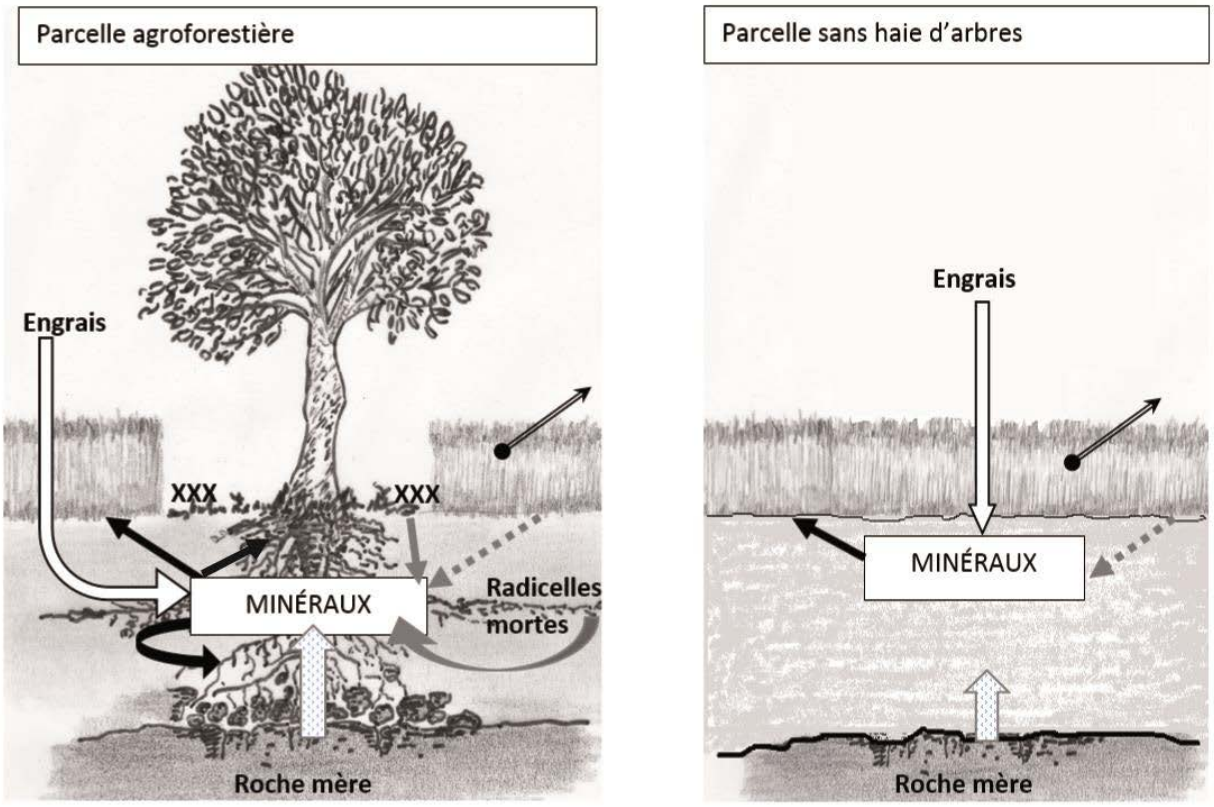
Jusqu'au milieu du XX ème siècle, le paysage agricole européen se présentait sous forme de bocage : les parcelles cultivées étaient morcelées et bordées de haies ou de lignes d'arbres.

L'essor de la mécanisation et de l'industrie chimique a alors conduit à un arrachage massif des arbres de manière à pouvoir travailler de plus grandes parcelles.

On constate cependant à l'heure actuelle une stagnation des rendements, une régression de la biodiversité, une résistance croissante des ravageurs et des mauvaises herbes ainsi que parfois une pollution des nappes phréatiques par les ions nitrate NO_3^-.

Pour proposer des solutions aux problèmes rencontrés, des chercheurs de l'INRA ont mené plusieurs expérimentations de systèmes agroforestiers, dont une association blé-noyers, pendant plus de trente ans. Ils ont alors montré que pour des parcelles de même superficie, le rendement d'une parcelle agroforestière est globalement supérieur à celui cumulé d'une culture simple et d'une forêt isolée.

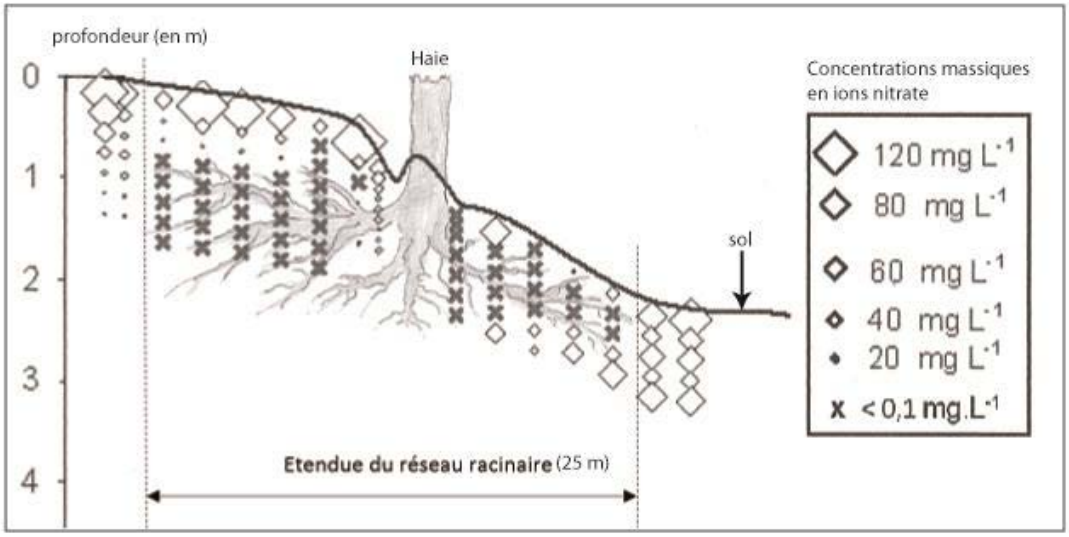
Document 2 : quelques échanges de matière dans une parcelle agroforestière et dans une parcelle sans haie d'arbres



LÉGENDE	
XXX	matière organique tombée au sol (feuilles – branches)
→	minéralisation forte
⇢	minéralisation faible
⇨	altération de la roche mère
➡	absorption
⇨	apport extérieur
●→	exportation de la culture
MINÉRAUX	$K^+ - H^+ - PO_4^{3-} - Ca^{2+} - Fe^{2+} - Mg^{2+} - NO_3^-$

Document 3 : les ions nitrate dans le sol

Document 3a : concentrations en ions nitrate à proximité d'une haie (coupe verticale d'un sol) pour un apport d'engrais identique de chaque côté de la haie



Pour un système agroforestier blé-noyers, la distance entre deux rangées d'arbres est d'environ 25 m.

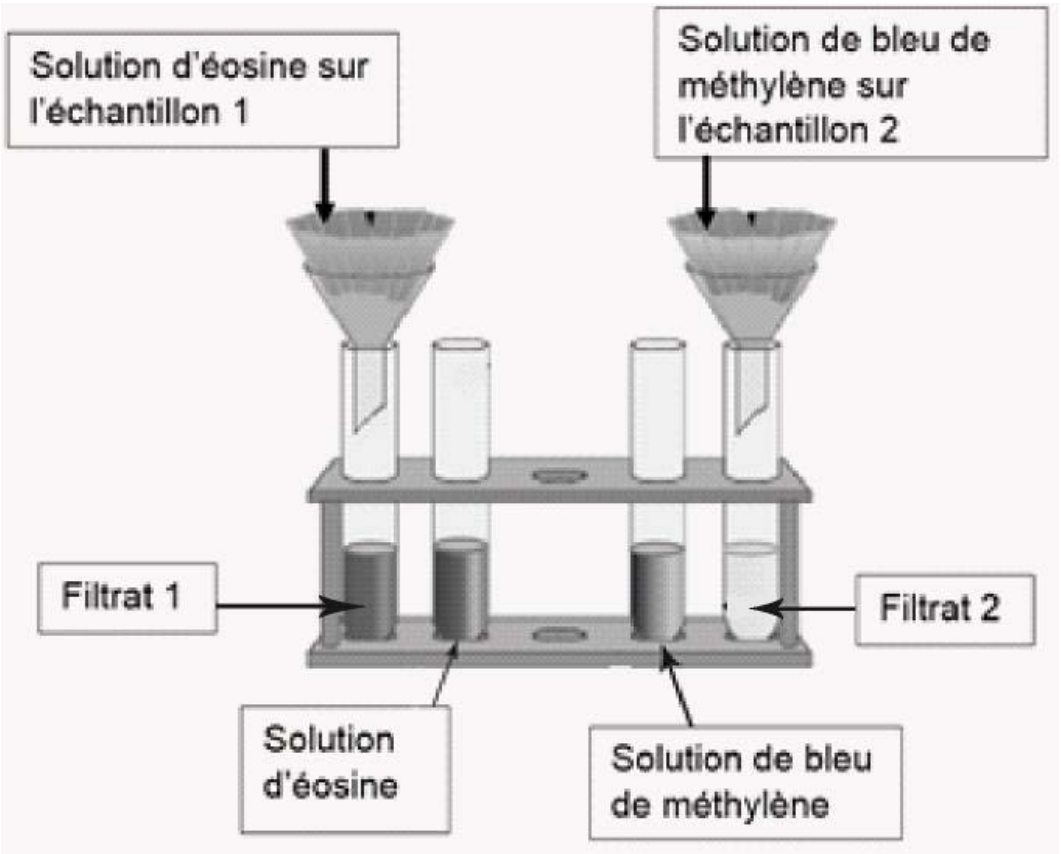
Source : d'après https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/

Document 3b : rôle du complexe argilo-humique

L'altération de la roche mère et la décomposition de la matière organique dans le sol conduisent à la formation d'un agrégat, le complexe argilo-humique (C.A.H.). Celui-ci joue un rôle important lors de l'échange de matière entre le sol et les végétaux.

Protocole de mise en évidence du rôle du C.A.H. :

On prélève deux échantillons d'un même sol. Sur l'échantillon 1 on verse une solution d'éosine, sur l'échantillon 2 on verse une solution de bleu de méthylène. La couleur de chacune de ces solutions colorées est due à une espèce ionique.



Propriétés des colorants et observations des tests réalisés sur le sol			
	Charge électrique de l'espèce ionique colorée	Couleur de la solution	Observation
Éosine	négative	orange	filtrat 1 : orange
Bleu de méthylène	positive	bleu	filtrat 2 : incolore

Commentaire rédigé

Présenter un ensemble d'arguments en faveur de l'agroforesterie comme exemple de pratique agricole respectant la qualité du sol et de l'eau.

Vous développerez votre argumentation en vous appuyant sur les documents et sur vos connaissances (qui intègrent, entre autres, les connaissances acquises dans les différents champs disciplinaires).

Travail préliminaire :

Problématique : en quoi l'agroforesterie est-elle une solution répondant à la dégradation des sols et de l'eau due à l'agriculture ?

Étude des documents :

Document 1 : (extraits des surlignements verts et jaunes)

L'essor de la mécanisation et de l'industrie chimique

arrachage massif des arbres

pouvoir travailler de plus grandes parcelles.

le rendement d'une parcelle agroforestière est globalement supérieur à celui cumulé d'une culture simple et d'une forêt isolée.

Informations utiles : J'observe que	Connaissances : Or je sais que	Argument : Donc je peux dire que
Document 1 : Arrachage des Haies pour pouvoir cultiver de grandes parcelles avec des engins de plus en plus gros	Remembrement Les haies servaient autrefois de perchoir aux rapaces qui se nourrissent de rongeurs	Argument 1 : Prolifération des rongeurs.
Document 1 : Apport d'engrais massif	En l'absence de haies, les eaux ruissèlent sur le sol	Argument 2 : Lessivage des sols par les eaux de pluie. Les nitrates en surplus se retrouvent dans les rivières.
Document 1 : Apport de pesticide et de produits phytosanitaire	En l'absence de haies, les oiseaux et les insectes perdent leur habitat.	Argument 3 : régression de la biodiversité et une plus grande résistance des mauvaises herbes.
Document 1 : Perte de rendement avec les modes de culture traditionnelle. L'agroforesterie semble une solution au problème	30 ans d'expérimentation	Argument 1 à 3 : sols surexploités = baisse des rendements Argument 4 : l'agroforesterie augmente le rendement

Document 2 : Les racines des arbres de la haie provoquent une forte altération de la roche mère. L'humus apportent une forte minéralisation.	L'humus est constitué de feuilles et de branches en décomposition.	Argument 5 : plus forte minéralisation naturelle du sol en présence d'une haie
Document 2 : Les arbres et les cultures profitent des minéraux présents dans le sol.		Argument 6 : l'absorption des éléments minéraux est mieux répartie. Moins d'engrais nécessaires avec les haies.
Document 3 a : Champ en pente avec une haie au milieu. En surface forte concentration de nitrates en amont, à proximité de la haie		Argument 7 : L'eau entraine les nitrates vers le bas du champ et la haie fait barrière.
Partout où les racines de l'arbre s'étendent, la concentration des	Les racines s'étendent sur 25 m, d'où l'espace entre chaque arbre	Argument 8 : les arbres épongent les excédents de nitrates (100 fois moins)

nitrates est très faible en profondeur.		
Document 3b : le complexe argilo-humique joue un rôle dans l'échange de minéraux entre le sol et les plantes	Ce complexe est chargé négativement. Les ions positifs de minéraux (cations), restent donc prisonniers de ce complexe.	Argument 9 : la solution de bleu de méthylène, sensible aux ions positifs, lorsqu'elle passe à travers l'échantillon de sol, devient incolore : les ions positifs ont été retenus dans le sol.
	Les anions chargés négativement ne sont pas piégés par le sol. Le nitrate est un ion négatif	Argument 10 : la solution d'éosine sensible aux ions négatifs, reste colorée après passage dans le sol. Celui-ci n'a pas retenus ces ions.

Préparation du développement :

Idées principales	Idées secondaires	Autres
Conséquence de l'agriculture intensive.	Coupe des haies	Doc1 : Prolifération des rongeurs
	Lessivage des sols entrainant les excès de nitrate dans les rivières ou les nappes phréatiques	Doc1 : en l'absence de haies, les eaux ruissellent sur les sols. Doc 3b : les ions négatifs ne sont pas retenus par le complexe argilo-humique.
	Perte de biodiversité et résistance des mauvaises herbes	Doc 1 : industrie chimique et perte d'habitat pour les insectes : troncs des arbres
	Appauvrissement des sols en sels minéraux	Doc 1 moins de rendement, obligation d'apporter plus d'engrais.
Remèdes apportés par l'agroforesterie	Plus de minéralisation naturelle des sols	Doc 2 l'humus et les racines des arbres entrainent une plus forte minéralisation naturelle du sol = moins d'engrais.

	Les arbres absorbent les nitrates en excès	Doc 3 a
	Temps long	Doc 1 30 ans d'expérimentation

Plan :

A. Conséquence de l'agriculture intensive.

1. Coupe des haies

   Doc1 : Prolifération des rongeurs

2. Lessivage des sols entrainant les excès de nitrate dans les rivières ou les nappes phréatiques

   Doc1 : en l'absence de haies, les eaux ruissellent sur les sols. Doc 3b : les ions négatifs ne sont pas retenus par le complexe argilo-humique.

3. Perte de biodiversité et résistance des mauvaises herbes

   Doc 1 : industrie chimique et perte d'habitat pour les insectes : troncs des arbres

4. Appauvrissement des sols en sels minéraux

   Doc 1 moins de rendement, obligation d'apporter plus d'engrais.

B. Remèdes apportés par l'agroforesterie

1. Plus de minéralisation naturelle des sols

   Doc 2 l'humus et les racines des arbres entrainent une plus forte minéralisation naturelle du sol = moins d'engrais.

2. Les arbres absorbent les nitrates en excès

   Doc 3 a

3. Temps long

   Doc 1 30 ans d'expérimentation

Introduction : L'agroforesterie mixe une plantation arborée avec, soit un champ de culture, soit un pré d'engraissement pour l'élevage.

En quoi cette mixité peut-elle être un modèle d'agriculture durable ?

Conclusion : L'agroforesterie semble être une solution pour une agriculture durable car elle assure une meilleure qualité des sols et donc un meilleur rendement, elle préserve la biodiversité et en régulant les sels minéraux dans les sols, empêche l'eutrophisation des cours d'eau et la pollution des nappes phréatique.