

EXERCICE 1 : RESTITUTION ORGANISÉE DE CONNAISSANCES (ROC)

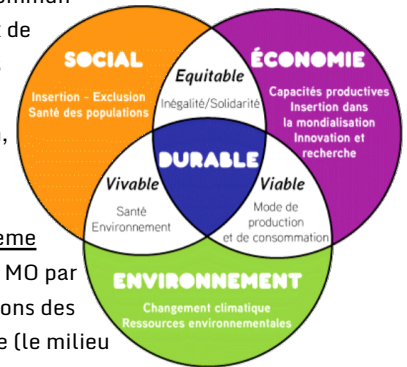
+ QCM (10 POINTS, 30 MIN)



PARTIE 1 : EXPLIQUEZ, EN 20 LIGNES MAXIMUM, EN QUOI UN AGROSYSTÈME DÉSÉQUILIBRE L'ÉCOSYSTÈME NATUREL ET COMMENT SELON VOUS, SELON DES CRITÈRES SCIENTIFIQUES, ON PEUT GÉRER UN CHAMP CULTIVÉ AVEC L'ENVIE DE RENDEMENT OPTIMISÉ DANS UNE PERSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET EN ESSAYANT DE LIMITER CE DÉSÉQUILIBRE PROPRE À L'AGRICULTURE HUMAINE DEPUIS 10 000 ANS.

<u>organisation cohérente par rapport à la question posée</u>		<u>organisation un peu maladroite</u> par rapport à la question posée		<u>organisation insuffisamment cohérente</u> par rapport à la question posée		<u>pas d'organisation</u> : le candidat ne répond pas au questionnement (récite son cours, propose des données hors-sujet ...)	
des éléments complets et exacts et bien mis en relation	des éléments exacts et complets mais maladroitement mis en relation	des éléments incomplets mais exacts	des éléments exacts mais incomplets	des éléments incomplets et avec des erreurs	malgré quelques éléments exacts	car aucun élément pour répondre à la question	
7	6	5	4	3	2	1	0
≥ 5 éléments justes bien reliés et justifiés	≥ 5 éléments moins bien reliés et justifiés	3 ou 4 éléments justes moins bien reliés et justifiés	éléments justes peu reliés et justifiés	éléments pas tous justes peu reliés et justifiés	éléments justes non reliés au sujet	0 élément juste en lien avec le sujet	

- on attend la définition du DD : conception humaine de 1987, à l'échelle terrestre, du bien commun visant à prendre en compte les aspects socio-économico-environnementaux liés à des enjeux de long terme de réponse aux besoins actuels de l'humanité sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.
- ceci implique pour un agrosystème de limiter l'irrigation, la bioaccumulation, l'eutrophisation, les impacts santé, de perte de flux de matière organique recyclable en minérale pour les végétaux verts, énergétiques et empreinte carbone aux écosystèmes
- la définition du rendement, de l'agrosystème avec l'explication du déséquilibre de l'écosystème impliqué par le prélèvement de MO qui modifie les cycles de la matière dont le recyclage de la MO par les décomposeurs (bactéries, champignons, insectes, lombrics ...) et d'énergie entre les maillons des chaînes alimentaires des réseaux trophiques. Un écosystème naturel est constitué d'un biotope (le milieu et ses conditions physico-chimiques et biologiques) et d'une biocénose (ses constituants vivants) : son



fonctionnement est permis par la productivité de la photosynthèse, c'est-à-dire la production de MO végétale par unité de surface et de temps : elle dépend de l'énergie lumineuse convertie en énergie chimique (sucres, lipides, protéines, acides nucléiques comme l'ADN, vitamines) dans la MO depuis H₂O + sels minéraux + CO₂ + chlorophylles : il y a un flux de matière et d'énergie le long des chaînes alimentaires. Dans un écosystème naturel, il y a un équilibre dynamique : gain et perte de matière s'équilibrent.

Les flux de matière et d'énergie conditionnent donc la productivité d'un agrosystème

L'agriculture repose sur la constitution d' agrosystèmes, écosystèmes transformés et gérés par l'Homme afin de privilégier le développement d'une seule plante (monospécifique), production de MO végétale (ou animale dans le cas des élevages) pour fournir des produits nécessaires à l'humanité

éléments scientifiques possibles ici de rendement optimisé d'un agrosystème dans une perspective de DD :
ils sont soulignés dans la réponse possible proposée ci-après

schéma coordonnant les idées scientifiques

optimisation de rendement avec perspective de DD	<ul style="list-style-type: none"> - fait une litière feuilles / racines qui fournit de la MO (Matière Organique) aux décomposeurs et renouveler le CAH (Complexe Argilo-Humique) pour faire un tampon / micro-climat favorable à la culture face aux variations hydriques, éoliennes, de température et d'ensoleillement, humidification de la culture par évapo-transpiration, ce qui limite celle de la culture donc rôle de régulateur hydrique, lutte anti-érosion du sol, fournisseur de bois donc rendement de moyen/long terme en complément du rendement de la culture végétale sous eux entre eux (+ maintien de biodiversité et embellissement du paysage) : les arbres permettent un gain spatial par l'association avec la culture que séparément pour un même rendement équivalent séparés 	<u>agroforesterie</u>
	<p align="center"><u>maintien de la biodiversité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - intercepte les écoulements de surface, ralentit l'eau, retient des molécules et ions, entretien de biodiversité donc lutte anti-déséquilibre du cycle de la matière du au prélèvement de la MO de récolte : fleur, rhizomes, fruits, graine, fruit, plante entière, tubercules, bulbes etc ... 	<u>bandes enherbées</u>
	<ul style="list-style-type: none"> - (par exemple : céréale / légumineuse : exemple de la MILPA mexicaine : courge / haricot / maïs) - maintien / contrôle des adventices - régulation des ravageurs (nombre, limitation de résistance par rapport aux pesticides) - plante tuteur/d'ombre/d'apport de N 	<u>polyculture</u>
	<p><u>gestion raisonnée des intrants</u> : éviter les pollutions et la perte de biodiversité</p> <ul style="list-style-type: none"> - limitation des GES (CO2, N2O, CH4) utiles pour engrais de synthèse et produits phyto - limitation du N (et P) lessivés - gestion des nappes et de l'eau 	<p><u>lutte anti-eutrophisation</u> :</p> <p><u>1/ engrais naturels en quantité optimale absorbée</u> pour limiter l'impact de l'excès d'azote dans le sol puis les nappes et cours d'eau / lacs ...</p> <p><u>2/ agriculture de précision (satellites)</u> : besoins en N définis pour <u>ajustement des doses pour éviter l'eutrophisation</u></p> <p><u>lutte anti-bioaccumulation</u> : <u>alternatives pesticides : push-pull, lutte biologique</u> goutte à goutte, agroforesterie, enherbement</p>
	empreinte carbone	limitation des machines à combustibles fossiles restituant des GES à l'atmosphère
revenus aux agriculteurs par association avec l'élevage	gestion raisonnée nombre d'animaux / taille de parcelle	

	gestion de l'eau des nappes	goutte à goutte, agroforesterie, enherbement
	maintien de biodiversité et limitation du fait de se répandre dans l'eau, l'air et de la bioaccumulation dans les organismes	absence de pesticides
	éviter la déstabilisation de position des décomposeurs et donc favoriser le renouvellement du CAH les vers de terre sont anti-lessivage	no labour, grelinette de retournement des 3-4 premiers mm de sol
	renouvellement du CAH	<ul style="list-style-type: none"> - <u>semis direct sur couvert végétal</u> (exemple : graines dans les pailles, restes écrasés de moissons / récoltes, BRF : bois raméal fragmenté - <u>rotation / jachère</u> - <u>non-élimination complète des adventices</u>
	<ul style="list-style-type: none"> - fourrage animal - nettoyeurs / brouteurs de la culture 	<u>élevage</u>

remarque : le push pull kenyan attraction / répulsions des ravageurs en agroécologie (ex : push pull kenyan qui permet de protéger le maïs contre ses principaux ravageurs en climat tropical : cela peut augmenter jusqu'à 300% le rendement d'un petit producteur de maïs en Afrique tropicale, sans pesticides : on repousse (push) les ravageurs du champ en associant des plantes répulsives à la culture et à les attirer en dehors du champ avec des plantes attractives (pull). Le contrôle biologique de la chenilles de pyrale (papillon) et légionnaire dans les céréales (maïs, sorgho, mil, fonio) : un sous-semis de desmodium repousse (« push ») les ravageurs et une rangée de pennisetum plantée autour du champ les attire et les piège (« pull »). Les avantages de ces 2 espèces sont nombreux : le desmodium est une légumineuse fertilisatrice en fixant l'azote atmosphérique et le pennisetum est une graminée avec un fort système racinaire capable de restructurer les sols dégradés/compactés.

Le desmodium cause une germination suicide des graines de l'herbe des sorcières (*Striga asiatica*) ce qui permet de contrôler les dommages de cette herbe « parasite » Le *brachiaria*, herbe fourragère des zones arides, peut rempalcer le pennisetum. Sa résistance à la sécheresse le rend plus adapté au push-pull en milieu aride. Pour couronner le tout, le desmodium, le pennisetum et le *brachiaria* constituent des fourrages de qualité pour le bétail africain.)

EXEMPLE POSSIBLE

Pour répondre aux besoins actuels sans compromettre ceux des générations futures (notion de DD), il nous faut pour nous nourrir des agrosystèmes, écosystèmes à modifications anthropiques (apports d'intrants divers, réduction de biodiversité, de matière organique par prélèvement de biomasse produite donc des flux de matières et d'énergie au sein des organismes). Cette biomasse organique photosynthétique extraite l'est au niveau de la litière pour les décomposeurs (bactéries, champignons, lombrics ...) qui la transforment normalement en matière minérale source de renouvellement du CAH (Complexe Argilo-Humique) dans lequel les plantes du champ prélèvent leur solution hydrominérale et notamment leurs 23 éléments atomiques dont d'abord leur N,P,K. Ce déséquilibre de perte de MO (Matière Organique) est compensé par un flux entrant d'eau et d'ions minéraux, flux de matière qui vient s'ajouter au flux d'énergie qui est lui même augmenté par l'activité agricole (carburants et coût énergétique des intrants)

Ce qui nécessite un apport d'intrants engrais NPK sous forme de phosphates, nitrates et potasse mais on peut remplacer ceux de la pétrochimie émettrice de GES : Gaz à Effet de Serre par des engrais naturels comme le fumier animal ou le compost végétal, ce qui recycle les déchets de l'élevage ou la paille ou autres matières organiques non utilisées à des fins textiles, énergétiques ou agricoles par exemple qu'on laisse fermenter. On peut aussi réenrichir en matière organique en semant sur couvert végétal ou BRF (Bois raméal fragmenté) pour rééquilibrer notamment le rapport C/N du sol. On peut limiter les ravageurs en évitant la bioaccumulation liée à l'emploi des pesticides qui tuent les lombrics faiseurs de sols (aération, oxygénation et renouvellement majeur du CAH, notamment les anéciques), et les fait stocker de manière croissante par unité de masse de maillon en maillon des chaînes alimentaires ainsi que dans l'eau, l'air ... par la lutte biologique introduisant le prédateur du ravageur ou par des polycultures (MILPA, push-pull kenyan ... une plante attractive + 1 répulsive en plus de la culture) qui contrôlent la prolifération de ces ravageurs insectes par exemple (la polyculture favorise aussi un équilibre en ions du sol, la possibilité de fourrage, fonction de tuteur d'une plante pour une autre ou d'ombrage : voir MILPA mexicaine : association céréale maïs / légumineuse haricot source de N et d'ombre + courge tuteur du haricot). La limitation des intrants se fait aussi par agriculture de précision (estimation du N nécessaire par satellite) permettant d'ajuster les quantités et d'éviter par lessivage l'entraînement excessif de cet N (et P) dans les cours d'eau, lacs et nappes (eutrophisation réduisant la biodiversité

malgré la prolifération d'algues à l'origine de marées vertes). On peut enherber les champs pour retenir l'eau et maintenir la biodiversité mais aussi embellir l'autour du champ par agroforesterie, ce qui permet un micro-environnement et climat favorable au rendement séparé (arbre + culture à leur pied) avec moins d'espace, ce qui lutte contre la croissance de la population donc les réductions de surfaces agricoles/ habitant mais aussi contre l'érosion du sol qui favorise le lessivage. La limitation de l'irrigation est elle permise par le goutte à goutte, les bandes enherbées, le bocage et l'agroforesterie ... Ainsi l'agroécologie par exemple biologique de pratiques réduisant les intrants ou remplaçant les pesticides ou OGM peut constituer une solution, comme l'emploi d'animaux (moutons mangeurs d'herbes, canards nettoyeurs de rizières des tekkei japonais) ou l'optimisation d'adventices sans les éliminer ou en les contrôlant par polyculture céréale / légumineuse. On peut recycler le méthane animal en combustible pour les machines de récolte, ce qui limite l'impact de l'élevage couplé aux cultures végétales ou retourner les 3-4 mm premiers du sol pour l'aérer à la grelinette au lieu de labour destabilisateur des décomposeurs faiseurs de sols gratuits, maintenus si cultures sans pesticides. Cela permet mieux encore que des structures raisonnées un moindre impact environnemental de garantie d'agrosystèmes modernes à taille humaine productifs efficaces (bons rendements).

QCM

1/ d 2/a 3/ c

EXERCICE 2 : PDS : PRATIQUE D'UNE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE : DES PRATIQUES AGRICOLES RESPONSABLES (10 POINTS, 30 MIN)

COMMENT AUGMENTER SES RENDEMENTS SANS UTILISER D'ENGRAIS PÉTROCHIMIQUES AUX CONSÉQUENCES NÉFASTES POSSIBLES ?

On peut conseiller une polyculture et /ou une rotation culturale de céréales et de légumineuses en privilégiant en céréales les moins demandeuses en azote comme l'orge, le seigle ou l'avoine, élément N atomique indispensable en grande quantité pour les racines à l'origine notamment de leurs protéines constitutives, mais moyennement absorbé, **sous forme d'anions nitrates NO₃⁻, fixés et biodisponibles dans le CAH aux cations (K⁺, H⁺, Na⁺) fixés sur les charges négatives des argiles.**

En effet, le blé et le maïs (document 1) ont les plus grands besoins céréaliers en azote (ex : 120 kg d'azote.ha⁻¹ pour le blé, -25% pour l'orge, le seigle, l'avoine et -30% pour ces derniers par rapport au maïs !). Pour avoir une production élevée sans utiliser d'engrais pétrochimiques coûteux et émettant des GES à leur production, on voit que le choix de polyculture céréale / légumineuse combinés en plein champ offre presque autant de rendement en kg.ha⁻¹ que la céréale seule avec un apport d'engrais (document 2). Ceci justifie donc bien ce choix qui est confirmé encore plus par les 3 avantages conférés par la légumineuse (elle contrôle le développement des adventices, dites parfois à tort « mauvaises herbes » pouvant réduire le rendement, la polyculture contrôle aussi les ravageurs par rapport à la monoculture qui va demander alors lutte biologique ou pesticides ou push-pull par exemple, la fixation du N₂ atmosphérique converti en NH₃ puis NH₄⁺ puis acides aminés des protéines de la plante) : on a ainsi dans le sol une restitution également possible de cet azote à la céréale sans achat d'engrais pétrochimique ou recyclage éventuel de compost ou fumier. Ceci contribue donc à limiter par lessivage l'eutrophisation des cours d'eau, lacs, mers (document 3). Le bon pouvoir concurrentiel de ces légumes dits secs (trèfle, luzerne, pois, fèves, haricots ..) avec les adventices par rapport aux céréales, évite aussi l'emploi de pesticides de type herbicide au RoundUp à glyphosate en principe actif, également coûteux et émetteurs aussi de GES à leur production avec introduction alors de risques suspectés pour le vivant des écosystèmes dont l'humain (en grossesse ou non). L'intérêt du document 4 est de justifier celui des rotations de cultures pratiquées par les agriculteurs des sols notamment entre des légumineuses et des céréales : ré-enrichissement naturel des sols en azote, équilibre du rapport C/N disponible pour les plantes ... voire jachère pour la recharge du CAH pour les futures récoltes culturales.

La photographie du document 5 illustre l'endosymbiose entre les bactéries du genre Rhizobium et les végétaux (cellules racinaires, voir cycle 4), ces bactéries ayant les enzymes nitrogénase permettant la capacité de fixer le diazote atmosphérique ce qui favorise la nutrition azotée du végétal et du sol (céréales par exemple du document 1)

pour information : N₂ + énergie + enzyme nitrogénase + 8H⁺ + 8e⁻ => 2 NH₃ => 2 NH₄⁺ => acides aminés de protéines pour la plante

en gras : apport de cours