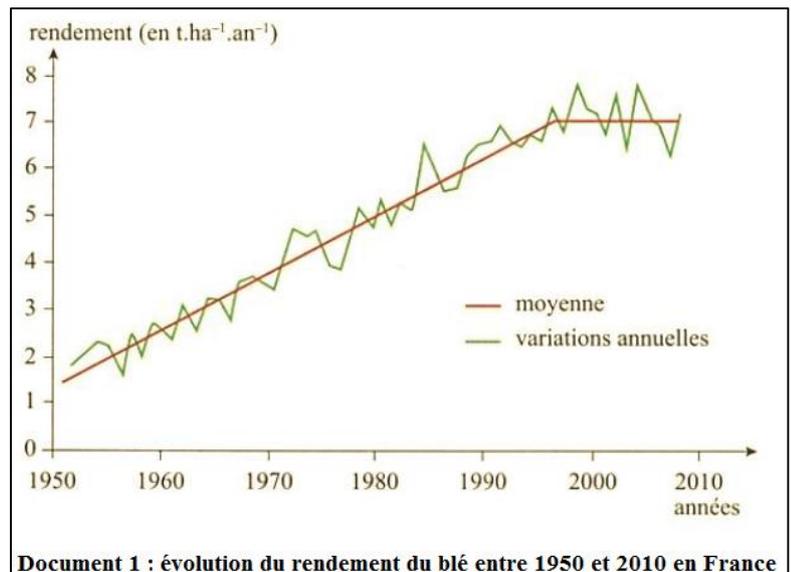


La production végétale : utilisation de la productivité primaire - Correction

Exercice 01 : Rendements agricoles

Une étude a été menée en 2010 par des chercheurs de l'INRA (Institut national de recherche agronomique) sur l'évolution du rendement du blé en France et ses causes possibles.



Document 2 : paramètres agissant sur le rendement en blé.

Paramètres	Commentaire	Impact sur le rendement du blé
Génétique	Effet continu des progrès génétiques sur le rendement depuis 1970	Impact positif
Agronomiques : engrais azotés	Augmentation des doses jusqu'en 2000, puis baisse entre 2000 et 200a	Effet dépressif à partir de 2000 : -15 kg.ha ⁻¹ .an ⁻¹
Agronomiques : pratiques de culture	A partir des années 2000, les légumineuses (qui enrichissent le sol en azote) sont remplacées par le colza comme culture précédent celle du blé	Effet dépressif à partir de 2000 : - 35 kg.ha ⁻¹ .an ⁻¹
Climat	Changement climatique affectant la croissance des tiges et le développement des grains	Effet dépressif : - 20 à - 50 kg.ha ⁻¹ .an ⁻¹

1. Commenter le tracé du graphique du document1.

On note une augmentation du rendement annuel moyen de 1.5 à 7 t.ha⁻¹.an⁻¹ entre 1950 jusqu'à 1995 environ puis une stabilisation du rendement. Cette évolution s'accompagne de quelques fluctuations annuelles.

2. Rappeler les facteurs définissant le climat.

Les deux principaux facteurs qui définissent le climat sont les précipitations annuelles et la température moyenne qui dépend de l'ensoleillement auxquels on peut ajouter la durée moyenne d'ensoleillement et le vent.

3. A l'aide de vos connaissances, justifier la baisse de l'utilisation des engrais dans les cultures de blé.

La baisse de l'utilisation des engrais à partir des années 2000 se justifie par la prise de conscience de la pollution des sols et des nappes phréatiques par l'azote en excès (non prélevé par les plantes). Ainsi en Bretagne par exemple, les engrais azotés en excès ont dégradé la qualité de l'eau avec des taux d'azote supérieur à 50 mg/L (supérieur au seuil de potabilité). Ils sont également responsables de l'eutrophisation des cours d'eau et du développement des marées vertes sur le littoral.

4. Mettre en relation les informations des documents 1 et 2 et discuter l'impact des différents paramètres sur l'évolution du rendement en blé depuis la fin des années 90.

La sélection génétique des plantes performantes, associée à une utilisation importante d'engrais ont permis de multiplier par 4.5 le rendement en blé entre 1950 et 1990. Cette période correspond à la révolution verte. Or depuis 1990, la prise en compte des problèmes environnementaux a incité le développement de pratiques culturales alternatives comme la réduction des engrais azotés remplacés par des cultures de légumineuses. Ce changement s'est traduit par une perte de $-15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ entre 2000 et 2007. Puis le remplacement des légumineuses par le colza a augmenté l'effet dépressif à partir de 2000 à $-35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Cependant comparé à un rendement moyen de $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ cet effet dépressif ne provoque pas une baisse majeure du rendement annuel mais plutôt une stabilisation comme l'indique le document 1.

5. Indiquer quelle serait l'évolution des rendements en blé si le réchauffement climatique se poursuit en France.

Si le réchauffement climatique se poursuit en France, on peut estimer une baisse des précipitations et donc une réduction de la disponibilité en eau ce qui se traduira sans doute par une baisse des rendements de production.

Exercice 02 : Productivité des agrosystèmes

Document 1 : Mise en œuvre de deux études distinctes.

Deux études distinctes ont été menées pour tester le rendement écologique d'un système d'élevage de bovins élevés en pâture.

Dans le premier cas, les travaux portaient sur une prairie artificielle semée de Normandie pâturée par des bovins sélectionnés de race Normande. Dans le deuxième cas, l'étude concernait des bovins non améliorés par croisement génétique (comme les Highlands) pâturant dans une prairie naturelle (non semée) au Royaume-Uni.

La race Normande actuelle est le résultat de nombreux programmes de sélection génétique. Dans cette étude, elle est nourrie à partir d'un mélange d'herbes sélectionnées, entre autres, pour leur bonne digestibilité. Parallèlement, de nombreuses interventions sont réalisées sur la prairie artificielle semée et en particulier une fertilisation importante et de fréquents traitements destinés à limiter le développement de la flore adventive et certaines espèces animales pouvant réduire la productivité primaire.

La « Highland » est une race bovine originaire d’Ecosse élevée en France à très petite échelle pour la production de viande. La particularité de cette race est d’avoir été très peu modifiée par l’amélioration génétique contrairement par exemple à la race Normande. Dans cette étude menée en prairie naturelle, les animaux se nourrissant de végétaux se développent spontanément sans intervention humaine.

Document 2 : Tableau comparatif des rendements d’une prairie artificielle normande et une prairie naturelle anglaise.

Valeurs (10^3 kJ/m ² /an)	Prairie artificielle normande	Prairie naturelle anglaise
Energie solaire incidente	2082	1672
Productivité primaire nette	29.34	10.5
Biomasse consommée par :		
Les bovins	3.05	13.9
Les arthropodes, mollusques phytophages	1.2	1.25
Bovins	0.2	2.1

1. Calculer et comparer le rendement photosynthétique des producteurs primaires pour chaque étude.

On appelle rendement photosynthétique des producteurs primaires le rapport entre l’énergie de la productivité primaire nette sur l’énergie solaire incidente reçue ($\times 100$). Pour la prairie artificielle normande le rendement est de $(29.34/2082) \times 100 = 1.41 \%$ alors que la prairie naturelle anglaise a un rendement au moins trois fois plus faible : $(10.5/1672) \times 100 = 0.63 \%$.

2. Calculer et comparer l’efficacité énergétique des bovins pour chaque étude.

L’efficacité énergétique des bovins correspond au rapport de l’énergie contenue dans la biomasse produite par animal sur l’énergie contenue dans la biomasse consommée ($\times 100$). Pour les bovins de race Normande, le rapport est de $(0.2/3.05) \times 100 = 5.65 \%$ et pour le bovin de race Highland le rapport est de $(2.1/13.9) \times 100 = 15\%$, ainsi les bovins de race Highland ont une meilleure efficacité énergétique que les bovins de race Normande. On peut cependant remarquer que les bovins de race Normande mangent moins (3.05×10^3 kJ/m²/an) que les bovins de race Highland (13.9×10^3 kJ/m²/an).

3. Emettre des hypothèses expliquant les différences de rendements observés au niveau des producteurs primaires et des consommateurs (bovins uniquement).

La prairie artificielle est soumise à de nombreuses interventions telles que la fertilisation du sol, le traitement aux herbicides empêchent le développement des adventices, traitement aux pesticides détruisant les ravageurs arthropodes, mollusques phytophages). Tous ces traitements favorisent l’accroissement de productivité primaire. En revanche la prairie naturelle anglaise n’a subi aucun

contrôle : ainsi le rendement photosynthétique de la prairie artificielle est bien meilleur que celui de la prairie naturelle.

La meilleure efficacité énergétique des bovins de race Highland peut s'expliquer par des particularités génétiques. La race Highland est une espèce rustique, qui a été peu modifiée par l'Homme et qui est génétiquement plus efficace que les bovins de race Normande, résultat de nombreux programmes de sélection génétique.

4. Préciser les avantages et les limites de chaque système dans le cadre d'une amélioration durable de la productivité agricole.

	Avantages	Inconvénients
Bovins de race Normande	<p>Rendement photosynthétique élevé des prairies artificielles normandes</p> <p>Variété sélectionnée dont l'élevage peut se faire à grande échelle : biomasse consommée par an plus faible que les Highlands</p>	<p>Traitement conséquents des prairies : fertilisation, herbicides, pesticides</p> <p>Plus faibles efficacité énergétique que les bovins Highlands</p>
Bovins de race Highland	<p>Pas de traitements phytosanitaires des prairies</p> <p>Meilleure efficacité énergétique que les bovins Normands.</p>	<p>Faible rendement photosynthétique des prairies naturelles</p> <p>Espèce rustique qui ne peut être élevée qu'à petite échelle</p> <p>Biomasse consommée par an plus importante que les bovins Normands.</p>

Ainsi les bovins de race Highland présentent de nombreux avantages dans le cadre d'une amélioration durable de la productivité agricole : pas de traitements phytosanitaires des prairies, espèce rustique qui peut se nourrir spontanément sans l'intervention de l'Homme, meilleure efficacité énergétique que les bovins Normands : la race Highland présente donc un rendement écologique plus intéressant. Cependant ces animaux mangent au moins 4 fois plus de végétaux que les bovins Normands. Leur élevage nécessite donc une plus grande surface herbeuse. Or les ressources limitées de l'environnement et l'augmentation croissante de la population mondiale ne semblent pas compatibles avec ce type d'élevage à grande échelle.