

TP5 : Les conséquences de la domestication sur les défenses des plantes

Correction

Par la domestication des plantes, l'Homme a sélectionné les caractères intéressants pour les agriculteurs et les consommateurs. Cette sélection "artificielle" a des conséquences sur la génétique et la diversité des espèces végétales cultivées.

1ERE PARTIE : DIFFERENTES VARIETES DE RIZ ET QUALITE DE L'AMIDON (1H)

On cherche à déterminer si la sélection d'un riz gluant par l'Homme est liée à une mutation conduisant à des grains de riz dont l'amidon est pauvre en amylose.



1- **Proposer** une stratégie de résolution réaliste, permettant de déterminer si la sélection d'un riz gluant par l'Homme repose sur une mutation conduisant à des grains de riz dont l'amidon est pauvre en amylose, en étudiant le génome et la composition des grains de riz

On cherche à déterminer si la sélection d'un riz gluant par l'Homme repose sur une mutation conduisant à des grains de riz dont l'amidon est pauvre en amylose.

Ce que l'on fait : On va comparer la présence en amylopectine et en amylose dans 2 riz différents : 1 riz gluant et 1 non gluant. Dans un 2^{ème} temps, on comparera les séquences d'ADN du gène Waxy des 2 variétés de riz sur Génigen.

Comment on fait : On va faire cuire 2 variétés de riz différentes : le riz gluant et le riz long (qui sera notre témoin) afin de récupérer l'eau de cuisson. On réalise un test au lugol de chaque eau de cuisson.

Résultats envisageables : On sait que « plus l'amidon est riche en amylopectine et pauvre en amylose, plus le riz sera gluant.

On s'attend donc à obtenir un précipité « violet » pour la solution d'amidon du riz gluant = présence d'amylopectine (qui se colore en rose clair à rose violacé lors d'un test eau iodée) et un précipité bleu foncé pour la solution d'amidon du riz long = présence d'amylose (qui se colore en bleu violacé lors d'un test à l'eau iodée).

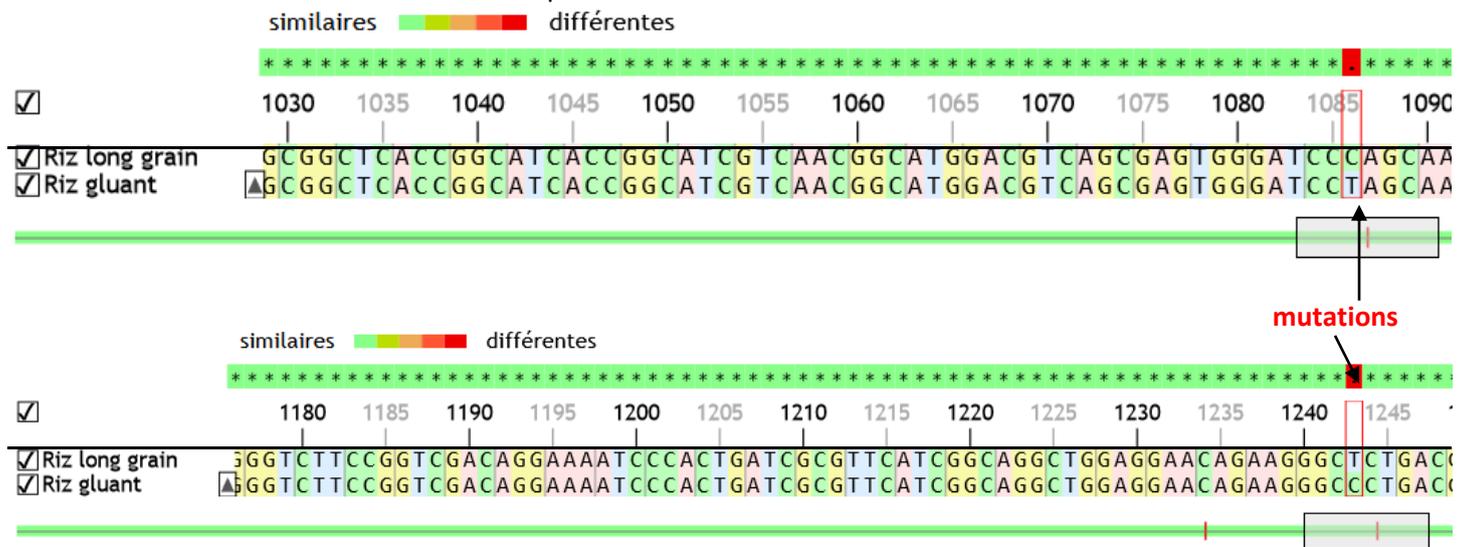
Si on observe la présence d'une mutation entre les 2 séquences, alors on pourra confirmer que la sélection du riz gluant repose sur la sélection d'une mutation conduisant à une richesse en amylopectine pour le riz gluant contrairement au riz non gluant qui est plus riche en amylose. S'il n'y a pas de mutation, alors on pourra en déduire que la sélection du riz gluant ne repose pas sur une mutation.

Bien dire que l'on va comparer les allèles du gène Waxy responsable de la production d'amylose avec Genigen.

2- **Mettre en œuvre** le protocole d'étude de la composition en amidon des grains de riz et de leur génome.

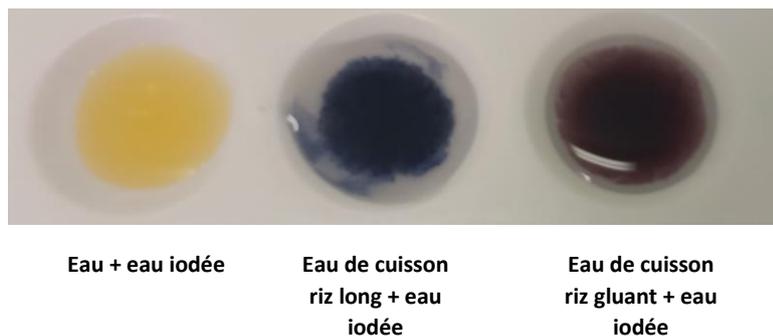
Sélectionner les 2 séquences → Traiter → aligner les séquences.

3- Sous la forme scientifique de votre choix, **présenter et traiter** les données brutes pour qu'elles apportent les informations nécessaires à la résolution du problème.



Comparaison des allèles du gène Waxy du riz gluant et du riz non gluant sur le logiciel Géniegen

Résultats du test à l'eau iodée



Donner un titre précis à chaque figure

ATTENTION à cette étape pas d'interprétation, que la communication des résultats

4- **Exploiter** l'ensemble des résultats pour déterminer si la sélection d'un riz gluant par l'Homme repose sur une mutation conduisant à des grains de riz dont l'amidon est pauvre en amylose. en position 1343 des acides aminés. Donc la sélection d'un riz gluant par l'Homme repose sur une mutation conduisant à des grains de riz dont l'amidon est pauvre en amylose, en étudiant le génome et la composition des grains de riz

On voit que l'eau de cuisson du riz gluant forme un précipité « rose violacé » lors du test à l'eau iodée, or on sait que l'eau iodée prend une couleur rose en présence d'amylopectine et bleue en présence d'amylose, donc on en déduit qu'il y a présence d'amylopectine contrairement au riz non gluant où l'eau de cuisson forme un précipité bleu foncé donc on en déduit qu'il y a présence d'amylose.

Attention aux 3 étapes, on voit... on sait (regarder le doc ressource), donc...

En comparant les séquences d'ADN du gène Waxy, on observe la présence de 2 mutations par substitution, entre les 2 séquences :

- un nucléotide T à la place d'un A en position 1086
- un nucléotide C à la place d'un T en position 1243

On peut donc conclure que la sélection du riz gluant repose sur la sélection de 2 mutations conduisant à une richesse en amylopectine pour le riz gluant contrairement au riz non gluant qui est plus riche en amylose.

Ne pas oublier de répondre à la problématique

2^{ème} partie

Consignes

1- A partir des documents 1 à 3 de l'annexe 1, **préciser** quels sont les effets de la domestication sur la diversité variétale et sur la diversité génétique des plantes cultivées.

D'après les documents 1, 2 et 3, on voit que la domestication a :

- fait **augmenter le nombre de variétés cultivées**
- fait **diminuer la variété génétique des ces plantes.**

En effet, on voit qu'au début du 20^{ème} siècle, les cultures sont composées essentiellement de variétés paysannes et de variétés anciennes. Par contre, dès les années 60, les cultures sont principalement faites à partir des lignées pures modernes.

Au début des années 2000, on note le retour en culture de quelques variétés anciennes dont la robustesse est reconnue, notamment grâce à leur plus grande diversité génétique.

2- A partir des différents exemples de maladies infectieuses de l'annexe 2 et de vos connaissances, **montrer** que la sélection artificielle faite par l'Homme peut aussi avoir des conséquences négatives. **Justifier** votre réponse en citant des exemples précis.

La sélection artificielle a sélectionné **des allèles intéressants pour la culture** (voir annexe 1 document 1) mais ceux procurant des résistances à des maladies dans un milieu sauvage n'ont pas été sélectionnés donc **les variétés élite sont plus fragiles face aux épidémies**. On peut noter comme exemples :

- **cas des variétés de choux** : On voit que le chou sauvage produit beaucoup de glucosinolates (181 $\mu\text{mol/g}$) en cas d'agressions par les chenilles contrairement aux variétés cultivées (- de 40 $\mu\text{mol/g}$) donc les choux cultivés sont beaucoup plus sensibles aux agressions que les variétés sauvages.

- **cas de la variété de bananes Cavendish** : Après qu'une variété de bananes ait été décimée par la fusariose, actuellement, 97% de la production de bananes mondiale est assurée par une seule variété : la variété Cavendish. Celle-ci est résistante à un champignon : la fusariose. Néanmoins, depuis 1994, une souche mutante de la fusariose est résistante et est capable d'infester les bananiers Cavendish.

Faire reposer la quasi-totalité de la production de bananes sur une seule variété est donc très risquée car en cas d'épidémie, c'est l'ensemble de la production mondiale qui peut être anéantie.

- **cas de la pomme de terre en Irlande** : la grande famine en Irlande montre le risque de faire de la monoculture. Au 19^{ème} siècle, le régime alimentaire de très nombreux irlandais reposait sur la pomme de terre. La production fut décimée plusieurs années de suite ce qui amena à une grande famine en Irlande responsable de plus d'1 million de décès et d'une vague de migration sans précédent.

Les cultures sont de plus en plus des monocultures, ce qui signifie qu'une seule maladie contournant la résistance d'une variété, comme dans le cas historique de la famine de la pomme de terre en Irlande, peut détruire une récolte entière, ou comme dans le cas du bananier « Gros Michel », qu'elle peut provoquer l'extinction commerciale quasi-totale d'une variété. La domestication des plantes sauvages en plantes cultivées a donc amené à une baisse des défenses par une non-sélection des gènes de résistance.

3- A partir de l'annexe 3, **préciser** quelles pratiques culturales adaptées peuvent être mises en place pour contrer la faiblesse des plantes cultivées face aux épidémies dans une perspectives d'agriculture durable.

Les monocultures de variétés sensibles aux maladies et aux prédateurs conduisent les agriculteurs à utiliser des pesticides de synthèses notamment pour maintenir un haut rendement et pour obtenir de beaux fruits et légumes prisés des consommateurs.

La mise en place de pratiques culturales plus durables et permettant de diminuer l'utilisation de pesticides est recherchée.

On peut noter comme pratiques culturales :

- **l'association de plusieurs variétés** plus ou moins sensibles à une infection au sein d'une culture ce qui protège les variétés sensibles
- **utiliser des traitements autorisés en agriculture biologique** (soufre, cuivre)
- **le greffage manuel** de plants sensibles sur des plants résistants

4- A partir de l'ensemble de vos réponses et des documents 3 et 4 de l'annexe 1, **expliquer** pourquoi il est nécessaire de **protéger** et de **conserver** la biodiversité génétique de toutes les plantes cultivées qu'elles soient des variétés paysannes ou des variétés élites.

Les cultures commerciales ont une base génétique très étroite, ce qui les rend vulnérables aux menaces environnementales.

La diversité génétique des plantes fait partie des ressources les plus importantes pour l'alimentation et l'agriculture. Des milliers d'espèces cultivées et leurs parents sauvages constituent la variabilité génétique dont dépend la production alimentaire mondiale.

Cependant, les ressources génétiques se perdent à un rythme de plus en plus alarmant. À mesure qu'elles diminuent, l'humanité perd le potentiel de s'adapter à de nouvelles conditions socio-économiques et environnementales.

Le maintien de la biodiversité est donc une responsabilité mondiale.

Conserver la biodiversité génétique des plantes paraît indispensable pour préserver l'ensemble des caractéristiques intéressantes des variétés sauvages et cultivées (qu'elles soient paysannes ou élites ou pures) comme :

- la production de gros fruits
- la production de fruits aux qualités nutritives intéressantes
- la résistance à des pathogènes

C'est pourquoi il existe des banques génétiques locales mais surtout il a été construit la plus grosse réserve mondiale de semences au-dessus du cercle polaire dans le pergélisol. Cette collection de plus d'1 million de graines peut être utilisée en cas de perte des semences dans les banques génétiques locales (cas de la banque d'Alep en Syrie qui a du faire appel à la réserve mondiale de semences lors du conflit Syrien), en cas de modification climatique, etc...

Bilan :

* Une **espèce cultivée présente souvent de nombreuses variétés** (ex. du chou : chou-fleur, chou de Bruxelles, chou rave, brocoli, etc...). **La domestication a donc augmenté la biodiversité variétale**. Cette diversité résulte **de mutations** (donc création de nouveaux allèles) dans des gènes particuliers qui ont été sélectionnés au cours du long processus de domestication.

* Néanmoins, lors de la domestication, l'agriculteur a **favorisé la reproduction** des individus qui possédaient les caractères intéressants et a donc **favorisé la transmission des allèles responsables de ces caractères**. Ainsi, la fréquence de ces allèles a augmenté d'une génération à l'autre jusqu'à stabiliser les caractères choisis et obtenir des cultures homogènes génétiquement. Il y a donc eu **un appauvrissement global de la diversité allélique surtout par rapport à l'ancêtre sauvage**.

La perte de certaines caractéristiques des plantes sauvages (comme des défenses chimiques ou des capacités de dissémination) et l'extension de leur culture **favorisent le développement des maladies infectieuses végétales**.

* Ainsi, la domestication des plantes provoque :

- une **augmentation de la diversité variétale** (au sein de la même espèce) mais...
- une **diminution de la diversité génétique** de l'espèce
- une **perte de protection naturelle** des plantes (perte des molécules protectrices désagréables au goût)
- une **propagation rapide des maladies** car les variants cultivés ne sont pas diversifiés génétiquement et sont peu résistants.

* Pour compenser l'effet de la propagation des maladies sur les cultures il est possible d'avoir recours à des pratiques culturales spécifiques comme l'apport d'intrants (pesticides, engrais) mais ce n'est en faveur d'une agriculture durable.

* **En exploitant les ressources génétiques** (historiques ou sauvages si elles existent), il est possible d'envisager de **nouvelles méthodes de cultures plus en faveur d'une agriculture durable et de protection de l'environnement** :

- limitation des ravageurs par lutte biologique (réduction de l'usage des pesticides),
- greffe de variétés résistantes et sensibles
- association de plusieurs variétés d'une même espèce (une résistante et une sensible dans le même champ).