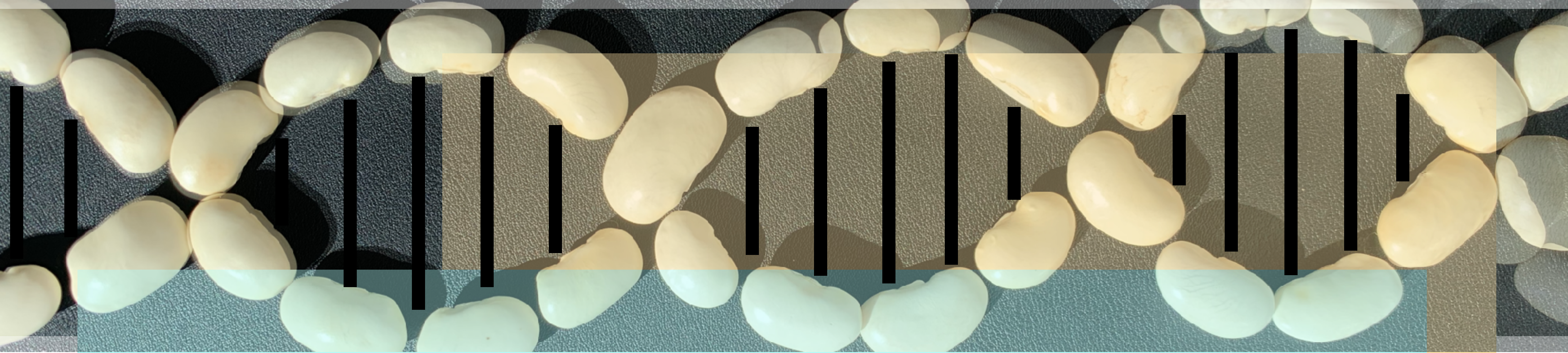




Que mangerons-nous demain?

Biodiversité ou Biotechnologie?

Frank Adams - Maraîcher, artisan semencier, chargé d'éducation, formateur - Luxembourg, Mars 2026

Développement de la sélection végétale à l'époque moderne

Connaissances de base : sélection végétale

- **Sélection végétale** : mesures visant à améliorer les propriétés des plantes cultivées en fonction des exigences et des besoins des êtres humains
- **Critères de sélection** pour les plantes alimentaires : rendement, robustesse face aux facteurs de stress, valeur nutritive, comportement cultural, etc.
- Jusqu'à la fin du XIXe siècle : la sélection végétale : un **travail agricole**. À partir du XXe siècle : une **profession spécialisée à part entière**.
- Au départ : des **entreprises familiales** et des **établissements de sélection publics**, puis, à partir de la seconde moitié du XXe siècle : des **sociétés semencières multinationales**.

Connaissances de base : sélection végétale

- À partir de la fin du XIXe siècle : **mécanisation de l'agriculture** et **développement de l'industrie alimentaire** => nouveau critère de sélection : **homogénéité des cultures**
- Homogénéité : **uniformité** en termes de **moment de récolte**, de **taille** et de **forme** des plantes d'une variété cultivée
- Conséquences :
 - => Succès des variétés hybrides F1
 - => Disparition des variétés traditionnelles régionales
 - => Remplacement des agriculteurs en tant que gestionnaires des semences

Connaissances de base : sélection végétale

- À partir de la seconde moitié du XXe siècle : techniques innovantes de laboratoire dans la sélection végétale : **culture de méristèmes, mutagenèse et fusion cellulaire***
- Depuis les années 1970 : **sélection végétale biotechnologique** moderne : augmentation de la « précision » des modifications génétiques en laboratoire sur l'ADN
- Cependant, aujourd'hui encore, environ 3/4 des semences utilisées dans la production alimentaire proviennent de variétés traditionnelles issues de l'agriculture paysanne.

***Culture de méristèmes** : à partir des « extrémités des plantes », de nouvelles plantes sont cultivées en laboratoire dans une solution nutritive.

Mutagenèse : modification de l'ADN des plantes par traitement aux rayonnements ou aux produits chimiques.

Fusion cellulaire : des cellules de différentes espèces sont fusionnées entre elles, ce qui mélange leur génétique.

Avantages et désavantages de la sélection végétale moderne

AVANTAGES

Augmentation significative des rendements depuis les années 1950

Réduction des caractéristiques négatives des ancêtres sauvages

Disponibilité à grande échelle de semences

Semences répondant à des normes de qualité élevée

DESAVANTAGES

Diminution de la diversité génétique entre les variétés

Diminution de la diversité génétique au sein des variétés

Pas de développement et d'adaptation *on-farm* des variétés

Variétés non reproductibles : perte de souveraineté semencière

Conséquences des désavantages de la sélection végétale moderne

Diminution de la diversité génétique
entre les variétés

Diminution de la diversité génétique
au sein des variétés

Pas de développement et
d'adaptation *on-farm* des variétés

Variétés non reproductibles : perte
de souveraineté semencière

Sensibilité croissante des variétés
aux facteurs de stress (climat,
ravageurs, maladies)

Besoin croissant en pesticides

Manque d'autonomie alimentaire
des régions

Conséquence générale : menace pour la sécurité alimentaire

Voir les nombreuses déclarations, accords, traités et plans d'action de la FAO (ONU) depuis les années 1980

Piste de solution par la sélection végétale moderne : NGT

Sensibilité croissante des variétés
aux facteurs de stress (climat,
ravageurs, maladies)

Besoin croissant en pesticides

Manque d'autonomie alimentaire
des régions

Les variétés NGT à création rapide
créent une nouvelle diversité

Les NGT peuvent facilement créer
des résistances au stress

Les NGT peuvent remplacer les
pesticides

Les NGT peuvent être produites de
manière autonome dans les régions

Question : les NGT peuvent-elles tenir leurs promesses ?

Le 5 juillet 2023, l'UE lance un règlement visant à introduire les variétés NGT dans l'agriculture européenne

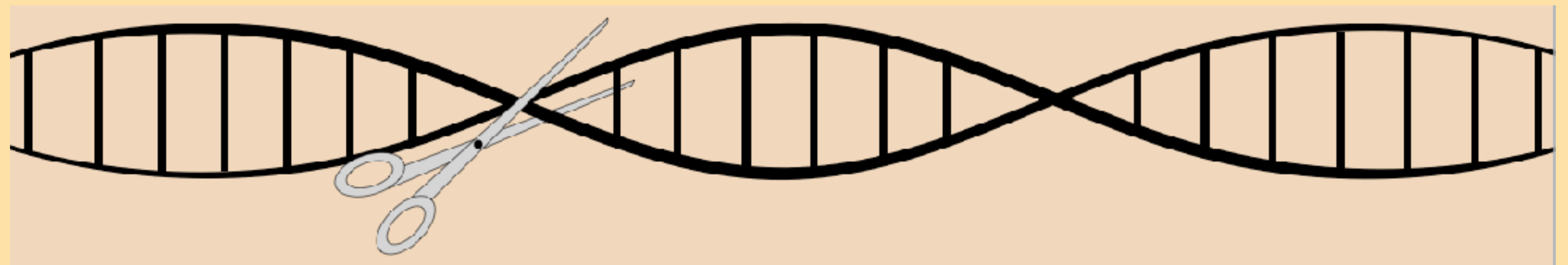
Nouvelles Techniques Génomiques

NGT - qu'est-ce que c'est ?

De quoi s'agit-il du nouveau règlement européen ?

NGT : "ciseaux génétiques", "*gene editing*" et "mutagénèse ciblée"

- 2020 : Prix Nobel de chimie décerné à Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna pour leurs travaux sur la technologie CRISPR-Cas9, l'une des « nouvelles techniques génomiques ».



- « Ciseaux génétiques » : modification des propriétés des plantes cultivées par intra- et cis-génèse, sans introduction de gènes étrangers ($\neq$ transgénèse).
- 5 juillet 2023 : la Commission européenne publie un projet de règlement sur les NGT afin de promouvoir une sélection végétale précise, compétitive et durable
- Sélection de variétés de plantes cultivées NGT1 : équivalente à la sélection végétale traditionnelle => pas de biotechnologie, aucune réglementation légale nécessaire

NGT : "ciseaux génétiques", "*gene editing*" et "mutagénèse ciblée"

- Plantes NGT1 : pas plus de 20 modifications techniques en laboratoire dans leur ADN => aucune réglementation en tant que biotechnologie nécessaire
- Justification : les modifications génétiques pourraient également être obtenues par des méthodes de sélection conventionnelles ou apparaître spontanément dans la nature
- Aucune évaluation des risques nécessaire pour les variétés NGT1, aucun étiquetage nécessaire sur les denrées alimentaires, seul l'étiquetage des semences est obligatoire
- Culture de plantes NGT1 : pas de clause « opt-out » pour les États membres de l'UE concernant la culture, comme c'est le cas pour le génie génétique vert conventionnel
- Plantes NGT2 : plantes transgéniques : réglementation comme auparavant, conformément à la législation en vigueur sur la biotechnologie

Déréglementation des NGT : pour et contre

Votes et négociations autour du règlement NGT projeté

Votes	Pour	Contre / abstention
Parlement européen (07-02-24)	307	263 / 41
Conseil des ministres de l'agriculture (14-03-25)	Accord pour approbation	
Comité des représentants permanents (19-12-25)	66,7 Prozent des pays membres avec 66,2 % de la population	Allemagne, Belgique, Bulgarie, Croatie, Autriche, Roumanie, Slovénie, Slovaquie et Hongrie
Commission environnement de l'UE (28-01-26)	59	24 / 2
Parlement européen (Printemps 2026)	?	?

- 1er vote au Parlement européen : seulement environ 50 % de voix favorables
- À l'heure actuelle, environ deux tiers des voix sont favorables
- Adoption du règlement au printemps 2026
- Entrée en vigueur en 2028

Opinions politiques : détachées du contenu ?

Tendances pour et contre la déréglementation des NGT

Politiciens : pour les NGT : partis conservateurs et libéraux / contre les NGT : partis de gauche et verts / partis de droite : jusqu'à présent sans position politique claire

Agriculteurs : pour les NGT : agriculteurs conventionnels / contre les NGT : agriculteurs biologiques

Chercheurs : plus de partisans que d'opposants (raison et intelligence ?)

Citoyens : plus d'opposants que de partisans (ignorance et peur ?)

« **Anticapitalistes et critiques du système** » : contre les NGT (idéologie ?)

Mais que révèlent ces tendances sur le fond du sujet ?

Nouvelles Techniques Génomiques - un sujet controversé

POUR

- La meilleure voie vers une agriculture durable : **technologie simple & meilleures variétés** (rendement optimisé, résistance au climat, indépendance vis-à-vis des pesticides)
- « Mutagenèse ciblée » de la NGT : **plus rapide, plus précise et plus sûre** que la « mutagenèse aléatoire » pratiquée auparavant.*

CONTRE

- NGT : nouvelle technologie, peu d'expérience à long terme : les variétés promises n'existent pas encore
- Une réglementation européenne obligatoire sans dérogation pour un produit inexistant
- NGT : encore plus de brevets sur le vivant, encore plus de concentration des semences comme propriété privée des multinationales.

*Modification de l'ADN des plantes par traitement avec des mutagènes (rayons radioactifs, rayons UV, produits chimiques...)

Nouvelles Techniques Génomiques - un sujet controversé

POUR

- Possibilités illimitées : possible d'«éditer » de manière optimale les plantes cultivées et de ne sélectionner que les meilleures caractéristiques
- Les NGT sont plus proches des processus naturels et des méthodes de sélection conventionnelles que des plantes transgéniques OGM : aucune évaluation des risques ni étiquetage nécessaires

CONTRE

- L'épigénétique, l'ADN non codant (« ADN poubelle »), les transposons et le transfert génétique horizontal : preuves que les êtres vivants ne fonctionnent pas comme un « jeu de construction génétique »
- 20 modifications génétiques dans une plante (NGT1) donnent des OVM (organismes vivants modifiés « qui possèdent une combinaison nouvelle de matériel génétique résultant de l'utilisation de la biotechnologie moderne » (Protocole de Carthagène)

Nouvelles Techniques Génomiques - un sujet controversé

POUR

"Les nouvelles techniques génomiques peuvent nous aider à faire plus avec moins. Le règlement nous permettra de développer de nouvelles variétés végétales plus résistantes au changement climatique et nécessitant moins d'engrais ou de pesticides. Nos agriculteurs et notre secteur agroalimentaire seront mieux armés pour innover et continuer à produire des denrées alimentaires saines et sûres pour nos citoyens."

Jacob Jensen, ministre danois de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche

CONTRE

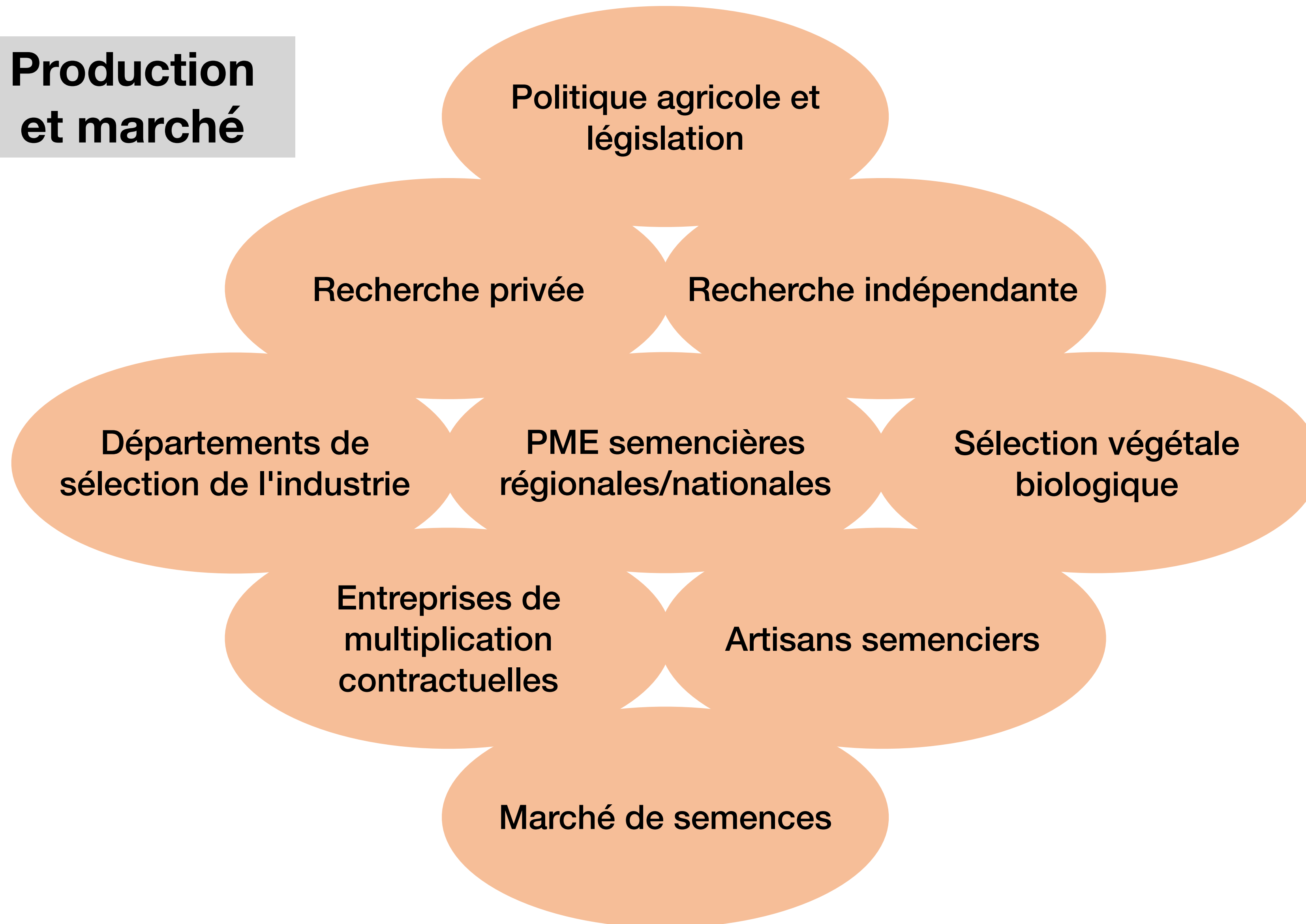
« Les bénéficiaires d'une déréglementation du génie génétique sont les entreprises biotechnologiques : elles misent sur le fait qu'elles pourront engranger des bénéfices considérables grâce aux redevances (c'est-à-dire aux droits d'utilisation) perçues pour la culture des variétés génétiquement modifiées. Pour cela, elles doivent faire breveter leurs variétés génétiquement modifiées, ce qu'elles feront, car c'est le modèle économique des plantes génétiquement modifiées. Les sélectionneurs de plantes qui ne peuvent pas payer ces redevances sont alors laissés pour compte, ce qui entraîne une concentration accrue du pouvoir dans le secteur des semences, une diminution des variétés adaptées aux conditions régionales et une perte de diversité. »

Martin Häusling, porte-parole du groupe Verts/ALE au Parlement européen

Déréglementation des NGT :
Aspects techniques et questions critiques

Acteurs impliqués - intérêts divergents ?

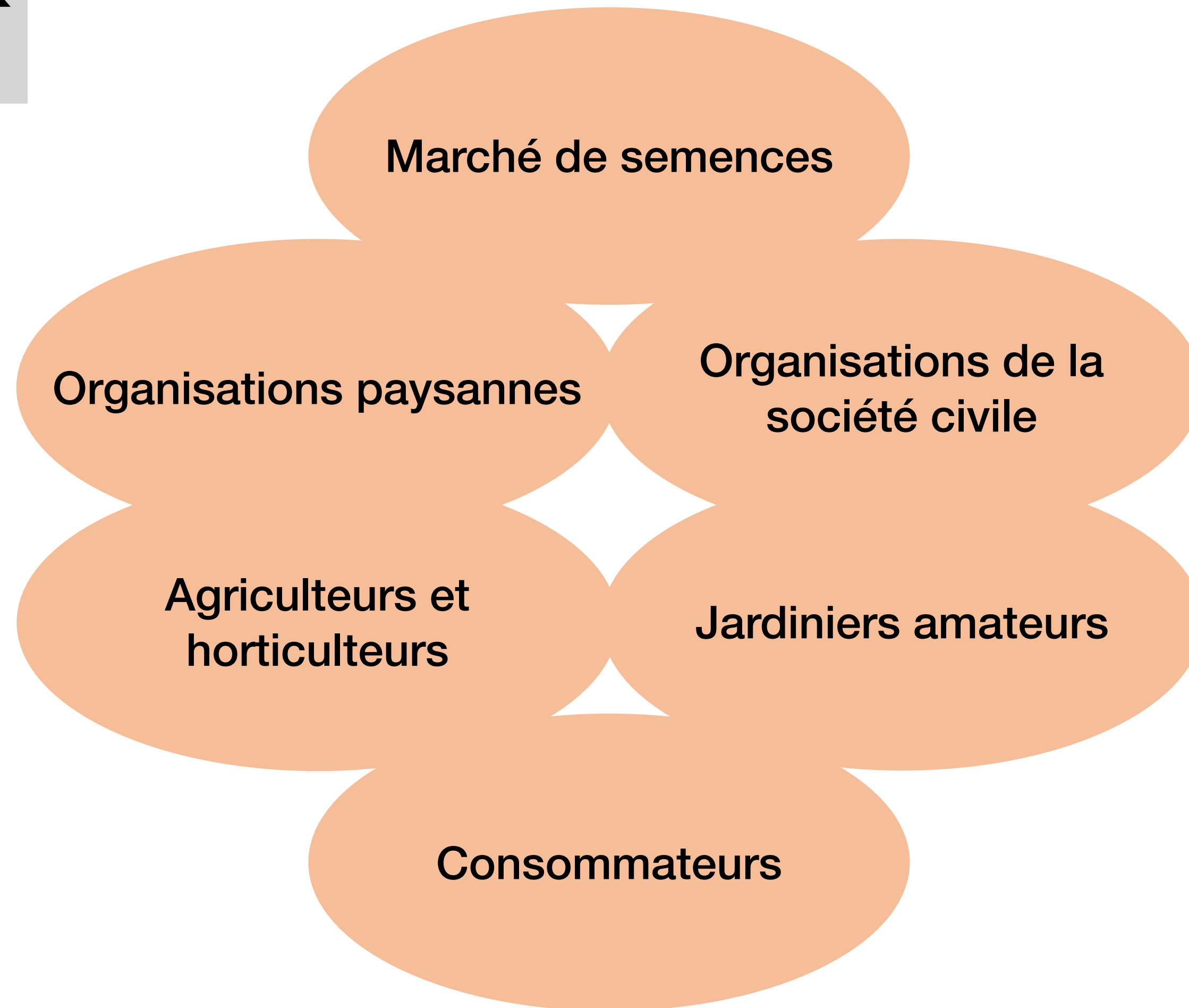
Production et marché



À y regarder de plus près, le domaine de la sélection végétale et de la production de semences est relativement diversifié sur le plan structurel et thématique en termes d'orientation, de fonctionnement et de perspectives d'avenir.

Acteurs impliqués - intérêts divergents ?

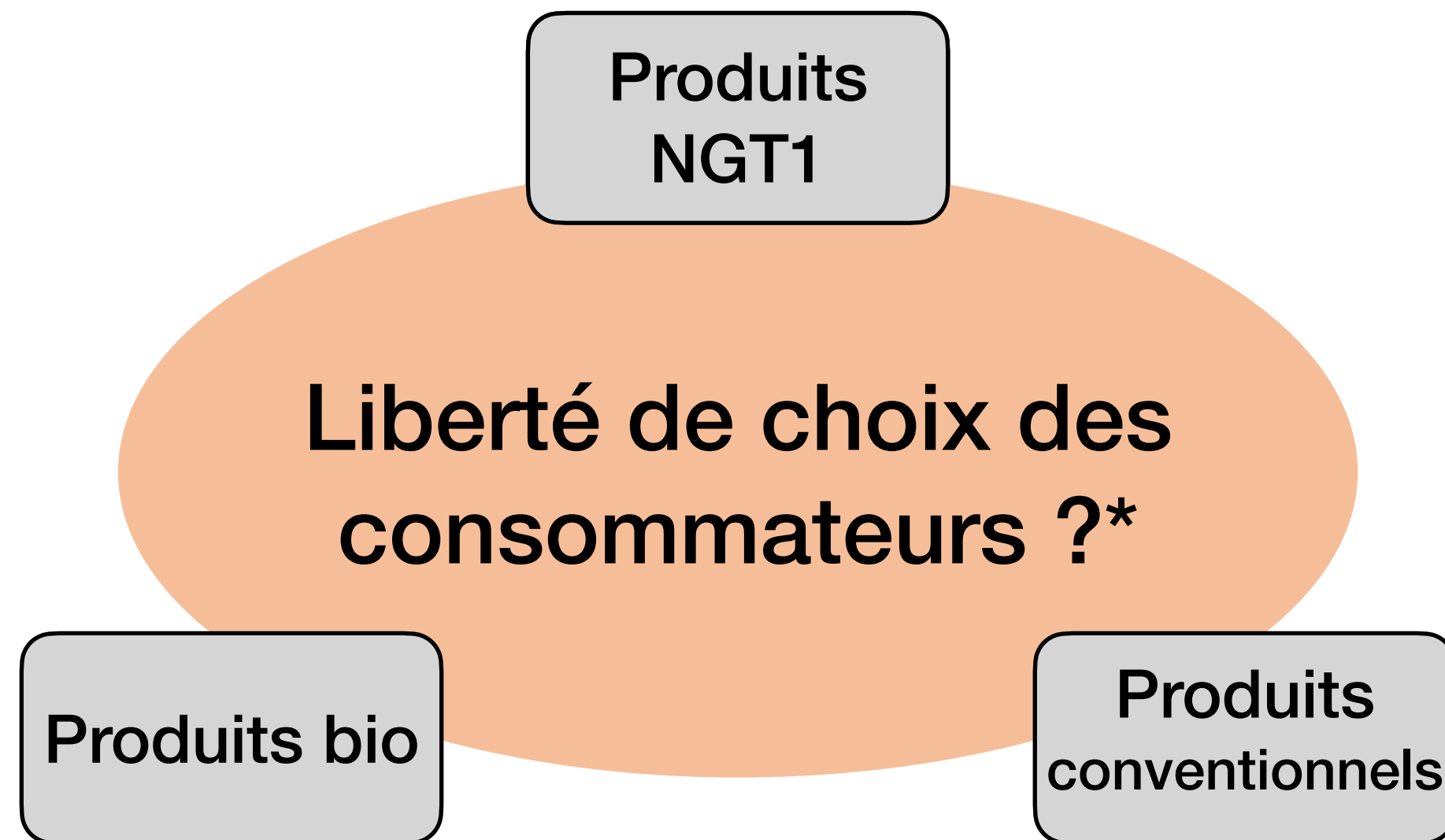
Utilisateurs & final users



Questions :

- Quelles semences veulent les agriculteurs et les jardiniers ?
- Quel rôle jouent les organisations agricoles et les jardiniers amateurs ?
- Les consommateurs, en tant qu'utilisateurs finaux, ont-ils la conscience et la liberté de choisir ?

NGT et Transparence des produits

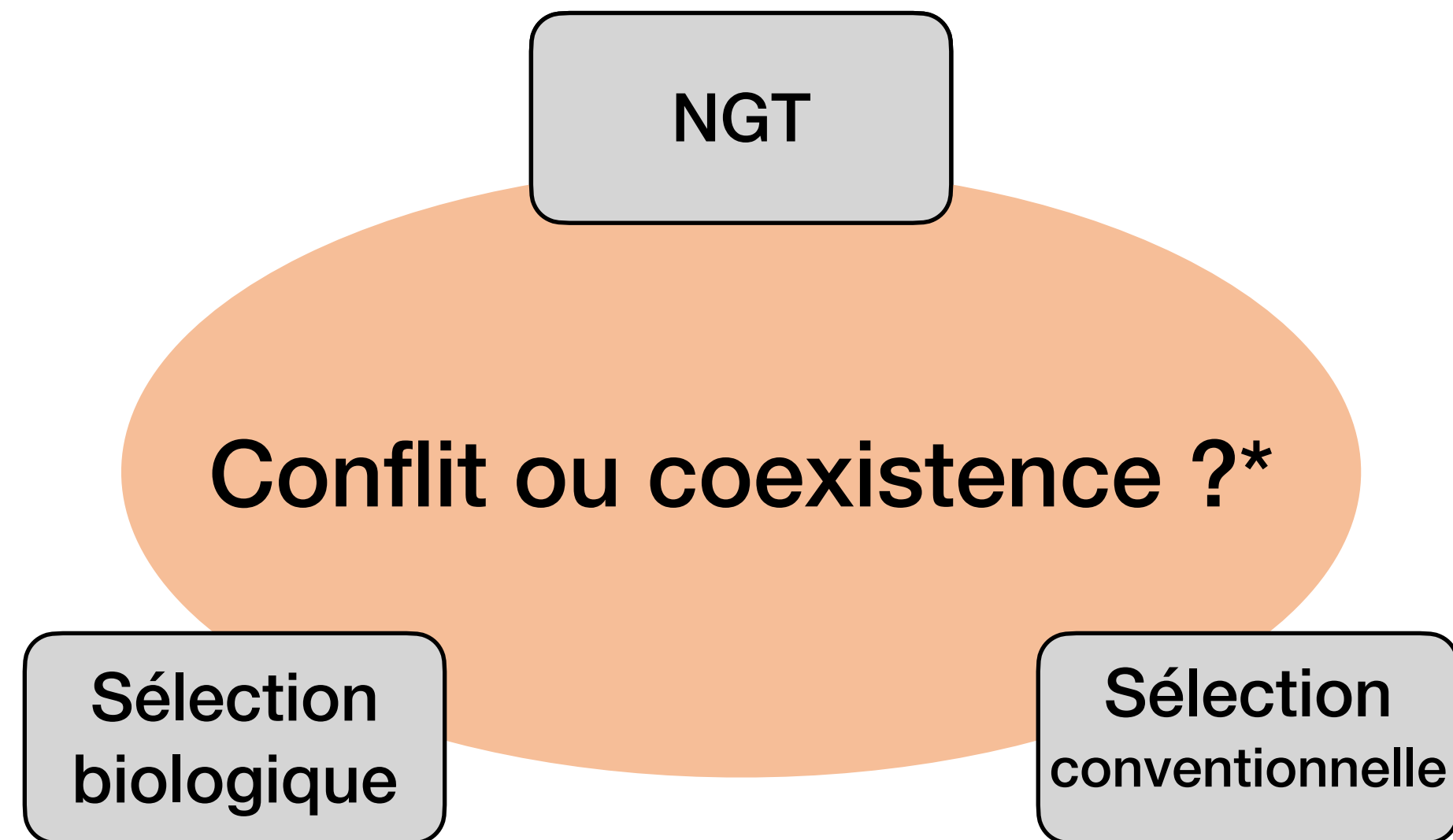


- Affirmation : « La réglementation NGT prévue porte atteinte au principe de transparence des produits. On n'a plus le libre choix lors de l'achat. »
- Contre-question : « La technologie NGT1 est équivalente, voire meilleure et plus sûre que la sélection végétale conventionnelle. Pourquoi alors un étiquetage des produits ? »

- Affirmation : « Le règlement NGT prévu sape le principe de précaution si les variétés NGT1 peuvent être commercialisées sans évaluation des risques. »
- Contre-question : « Pourquoi procéder à une évaluation des risques si les variétés NGT1 sont meilleures et plus sûres que les variétés issues de mutagenèse conventionnelle ou les variétés transgéniques OGM ? »

* Pas d'évaluation des risques liés aux variétés, pas d'étiquetage sur les emballages des denrées alimentaires. Seules les semences sont étiquetées, car l'agriculture biologique continue d'avoir le droit de renoncer à la biotechnologie.

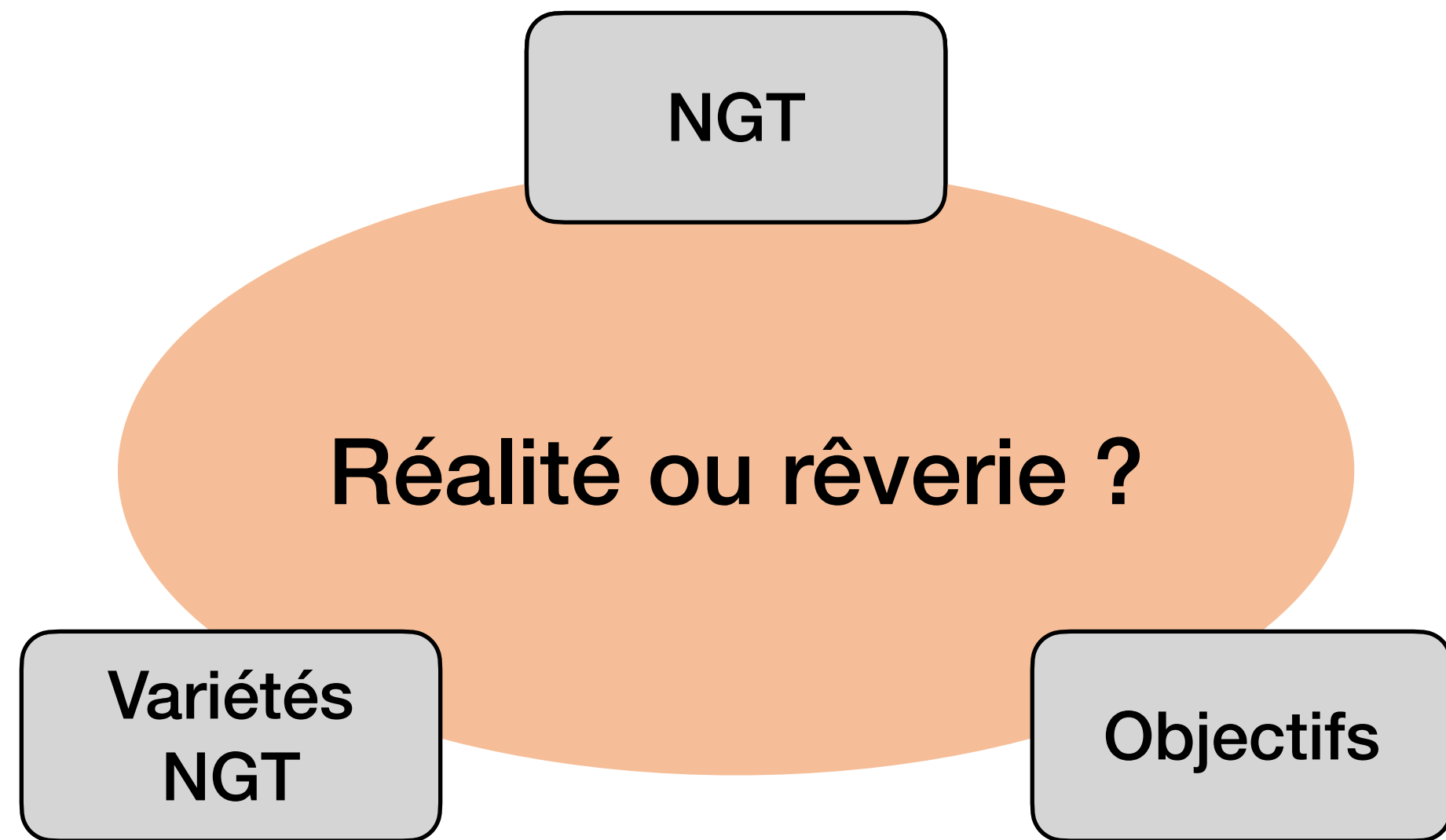
NGT et sélection végétale



- Affirmation : « Les TGN menacent la culture biologique en raison de la contamination par le pollen issu des biotechnologies. La pureté biologique ne peut plus être garantie. »
- Contre-question : « Oui, mais la culture par mutagenèse et la culture hybride ont également menacé la culture biologique par la contamination génétique. Quelle est la différence aujourd'hui ? »

* « Question de coexistence » : le pollen étranger peut être transporté d'une culture à l'autre par le vent et les insectes. Dans le cas particulier du maïs, l'agriculture biologique et la production de semences biologiques ne sont plus possibles depuis des décennies dans de nombreuses régions du monde. D'autres domaines présentant un risque de contamination génétique sont la récolte, le traitement, le conditionnement et le commerce des semences.

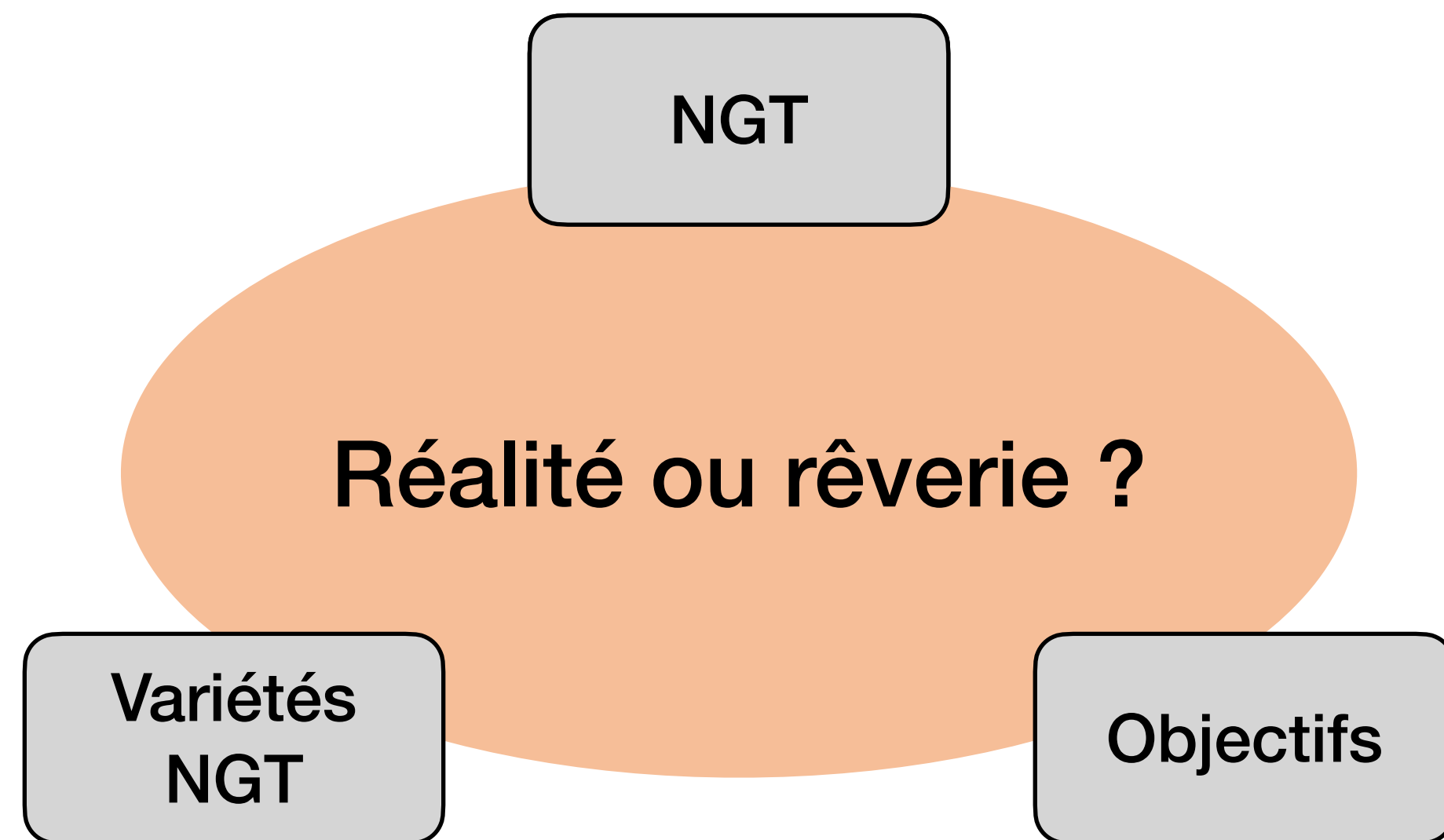
NGT et sélection végétale



- Affirmation : « Les NGT sont plus rapides, plus précises et plus sûres que les méthodes de mutagenèse traditionnelles. »
- Contre-question : Oui, mais seulement par rapport aux anciennes techniques de mutagenèse, n'est-ce pas ? Les essais sur le terrain réalisés jusqu'à présent avec les NGT sont-ils suffisants pour pouvoir établir des prévisions fiables sur la précision, la sécurité et surtout l'efficacité à long terme des variétés ?

- Affirmation : les NGT peuvent fournir des variétés à rendement plus élevé et améliorer la qualité alimentaire grâce à une teneur plus élevée en vitamines et en nutriments.
- Contre-question : des rendements plus élevés sur la même surface n'entraînent-ils pas nécessairement un besoin accru en engrais ? Les plantes alimentaires améliorées synthétiquement sont-elles aussi saines que celles cultivées naturellement ? Existe-t-il des informations concrètes à ce sujet ?

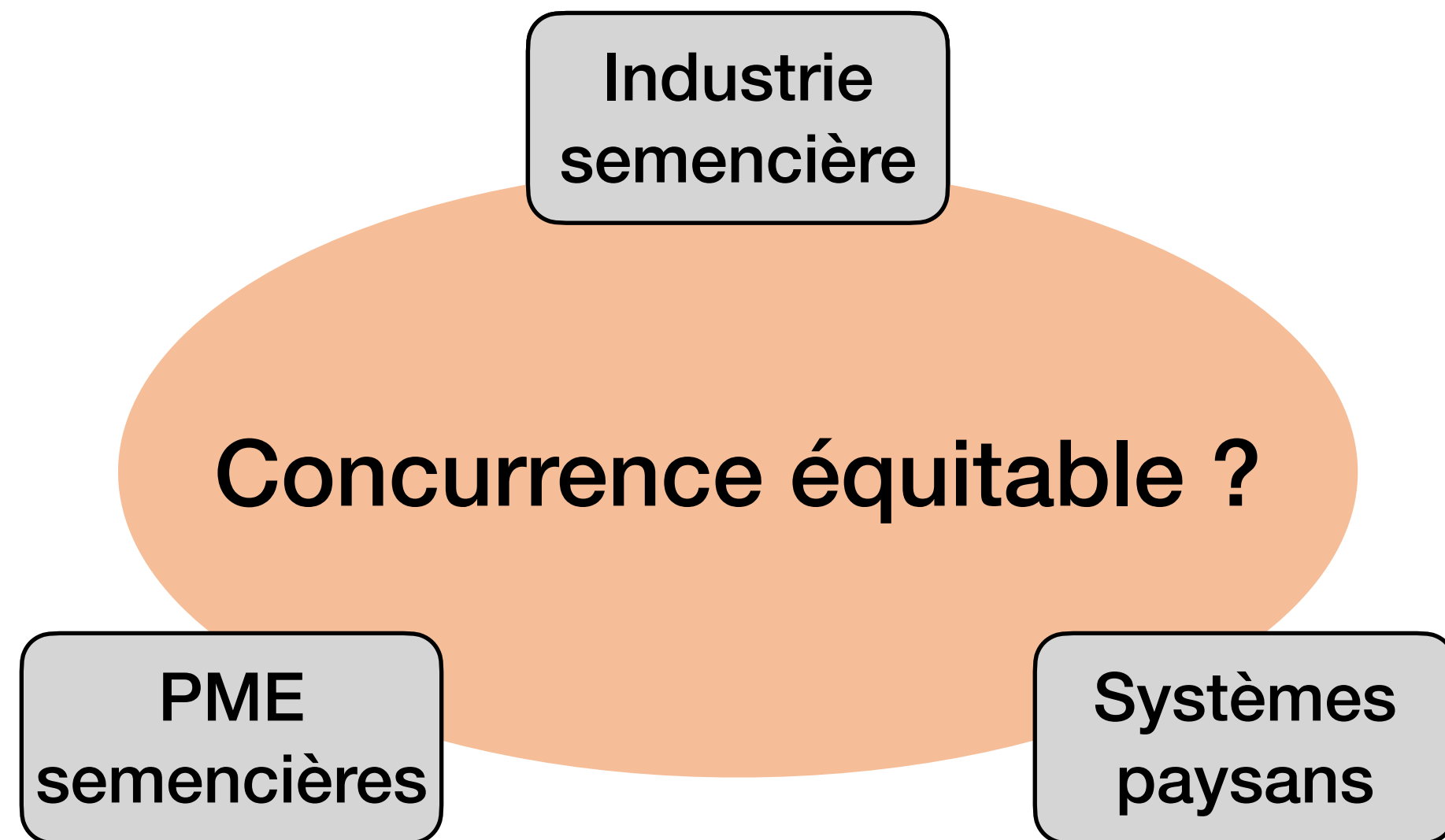
NGT et sélection végétale



- **Objectifs NGT** : variétés résistantes au climat et indépendantes des pesticides pour lutter contre le changement climatique et réduire l'utilisation des pesticides
- **Problème** : la résistance des plantes est polygénique*. Les propriétés polygéniques ne peuvent pas être synthétisées en laboratoire, car elles résultent d'interactions épigénétiques entre les plantes et leur environnement.
- Les NGT ne peuvent pas (encore) produire les variétés qui font l'objet du règlement prévu.

* Caractère polygénique : de nombreux gènes sont impliqués dans ce caractère ; la robustesse générale est polygénique, les résistances spécifiques sont monogéniques.

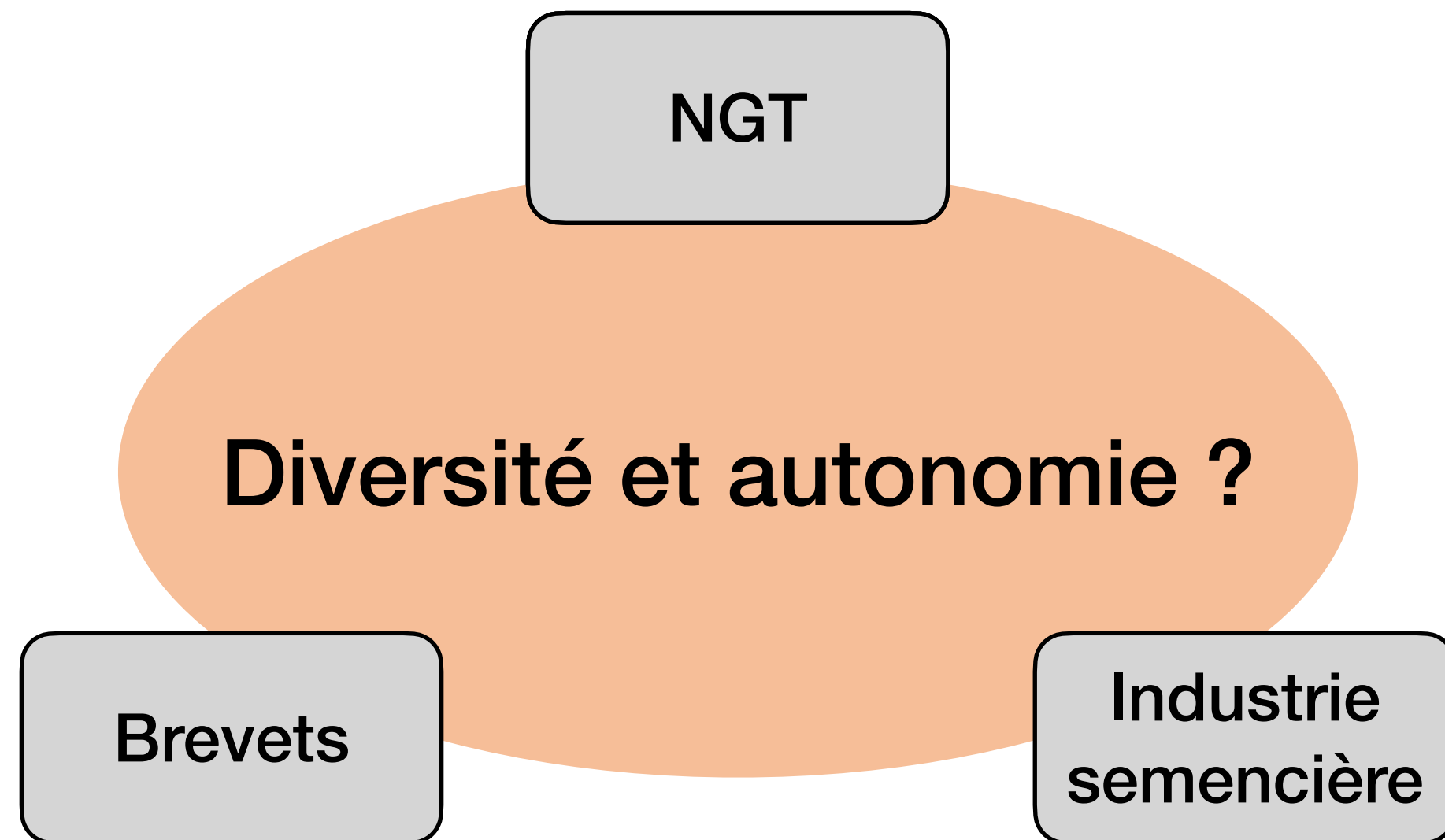
NGT et concurrence



- Un thème central du règlement NGT : **l'égalité des chances dans la concurrence**
- Question : où la concurrence s'exerce-t-elle ?
- Entre les grandes entreprises qui produisent des plantes NGT ?
- Entre les nations qui encouragent légalement cette technologie ?
- Entre l'industrie semencière, les entreprises semencières moyennes et les systèmes semenciers paysans ?

- Les nations sont contraintes d'agir pour ne pas être « doublées » par leurs concurrentes.
- Dans quels domaines les nations ont-elles des avantages à promouvoir les NGT par voie législative ? Dans la recherche végétale ? Dans la sélection végétale ? Dans la production de semences ? Dans la production et l'exportation alimentaires ?

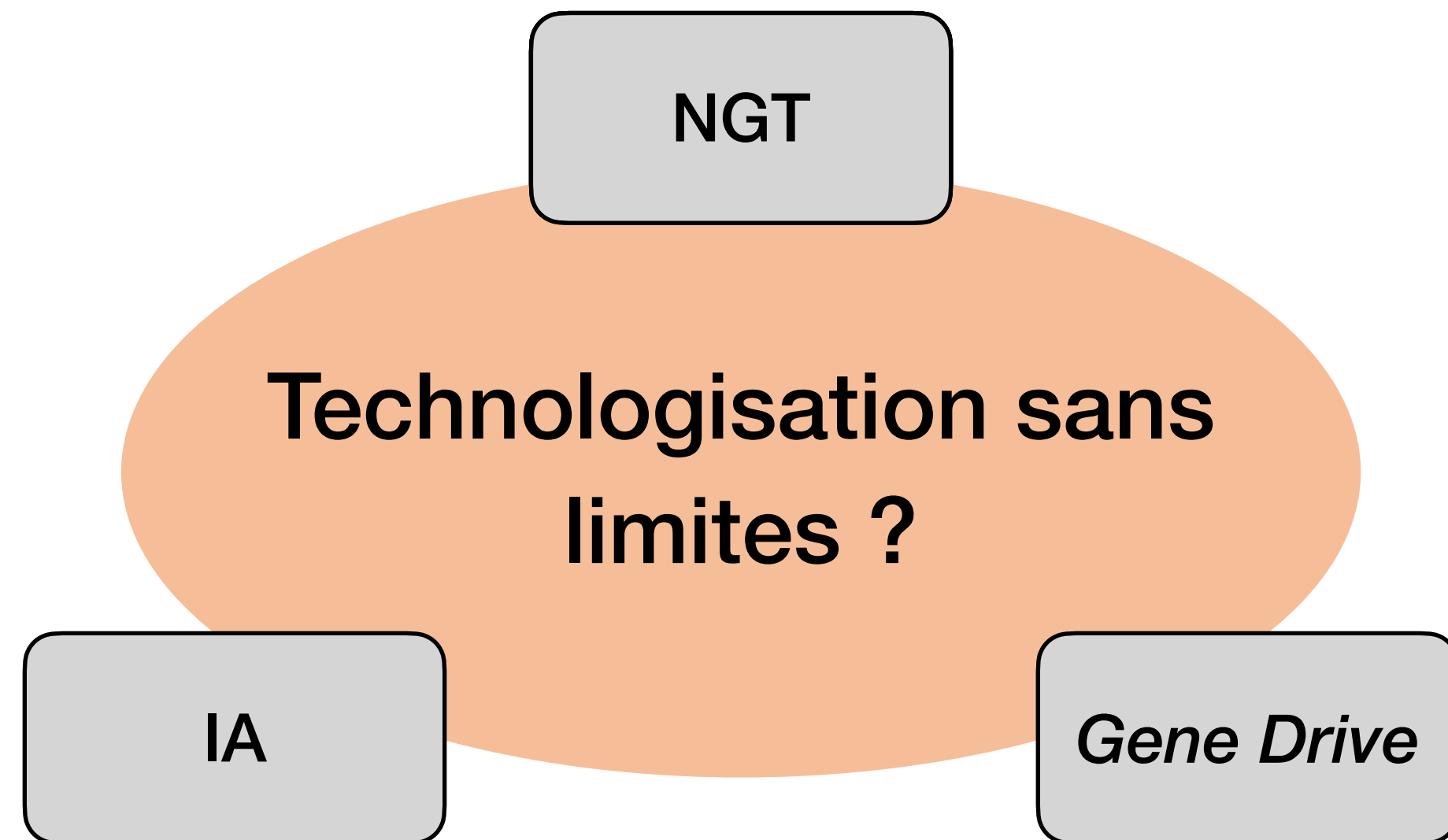
NGT et privatisation des semences



- Industrie => centralisation, standardisation, privatisation des semences
- Brevets => interdiction de reproduire les semences, licences pour l'utilisation à des fins de sélection
- Problèmes :
 - de plus en plus de brevets sur les gènes naturels
 - de plus en plus de variétés hybrides non reproductibles
 - de plus en plus de gènes « réservés » dans les pools génétiques de l'industrie
 - de moins en moins de diversité génétique au sein des variétés et entre elles

- Résultat : la diversité des semences et la souveraineté alimentaire des régions continuent de diminuer, tandis que la dépendance à l'égard d'une industrie centralisée s'accroît.

NGT et évolution systémique



- Technologies NGT : « relativement faciles » à utiliser : introduction et utilisation possibles même dans les pays non industrialisés au niveau national, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire des régions.
- Question : perspective réaliste compte tenu de l'avance technique et de la position sur le marché des multinationales semencières et phytosanitaires ?

- Développements futurs :
 - Couplage entre HGT et IA (nécessite des moyens financiers et un savoir-faire appropriés)
 - *Gene drive* : accélération de la propagation des gènes (prochain défi : que se passe-t-il en cas de dissémination ciblée de gènes dans les écosystèmes naturels ?)

Alternatives à la sélection biotechnologique

Sélection végétale : l'approche écosystémique

Lumière du soleil

Nusibles

Maladies

Adventices

Vie du sol

Humus

Eau

O₂ / CO₂

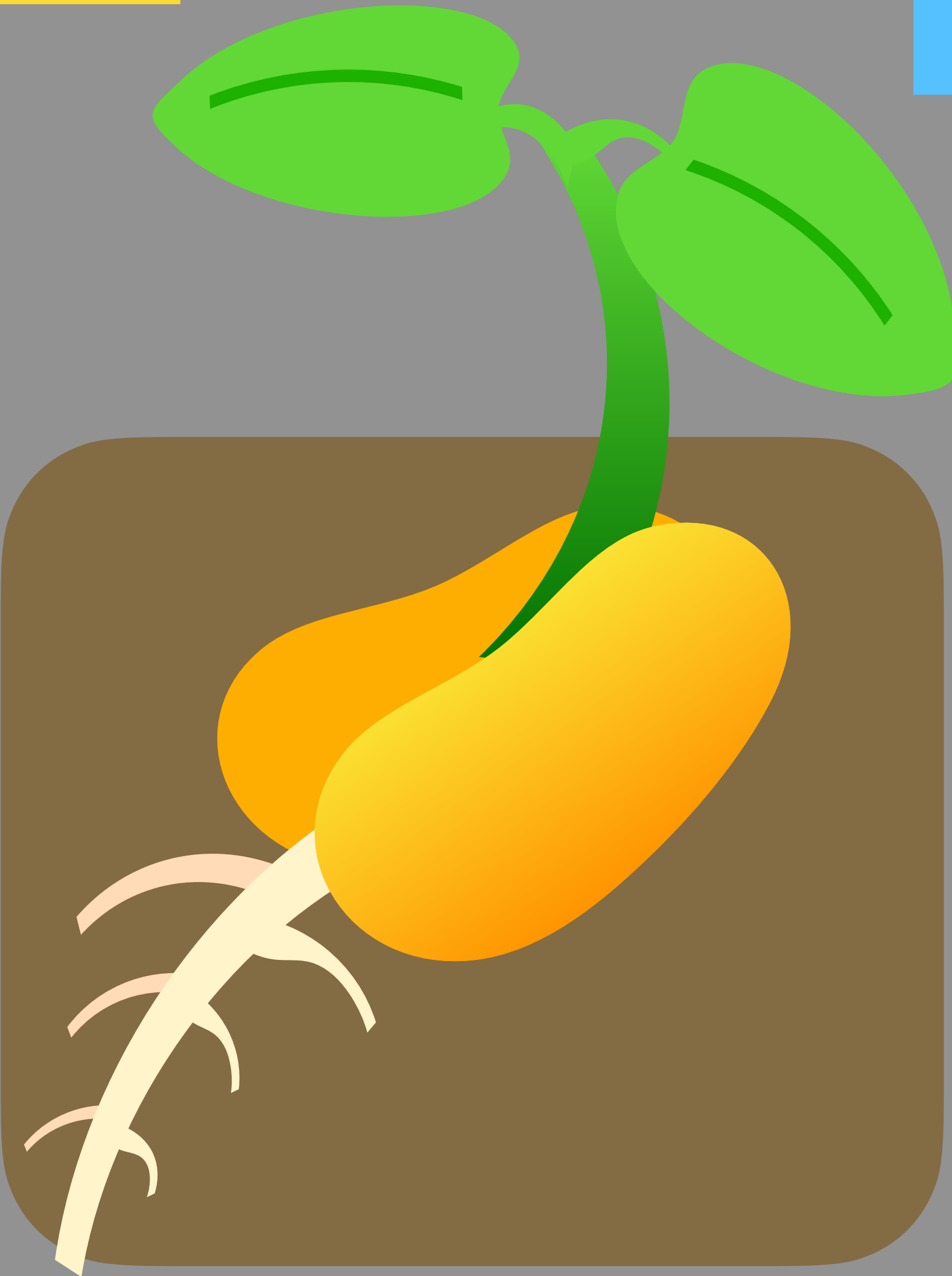
Climat

Modes agricoles

Qualité du sol

Éléments nutritifs

Les plantes
développent, en
interaction avec
leur
environnement,
des
**mécanismes
épigénétiques**
qui constituent
la base de leur
**robustesse
naturelle**



Sélection végétale : l'approche écosystémique

- **Approche écosystémique = sélection et multiplication des semences *on-farm***
- Les mécanismes épigénétiques sont transmis d'une génération de plantes à l'autre par la multiplication des semences à la ferme
- Il en résulte des **caractéristiques polygéniques** durables mais évolutives telles que la **résistance au stress climatique, aux maladies et aux ravageurs**
- Ces caractéristiques évoluent constamment en fonction des changements des conditions environnementales, au cours de la saison et au fil des ans : **processus évolutifs**
- Question : la sélection végétale biologique (sans pesticides) et une grande diversité de variétés régionales, à partir desquelles les agriculteurs peuvent à nouveau obtenir leurs propres semences (autonomie semencière des régions), constituent-elles **la meilleure voie vers une agriculture durable ou une utopie ?**

Perspectives : questions ouvertes

Compte tenu de la déréglementation imminente des variétés NGT1 en Europe, les questions suivantes se posent notamment pour l'avenir :

- À quelle vitesse les variétés NGT1 se répandront-elles en Europe après l'entrée en vigueur du règlement ?
- Comment l'agriculture biologique peut-elle se protéger contre la contamination génétique par les plantes NGT1 ?
- Que peuvent faire les consommateurs s'ils ne veulent pas consommer d'aliments NGT ?
- Comment la diversité génétique évolutive de nos plantes alimentaires peut-elle être garantie à long terme par des variétés universelles privatisées ?
- Les systèmes semenciers régionaux diversifiés pourront-ils un jour coopérer avec l'industrie semencière ?