

Approches systémiques de la nutrition minérale des plantes en biologie et en agronomie

Séance organisée par :

Jean-François Briat et Gilles Lemaire (section 5)

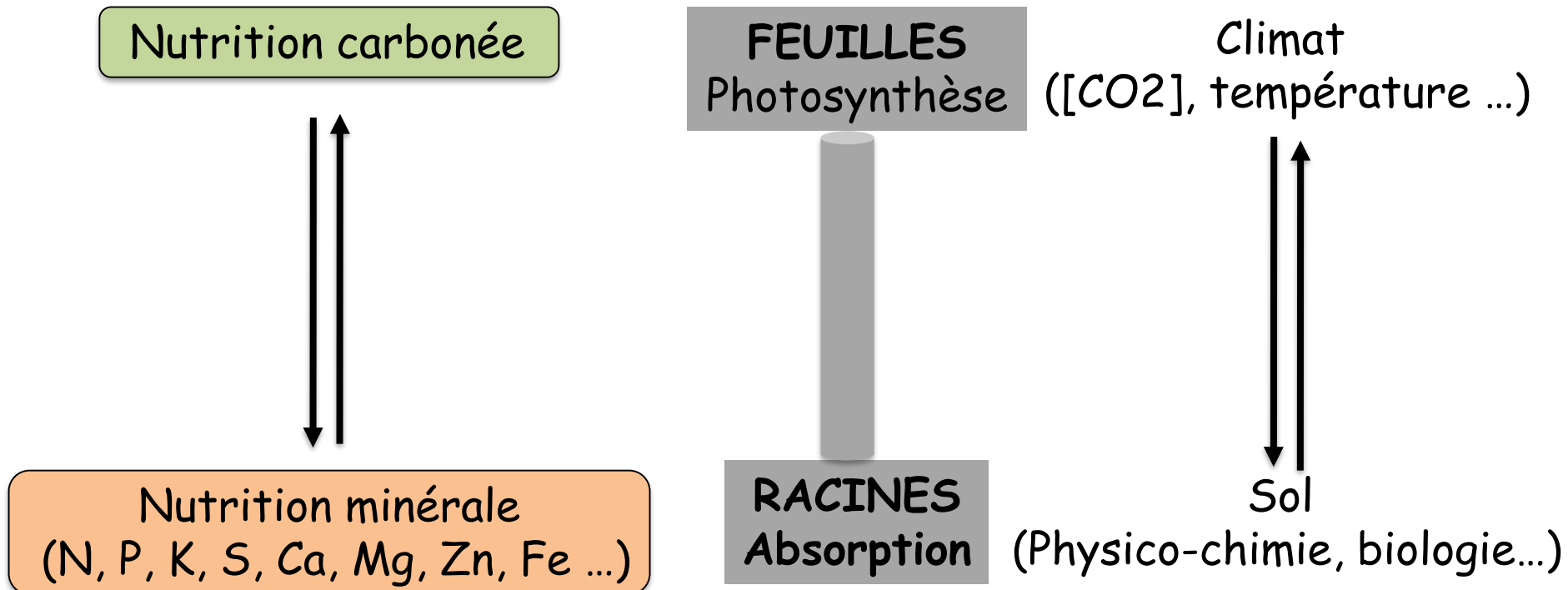
Jean-François Morot-Gaudry (section 6)

10 avril 2019

CONTEXTE DE LA SÉANCE

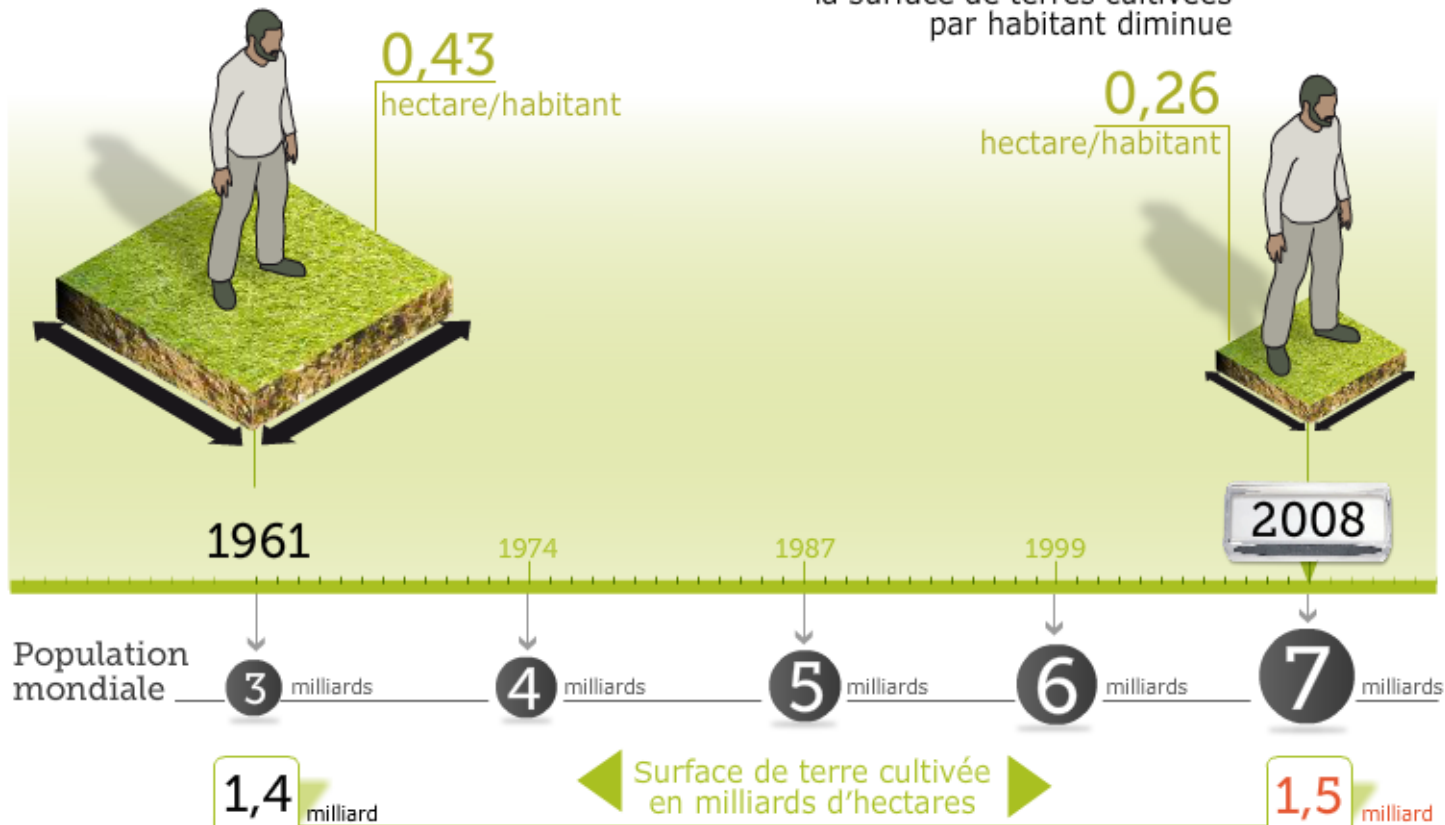
Deux aspects des Productions Végétales

- 1) Le rendement = **Production biomasse**
- 1) La qualité des Produits végétaux = sanitaire , **nutritionnelle**



Deux fois moins de surface cultivée par habitant en 50 ans

Quand la population mondiale augmente,
la surface de terres cultivées
par habitant diminue



Source : http://www.lefigaro.fr/assets/flash/production_agricole/production_agricole_monde.swf

Tendance inchangée ces dix dernières et pour les 30 ans à venir

Exemple du riz :

selon l'IFPRI (<https://www.ifpri.org/publication/climate-change-impact-agriculture-and-costs-adaptation>) d'ici 2050 :

- augmentation des prix du riz d'environ 35%,
- diminution des rendements de 15 %

Selon la FAO

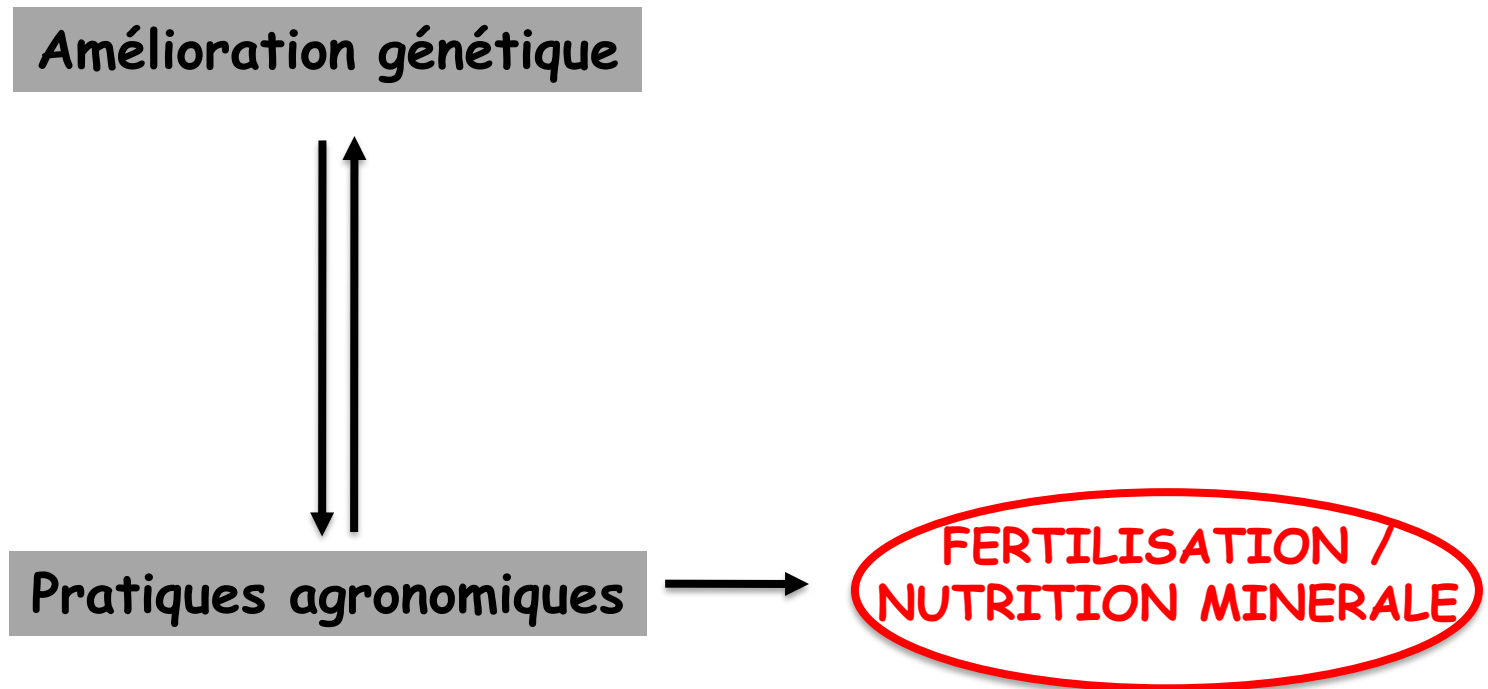
- stock mondial n'est que de 3 mois,
 - nécessité de produire 700 millions de tonnes de plus d'ici **2030**
- = doubler la production actuelle !**



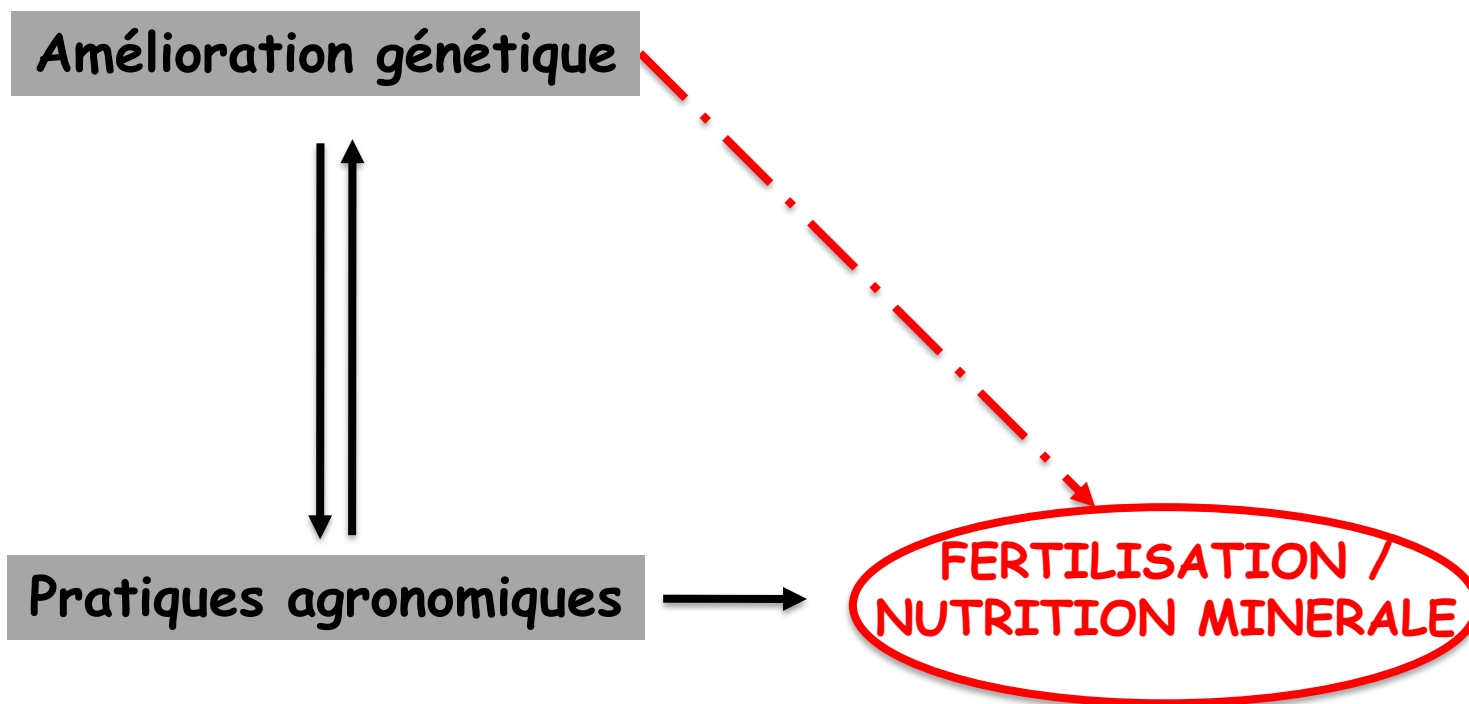
Produire plus sur moins de terres
cultivables, avec moins d'intrants pour
un meilleur respect de l'environnement

Immense défi !!! ... qui suppose ...

Une optimisation des Productions Végétales



Une optimisation des Productions Végétales



HISTORIQUE DE LA FERTILISATION DES PLANTES

Fertilisation basée sur notion de facteur limitant

- La loi du minimum = loi des facteurs limitants
= un des principes fondateurs les plus importants de l'agronomie

- Énoncée en 1828 par **Carl Sprengel** puis adaptée et popularisée par **Liebig** vers 1850.

- le rendement d'une culture limité par celui des éléments fertilisants qui le premier manque (soit N, ou P, K, Mg, etc.)

- convient de compenser le manque par un apport, sous forme d'engrais minéral, complétant le ou les éléments en quantité insuffisante.



Évolution de la loi du minimum

- Au fil du temps constat que la **loi du minimum** n'est pas applicable à toutes les situations
- Complétée en 1895 par la **loi de l'optimum** de **Georg Liebscher** : les plantes utilisent l'élément de croissance présent en quantité minimale pour leur croissance d'une façon d'autant plus efficace que les autres éléments sont présents dans des proportions optimales.
- En 1909, **Eilhard Alfred Mitscherlich** : **loi du minimum et loi de la diminution des rendements des sols** = chaque facteur de croissance peut avec son intensité propre (**facteur d'efficacité**) contribuer à augmenter le rendement. Toutefois, compte tenu du fait qu'on s'approche de la limite du rendement maximal, le gain supplémentaire de rendement est, par comparaison, nettement plus réduit.

OBJECTIFS DE LA SÉANCE

- Lois du minimum et de l'optimum contribué à **une sur-fertilisation généralisée des cultures** du fait d'un « pronostic » du besoin des cultures dont le degré élevé d'incertitude a amené les agriculteurs à apporter « trop » d'engrais pour être certain d'en avoir « assez »
- Approche actuelle plus dynamique, basée sur **le concept de « dilution »** permettant :
 - + une analyse plus mécaniste de l'efficience d'utilisation par les cultures (« diagnostic » plutôt que « pronostic »)
 - + de montrer que cette efficience varie en premier lieu avec la capacité d'accumulation de biomasse par les cultures



Une approche dynamique de la nutrition minérale des plantes pour une fertilisation durable des cultures
Gilles Lemaire, section 5

Parallèlement à ces évolutions agronomiques: avancées majeures des connaissances de la **Biologie de la Nutrition des Plantes**

- Caractérisation moléculaire et cellulaire des transporteurs de N, P, K, S, Fe, Mn ...
- Intégration de leurs fonctions dans la plante entière
- Caractérisation des régulations :
 - + de leur activité
 - + de l'expression des gènes qui les codent

Plus récemment :

- mise en évidence du contrôle de transporteurs par
 - + la disponibilité externe en N
 - + par la signalisation systémique de la demande en N de la plante entière

→ compréhension

- + de l'efficacité de l'absorption de N pilotée par la croissance de la plante, via un dialogue feuilles-racines.
- + le contrôle de la croissance par l'offre du sol en N



Physiologie moléculaire de la nutrition azotée des plantes :
quels liens entre mécanismes moléculaires et approches
agronomiques ?

Alain Gojon, INRA, Montpellier.

D'autre part :

- interaction entre les homéostasies des nutriments = règle générale plutôt qu'une exception
- réponses des plantes à des stress nutritionnels multiples ne se résument pas à la simple addition des réponses aux stress individuels.

→ étude de l'effet de stress combinés sur la croissance des plantes = caractérisation «propriété émergente»

→ mise en évidence de mécanismes pour maintenir les rapports stœchiométriques entre éléments minéraux.



Vers une compréhension de la signalisation nutritionnelle
combinée chez les plantes

Hatem Rouached, INRA, Montpellier.

Discussion avec la salle

Conclusions

par **Jean-François Morot Gaudry (section 6)**