P, As et Si en culture de céréales : éléments minéraux désirés ou indésirables

Agronomie – Chimie : je t'aime, moi non plus ?

Guilhem Bourrié[1]

[1]Académie d'Agriculture de France, Paris,

Séance du 17 juin 2026

Agronomie, chimie : une alliance féconde

La « Chimie appliquée à l'agriculture » de Chaptal (1829) : une alliance scientifique entre l'agriculture et la chimie de Lavoisier, avec la découverte des éléments chimiques, jusqu'à Liebig et Marcelin Berthelot.

Voir la séance du 15 décembre 2021 (AEHA / AAF).

Mais la chimie a une ambition démesurée

Chaptal : « *Le chimiste peut, à son gré, [...] produire des résultats que la nature [...] ne produit pas.* »

Marcelin Berthelot : « *La chimie crée son objet.* »

Jean-Marie Lehn : « *L'essence de la chimie n'est pas seulement de découvrir mais d'inventer et, par dessus tout, de créer.* »

Ce faisant, le chimiste s'arroge un privilège divin. C'est peut-être là la racine du rejet du « chimique » par opposition au « naturel ».

De la subsistance à l'abondance

Des priorités :

- une priorité, augmenter la production ;
- lever l'un après l'autre les facteurs limitants, selon la « loi » de Liebig.

Des résultats :

- la production a augmenté ;
- le coût de l'alimentation a baissé ;
- l'espérance de vie a augmenté.

De la subsistance à l'abondance

Des priorités :

- une priorité, augmenter la production ;
- lever l'un après l'autre les facteurs limitants, selon la « loi » de Liebig.

Des résultats :

- la production a augmenté ;
- le coût de l'alimentation a baissé ;
- l'espérance de vie a augmenté.

De la subsistance à l'abondance

Des priorités :

- une priorité, augmenter la production ;
- lever l'un après l'autre les facteurs limitants, selon la « loi » de Liebig.

Des résultats :

- la production a augmenté ;
- le coût de l'alimentation a baissé ;
- l'espérance de vie a augmenté.

De la subsistance à l'abondance

Des priorités :

- une priorité, augmenter la production ;
- lever l'un après l'autre les facteurs limitants, selon la « loi » de Liebig.

Des résultats :

- la production a augmenté ;
- le coût de l'alimentation a baissé ;
- l'espérance de vie a augmenté.

De la subsistance à l'abondance

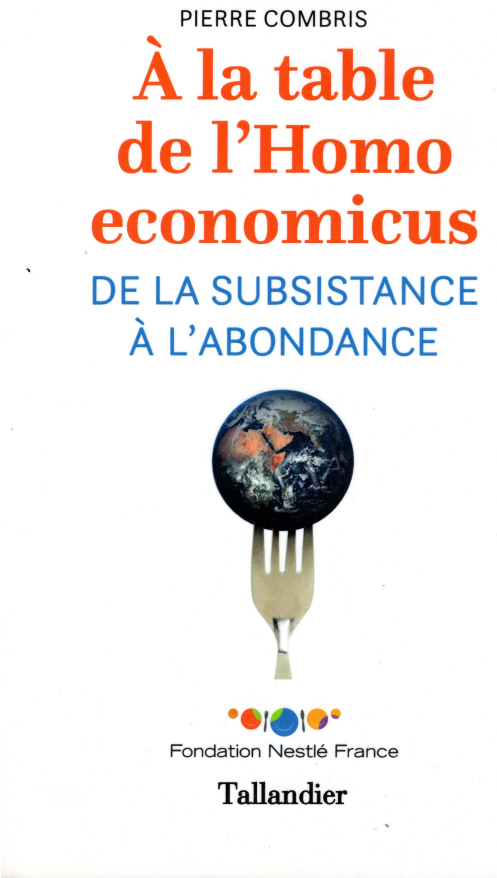
Des priorités :

- une priorité, augmenter la production ;
- lever l'un après l'autre les facteurs limitants, selon la « loi » de Liebig.

Des résultats :

- la production a augmenté ;
- le coût de l'alimentation a baissé ;
- l'espérance de vie a augmenté.

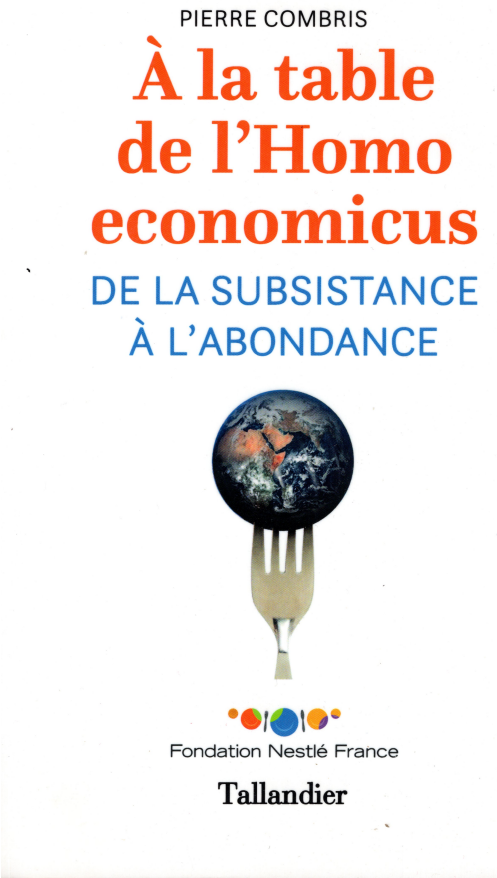
Au prix



1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Au prix



1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

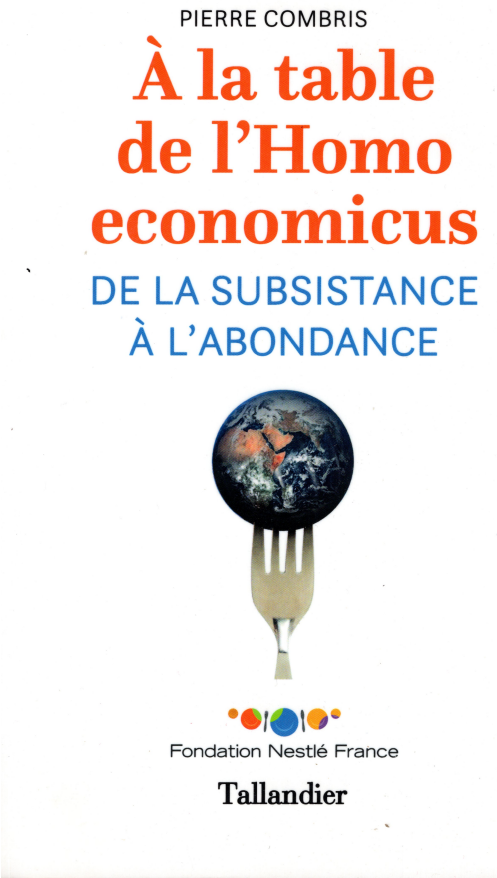
Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Au prix

1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Au prix



1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

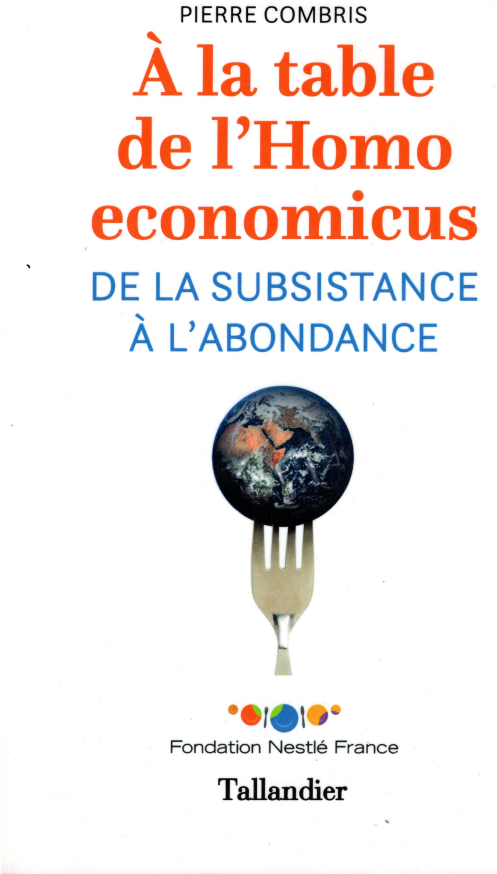
Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Au prix

1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Au prix



1. de l'utilisation d'énergies fossiles ;
2. du tassement et de l'érosion des sols ;
3. de la dégradation de la qualité de l'eau et de l'air ;
4. de la dégradation des habitats par simplification et emploi de pesticides ;
5. de problèmes d'obésité et autres affections.

Ce qui nous amène au Rapport de Jacques Poly (Gros, Jacob et Royer, Sciences de la vie et société, 1979).

Pour un nouvelle alliance entre (biogéo)chimie et agronomie

1. rompre avec la « loi » du facteur limitant (voir la séance du 10 avril 2019 : la demande de la plante n'est pas indépendante de l'offre du sol et les demandes des différents éléments ne sont pas indépendantes ;
2. sortir du « ghetto » NPK ;
3. élargir la focale aux éléments mineurs et traces et raisonner en termes de système réactionnel ; c'est ce que montrent Claude Plassard et Lucien Stolze : la compétition P / As est influencée par le potentiel rédox et l'écoulement des fluides ;
4. considérer la spéciation, le silicium puisé dans la solution du sol est restitué sous forme de phytolithes (opale), biodisponible, mais s'il est exporté, comme le montrent Bruno Delvaux et Jean-Dominique Meunier, bien qu'abondant, il peut venir à manquer ;
5. l'agrofourniture doit donc adapter ses stratégies finement aux plantes et au milieu.

Pour un nouvelle alliance entre (biogéo)chimie et agronomie

1. rompre avec la « loi » du facteur limitant (voir la séance du 10 avril 2019 : la demande de la plante n'est pas indépendante de l'offre du sol et les demandes des différents éléments ne sont pas indépendantes ;
2. sortir du « ghetto » NPK ;
3. élargir la focale aux éléments mineurs et traces et raisonner en termes de système réactionnel ; c'est ce que montrent Claude Plassard et Lucien Stolze : la compétition P / As est influencée par le potentiel rédox et l'écoulement des fluides ;
4. considérer la spéciation, le silicium puisé dans la solution du sol est restitué sous forme de phytolithes (opale), biodisponible, mais s'il est exporté, comme le montrent Bruno Delvaux et Jean-Dominique Meunier, bien qu'abondant, il peut venir à manquer ;
5. l'agrofourniture doit donc adapter ses stratégies finement aux plantes et au milieu.

Pour un nouvelle alliance entre (biogéo)chimie et agronomie

1. rompre avec la « loi » du facteur limitant (voir la séance du 10 avril 2019 : la demande de la plante n'est pas indépendante de l'offre du sol et les demandes des différents éléments ne sont pas indépendantes ;
2. sortir du « ghetto » NPK ;
3. élargir la focale aux éléments mineurs et traces et raisonner en termes de système réactionnel ; c'est ce que montrent Claude Plassard et Lucien Stolze : la compétition P / As est influencée par le potentiel rédox et l'écoulement des fluides ;
4. considérer la spéciation, le silicium puisé dans la solution du sol est restitué sous forme de phytolithes (opale), biodisponible, mais s'il est exporté, comme le montrent Bruno Delvaux et Jean-Dominique Meunier, bien qu'abondant, il peut venir à manquer ;
5. l'agrofourniture doit donc adapter ses stratégies finement aux plantes et au milieu.

Pour un nouvelle alliance entre (biogéo)chimie et agronomie

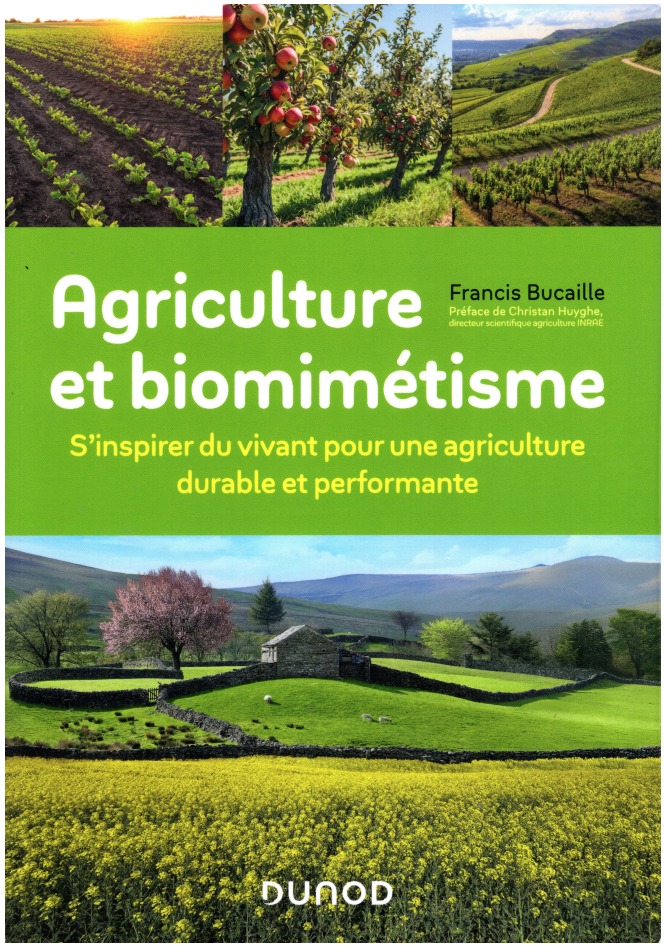
1. rompre avec la « loi » du facteur limitant (voir la séance du 10 avril 2019 : la demande de la plante n'est pas indépendante de l'offre du sol et les demandes des différents éléments ne sont pas indépendantes ;
2. sortir du « ghetto » NPK ;
3. élargir la focale aux éléments mineurs et traces et raisonner en termes de système réactionnel ; c'est ce que montrent Claude Plassard et Lucien Stolze : la compétition P / As est influencée par le potentiel rédox et l'écoulement des fluides ;
4. considérer la spéciation, le silicium puisé dans la solution du sol est restitué sous forme de phytolithes (opale), biodisponible, mais s'il est exporté, comme le montrent Bruno Delvaux et Jean-Dominique Meunier, bien qu'abondant, il peut venir à manquer ;
5. l'agrofourniture doit donc adapter ses stratégies finement aux plantes et au milieu.

Pour un nouvelle alliance entre (biogéo)chimie et agronomie

1. rompre avec la « loi » du facteur limitant (voir la séance du 10 avril 2019 : la demande de la plante n'est pas indépendante de l'offre du sol et les demandes des différents éléments ne sont pas indépendantes ;
2. sortir du « ghetto » NPK ;
3. élargir la focale aux éléments mineurs et traces et raisonner en termes de système réactionnel ; c'est ce que montrent Claude Plassard et Lucien Stolze : la compétition P / As est influencée par le potentiel rédox et l'écoulement des fluides ;
4. considérer la spéciation, le silicium puisé dans la solution du sol est restitué sous forme de phytolithes (opale), biodisponible, mais s'il est exporté, comme le montrent Bruno Delvaux et Jean-Dominique Meunier, bien qu'abondant, il peut venir à manquer ;
5. l'agrofourniture doit donc adapter ses stratégies finement aux plantes et au milieu.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

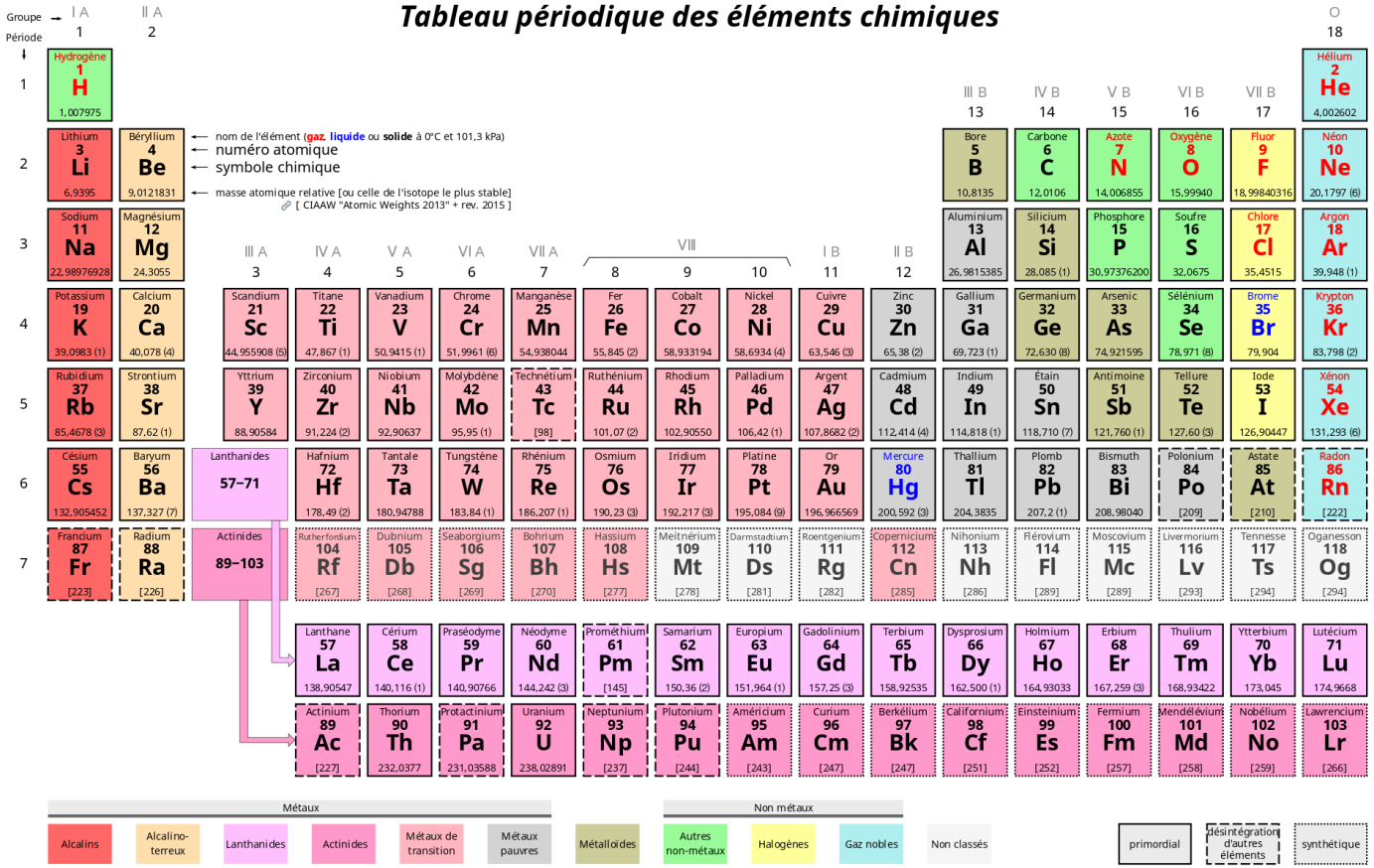
Les informations sur les mécanismes sont données par les mineurs et traces et leurs isotopes



Selon Francis Bucaille (2025), le matériel végétal présente des ratios molaires C :N :P :S quasiment constants de 100 :1 :0.1 :0.1.

Donc l'information (et le diable) est dans les détails, mineurs et traces, métalliques, métalloïdes, non métaux.

Ne pas négliger la dimension évolutive dans la sélection naturelle des éléments chimiques



Certains phylums ont choisi certains éléments. Voir la séance suivante sur le métalloïde B et le non métal S dans les cultures de colza.

Merci pour votre attention

Un exemple de co-évolution entre l'absorption de silice par les herbacées et la croissance continue des dents des herbivores.