



Lancement de campagne 2023 Fertilisation du tournesol

21 et 22 juin 2023 – Anamso

Quentin Lambert - Terres Inovia
Contributeurs : Luc Champolivier, Cécile Le Gall



Vos contacts

A map of France is divided into numerous small, irregular regions, each shaded in a different color from a palette of browns, yellows, and greens. Lines connect specific regions to small portrait photos of individuals. Each photo is accompanied by the person's name, their location (city and department number), and their email address. The contacts are distributed across the country, with a concentration in the western and central parts.

Nicolas LATRAYE
ESTREES-MONS (80)
n.latraye@terresinovia.fr

Jean LIEVEN
GRIGNON (78)
j.lieven@terresinovia.fr

Julien CHARBONNAUD
ARDON (45)
j.charbonnaud@terresinovia.fr

Thomas MEAR
LE RHEU (35)
t.mear@terresinovia.fr

Elodie TOURTON
ST PIERRE D'AMILLY (17)
e.tourton@terresinovia.fr

Arnaud MICHENEAU
AGEN (47)
a.micheneau@terresinovia.fr

Quentin LAMBERT
BAZIEGE (31)
q.lambert@terresinovia.fr

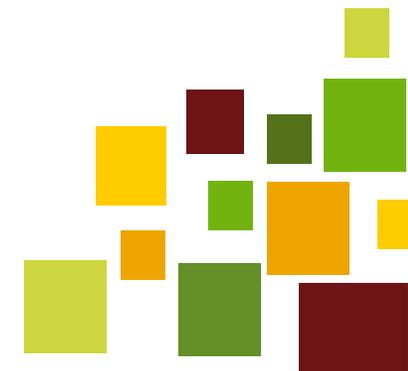
Bastien REMURIER
CHALONS-EN-CHAMPAGNE (51)
b.remurier@terresinovia.fr

Aurore BAILLET
LAXOU (54)
a.baillet@terresinovia.fr

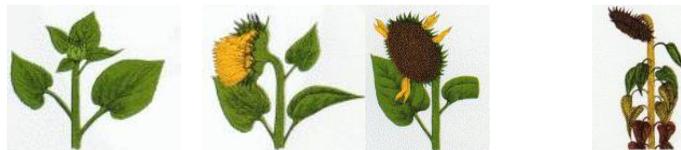
Louis-Marie ALLARD
BRETENIERE (21)
lm.allard@terresinovia.fr

Alexis VERNIAU
PUSIGNAN (69)
a.verniau@terresinovia.fr

Laura CIPOLLA
PUSIGNAN (69)
l.cipolla@terresinovia.fr

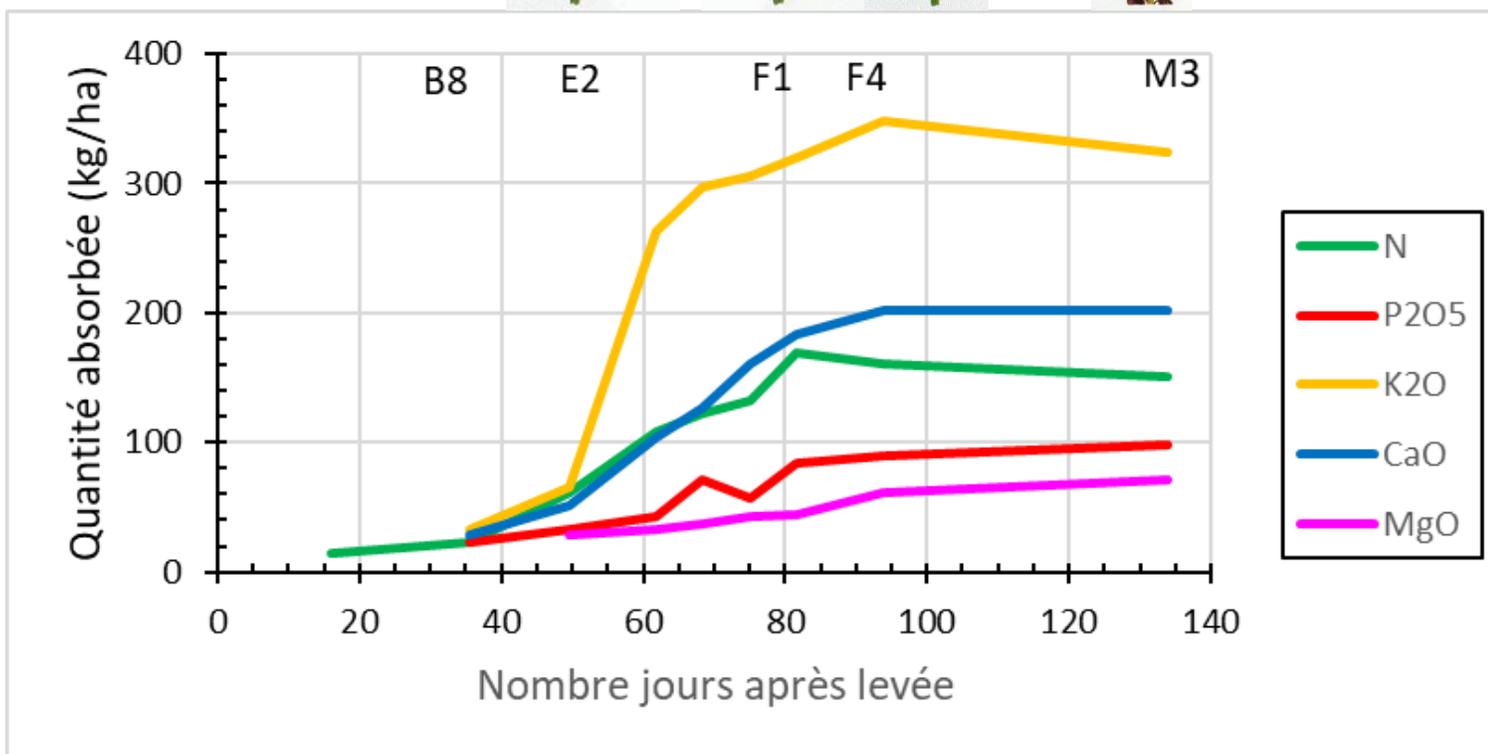


Courbes d'absorption des macro-éléments



Plantes entières

L'essentiel de l'absorption est réalisé entre les stades E2 et début floraison. C'est la période où les éléments doivent être les plus disponibles.



Source : Terres Inovia

Les stades repères du tournesol échelle

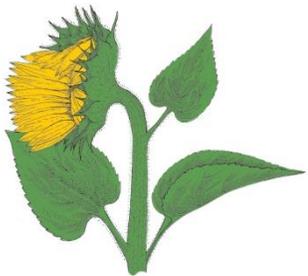
Terres Inovia

→ Phase bouton floral



- Stade E1 (51) : apparition du bouton floral étroitement inséré au milieu des jeunes feuilles : stade bouton étoilé.
- Stade E2 (53) : le bouton se détache de la couronne foliaire. Son diamètre varie de 0.5 à 2 cm. Les bractées sont nettement distinguables des feuilles.

→ Phase floraison



- Stade F1 (61) : le bouton floral s'incline ; les fleurs ligulées sont perpendiculaires au plateau.

→ Phase maturation



Stade M0 (73) : chute des fleurs ligulées. Le dos du capitule est encore vert.



Stade M3 (91) : le dos du capitule est marbré de brun. Les bractées sont brunes. La tige se dessèche. L'humidité de la graine doit être inférieure à 11 %.

Besoin en éléments minéraux

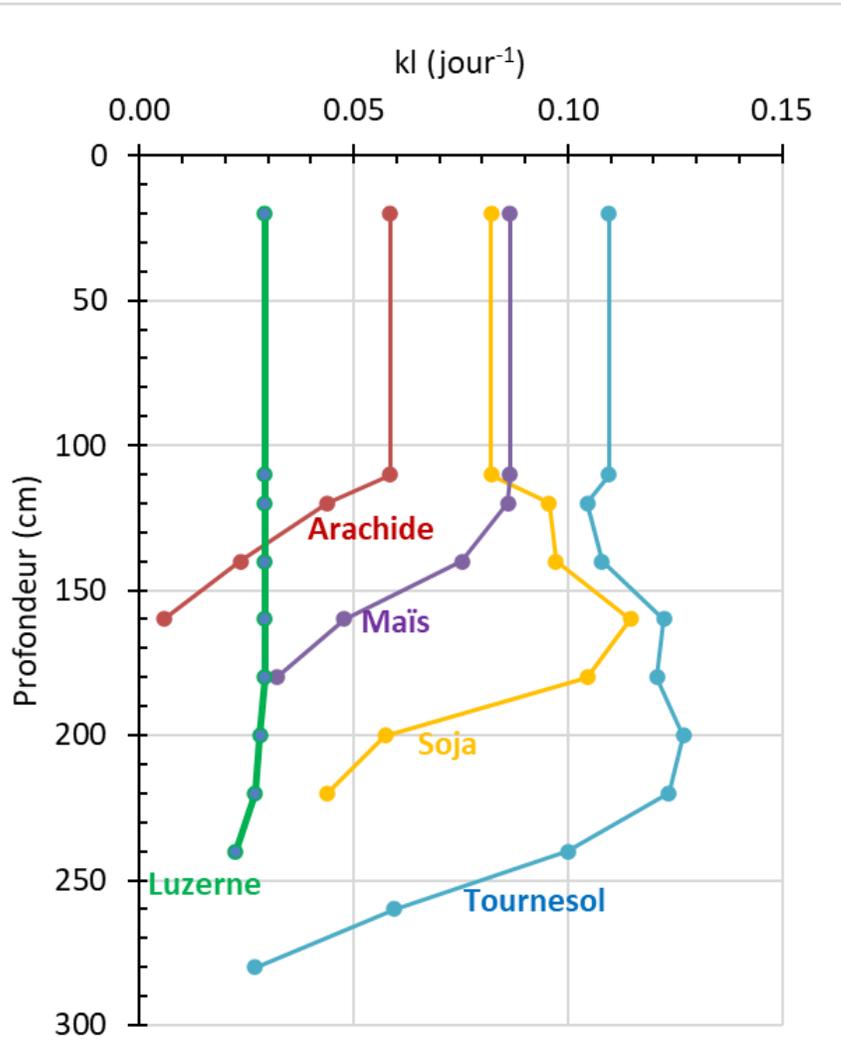
- Pour un rendement de 35 q/ha*



* : Ces besoins varient en fonction du rendement et des conditions de culture



Une capacité d'absorption hors normes



Le tournesol est capable d'absorber beaucoup d'eau par couche de sol par rapport aux autres cultures.

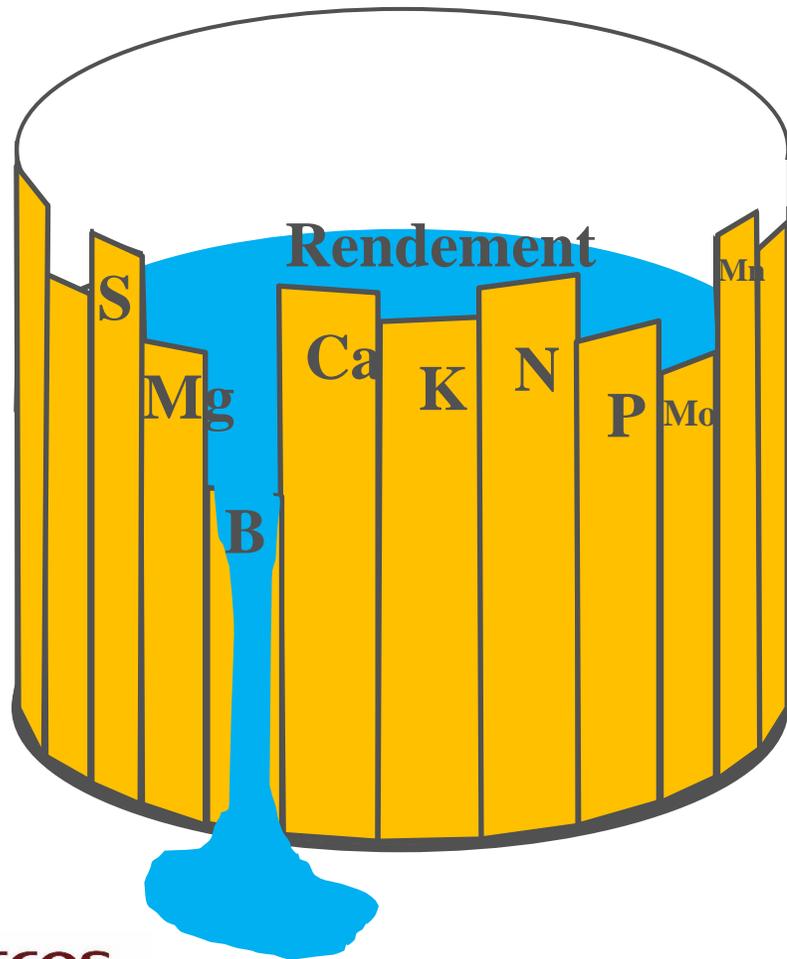
Sa profondeur d'enracinement est également plus grande.

Ces caractéristiques lui confèrent une excellente aptitude à absorber les éléments minéraux présents dans le sol.

kl traduit la capacité d'absorption d'eau de la culture
Situation : limon profond en Argentine



La disponibilité de chaque élément doit être optimisée

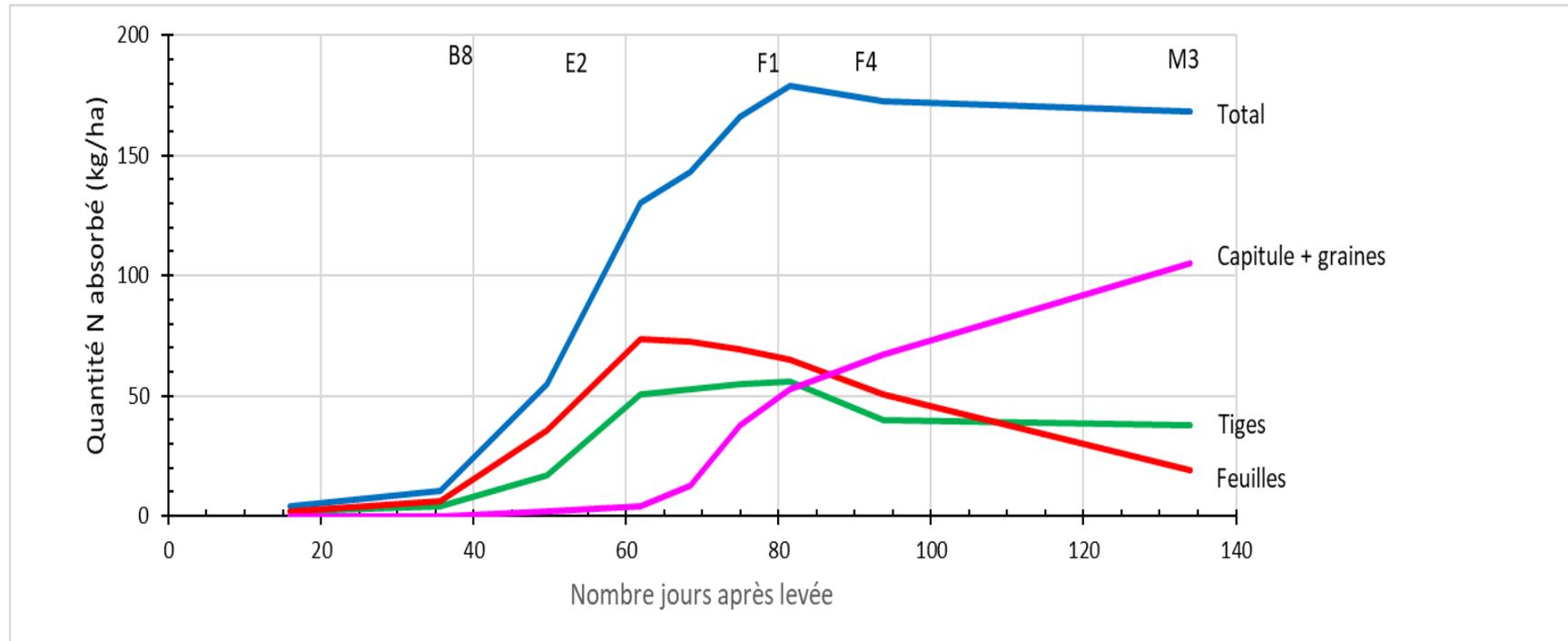


Loi du minimum de Liebig : le rendement d'une culture est limité par celui des éléments fertilisants qui le premier vient à manquer.

La fertilisation azotée

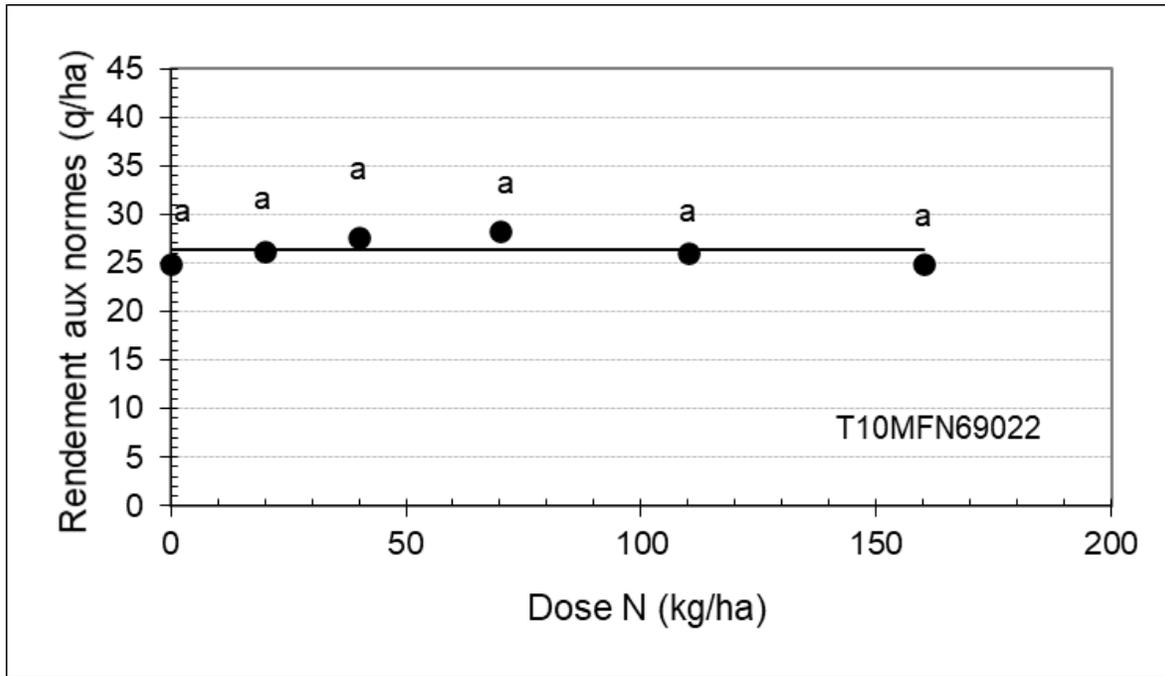
Les spécificités du tournesol vis-à-vis de l'azote

Dynamique d'absorption d'azote

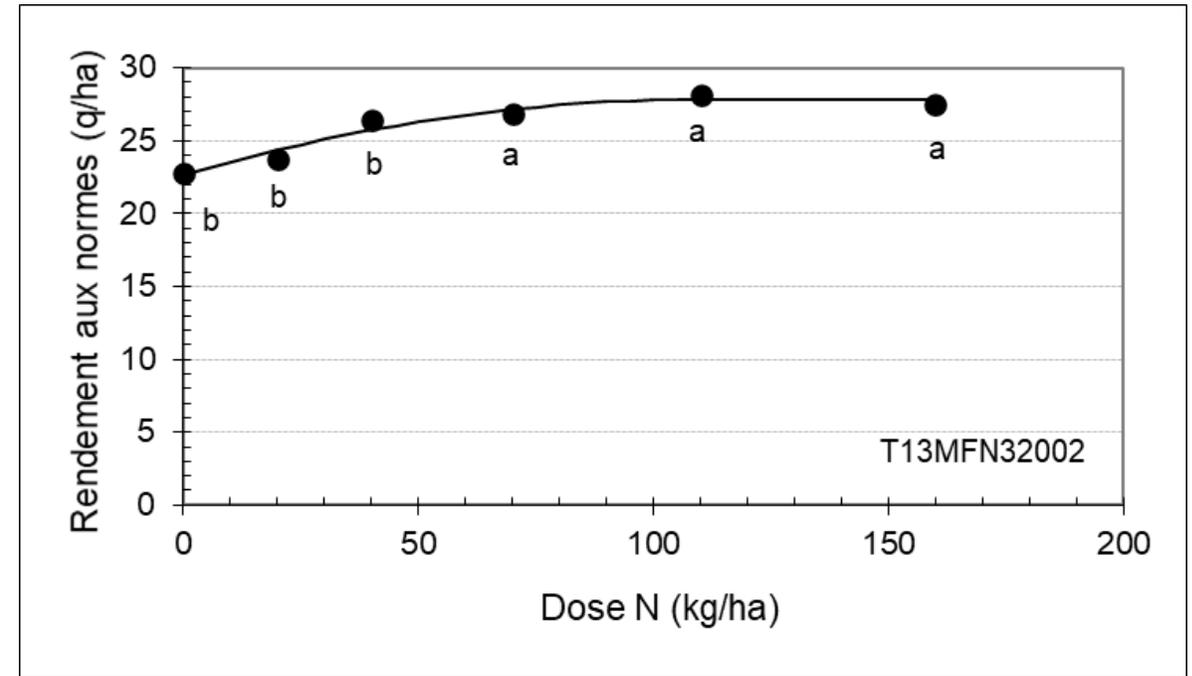


Source : Terres Inovia

Courbes de réponse du rendement à la dose d'azote

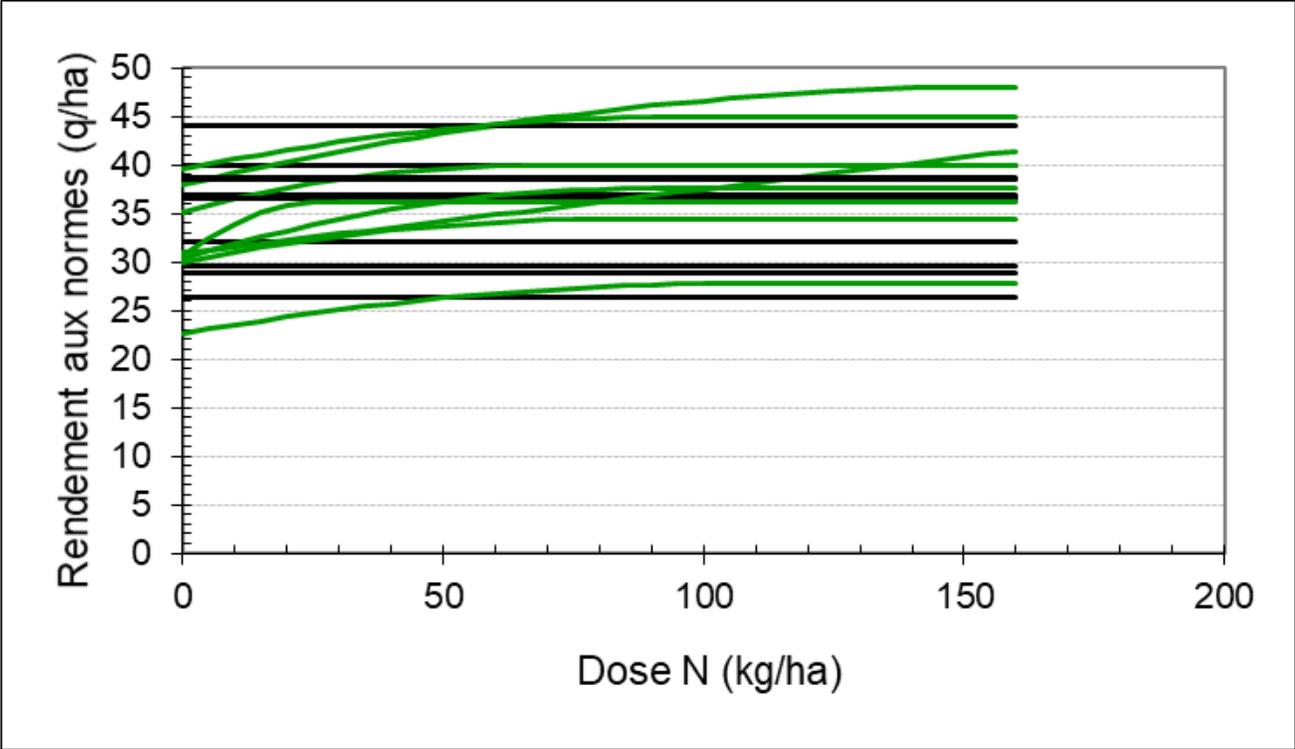


Pas de réponse du rendement
à la dose d'azote



Réponse modérée du rendement
à la dose d'azote

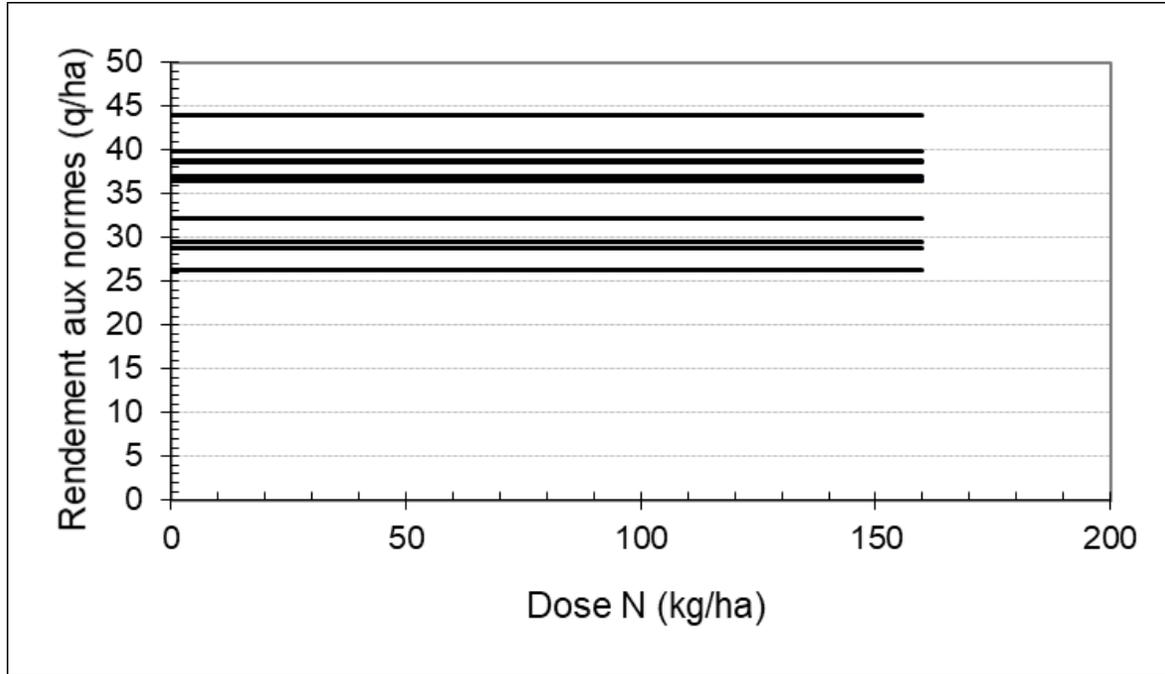
Courbes de réponse du rendement à la dose d'azote



19 essais, de 2010 à 2016, en Occitanie (11), Nouvelle Aquitaine (2), Berry (4), Rhône-Alpes (1), Bourgogne (1)

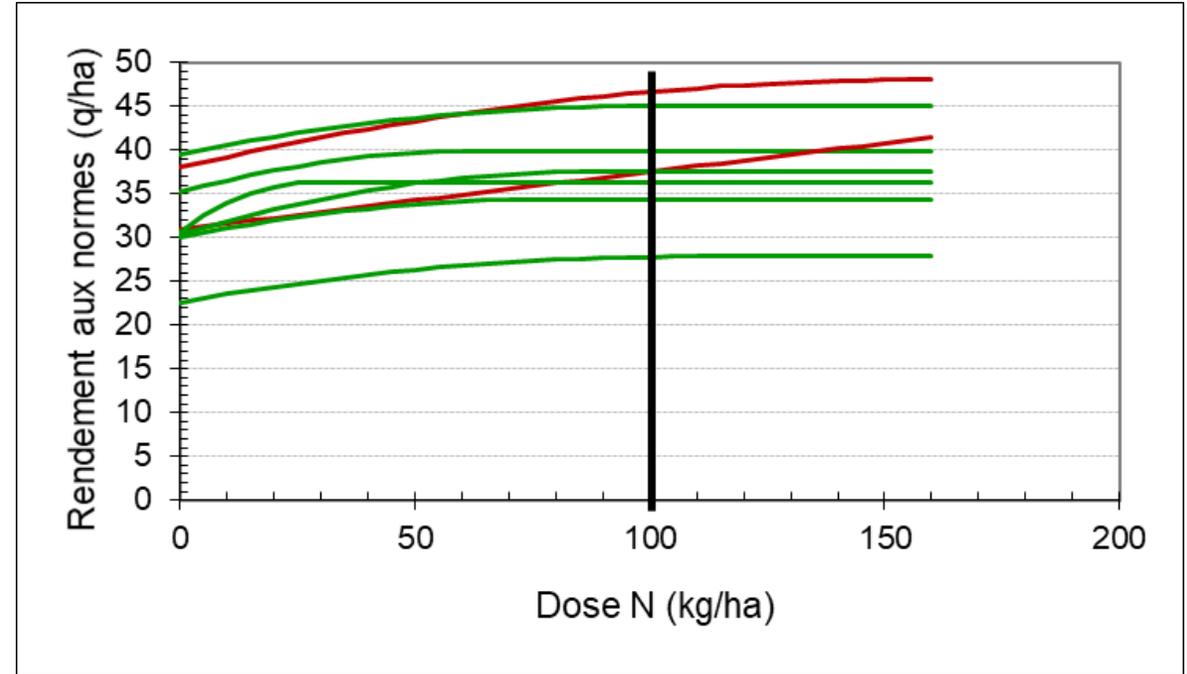


Courbes de réponse du rendement à la dose d'azote



11 essais sans réponse du rendement

Occitanie (8), Nouvelle Aquitaine (1), Berry (1), Rhône-Alpes (1)



8 essais avec réponse du rendement

Occitanie (3), Nouvelle Aquitaine (1), Berry (3), Bourgogne (1)

Moitié des essais ne présentent pas de réponse du rendement à la dose d'azote (rendement allant de 26 à 44 q/ha)

Le gain de rendement permis par l'azote est en général de l'ordre de 5 q/ha.

Le bilan prévisionnel d'azote

- En France, la méthode utilisée pour calculer la dose prévisionnelle d'azote à apporter aux cultures est la méthode du bilan prévisionnel
- Il s'agit de faire un bilan de masse des entrées et sortie d'azote minéral dans le sol (en kg/ha)
- Bilan « additif » : bilan de masse du stock d'azote minéral dans le sol, sur la profondeur d'enracinement, sur une période de temps donnée : Etat final – Etat initial = Entrées – Sorties
- Ecriture complète COMIFER :
 - $R_f - R_i = (M_h + F_s + F_{ns} + M_{hp} + M_r + M_{rCI} + M_{pro1} + M_{pro2} + A + N_{irr} + X + X_{pro}) - ((P_f - P_i) + I_x + G_s + G_x + L)$

Quelques éléments clés

- Besoin unitaire : 4.5 kg/q
- CAU 0.8 en moyenne
- Les fournitures du sol (reliquats + minéralisation) sont rarement inférieures à 80 u d'azote et peuvent être très élevées, en particulier si le reliquat d'azote minéral du sol au semis est élevé

L'azote du sol bien valorisé

- Le tournesol valorise de façon irrégulière l'azote apporté sous forme d'engrais car, bien enraciné, il est capable d'extraire beaucoup d'azote du sol
- L'azote apporté sous forme d'engrais doit satisfaire les besoins de la culture en complément de l'azote fourni par le sol

Exemple de grille de décision

Dose d'azote à apporter

Exemple de dose d'azote à apporter

		Objectif de rendement	
		25 q/ha (sol superficiel)	35 q/ha (sol profond)
Reliquat d'azote minéral dans le sol au semis	Faible (30 u)	40 à 80 u	80 à 100 u
	Moyen (60 u)	moins de 40 u	40 à 80 u
	Elevé (90 u)	0 u	moins de 40 u

Si la minéralisation est forte, choisissez la valeur basse de la fourchette et inversement. Les reliquats d'azote au semis se mesurent en prélevant des échantillons de sol à différentes profondeurs (0 à 30 cm, 30 à 60 cm, 60 à 90 cm, voire 90 à 120 cm pour les sols les plus profonds). Ils peuvent être estimés à partir des résultats mesurés chaque année sur des réseaux de parcelles de référence ou calculés grâce à des logiciels de fertilisation azotée. En zone vulnérable, consultez les arrêtés préfectoraux de votre région.

Raisonner la fertilisation azotée pour ...

- Eviter les excès d'azote
 - Favorisent l'exubérance de la croissance foliaire
 - Facilitant le développement des maladies : sclérotinia, phomopsis, botrytis.
 - Provoquant une consommation d'eau de luxe risquant d'assécher plus précocement le sol et donc de compromettre la formation et de remplissage des grains, donc le rendement
 - Favorisent la verse
 - Entraîne une baisse de la teneur en huile
 - Réduisent la marge de la culture
 - Favorisent les pertes d'azote par lixiviation
- Eviter les carences azotées
 - Entraînent une baisse du rendement
 - Réduisent la marge de la culture

Privilégier l'apport d'azote en végétation

- L'apport d'azote en végétation (6 à 14 feuilles) est au moins aussi bien valorisé que l'apport au semis car réalisé au moment où les besoins de la culture sont les plus élevés
- Les risques de lixiviation de l'azote sont donc plus faibles en cas de forte période pluvieuse
- Il permet d'améliorer l'estimation de l'objectif de rendement en tenant compte de l'état du peuplement installé
- Pour apporter l'azote en végétation sans risque, utiliser une forme solide (ammonitrate ou urée), par temps sec, avant l'apparition du bouton étoilé
- L'application de solution azotée est déconseillée ; elle n'est possible qu'en équipant le pulvérisateur de pendillards.

Heliotest : une méthode de raisonnement basé sur l'observation des plantes



Heliotest : une méthode de raisonnement basé sur l'observation des plantes

- Principe : la bande azotée
- Indicateur « plante » simple d'accès
- **Comparaison visuelle d'une bande de la parcelle fertilisée au semis avec le reste de la parcelle non fertilisé au semis**



Au semis

J'applique 60 à 80 unités d'azote sur une bande de la parcelle



Heliotest

Apparaît-il une différence visuelle entre
la bande fertilisée au semis
et le reste de la parcelle ?

Une différence apparaît :

Aussitôt,

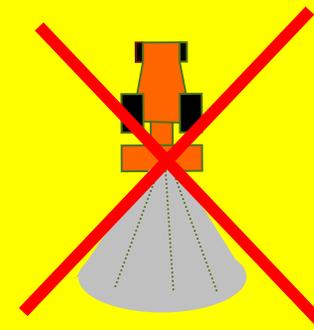
J'apporte la dose d'azote calculée.

Différence visuelle à ...	Objectif de rendement	
	25 q/ha	35 q/ha
7-8 feuilles	30 u	70 u
9-10 feuilles	0	50 u
11-12 feuilles	0	30 u
13-14 feuilles	0	30 u

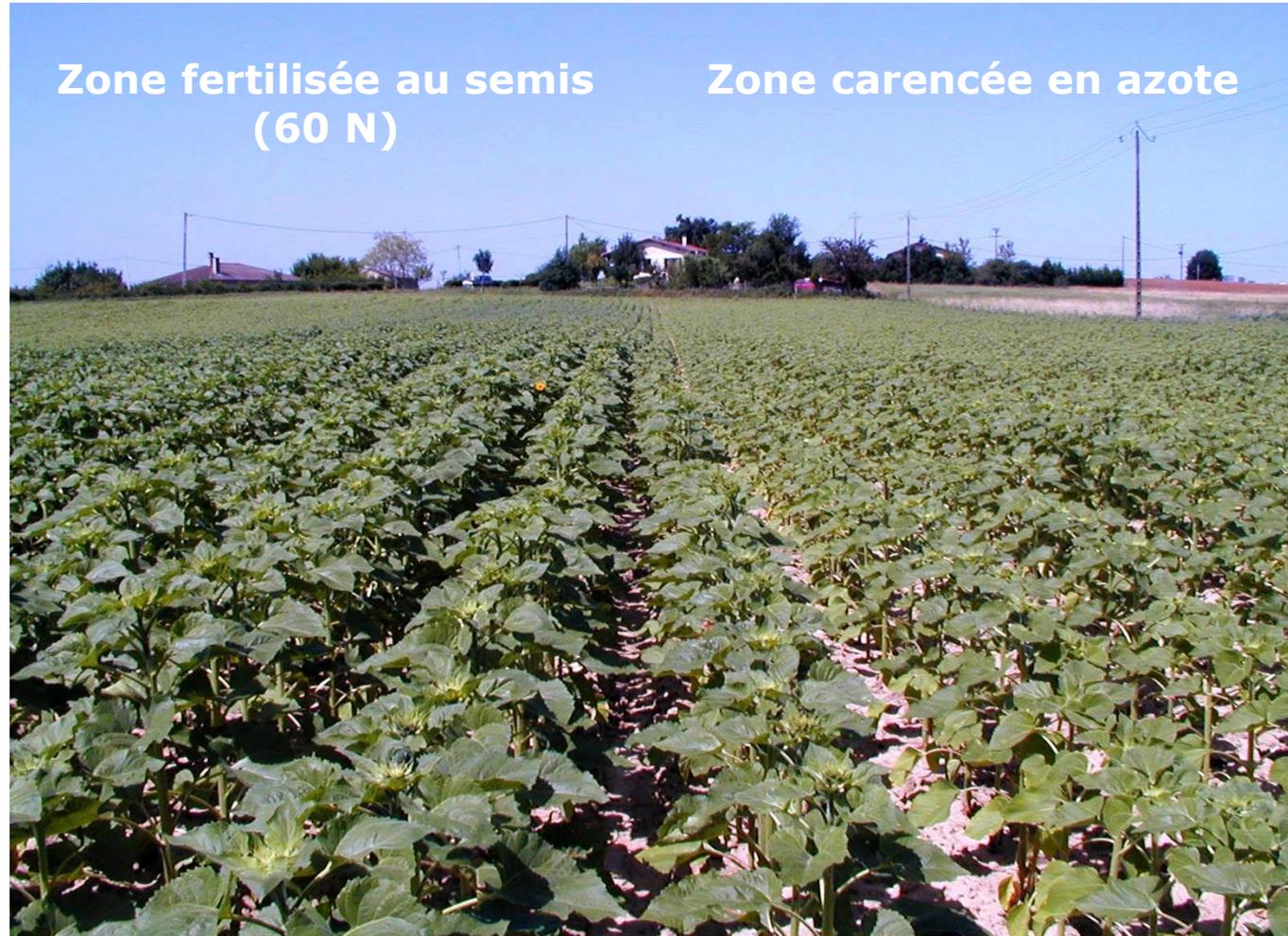
Pas de différence

=

Pas d'azote



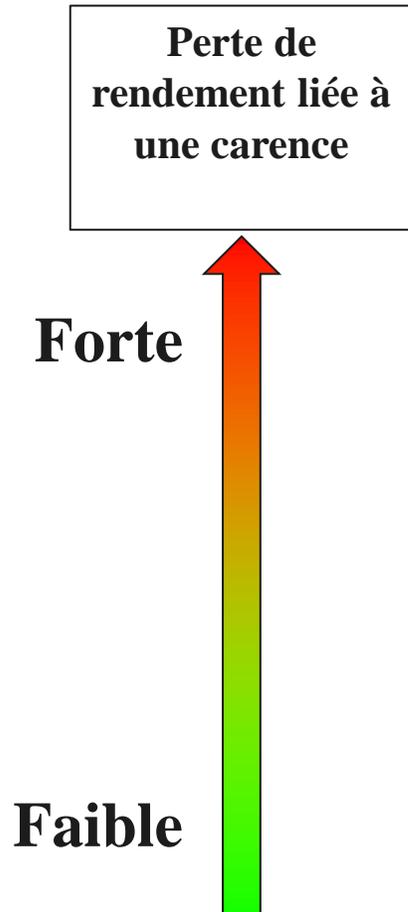
Heliotest



Sur feuille

La fertilisation phospho-potassique

L'exigence du tournesol en P et K



Classe d'exigence	Phosphore	Potassium
Cultures très exigeantes	Colza	
Cultures moyennement exigeantes	Pois Féverole	Colza Pois, tournesol , féverole, soja
Cultures peu exigeantes	Tournesol Soja Lin oléagineux	Lin oléagineux

D'après le COMIFER

Ne pas confondre « exigence » (sensibilité à une carence) et « besoin » (niveau d'absorption)

Exemple de grille de décision

Objectif de rendement	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Teneur du sol			Teneur du sol		
	Faible	Moyenne	Elevée	Faible	Moyenne	Elevée
25 q/ha	40 u	30 u	0 u	40 u	30 u	0 u
35 q/ha	60 u	40 u	0 u	60 u	40 u	0 u

En l'absence d'apport en année n-1 ou n-2, les quantités peuvent être augmentées de 10 u de P₂O₅ et de 20 u de K₂O.

En cas d'exportations des pailles de céréales avant la culture, rajoutez à ces chiffres, et seulement en sols pauvres, 10 à 20 u de P₂O₅ et 30 à 40 u de K₂O.

Se référer aux grilles diffusées par le COMIFER

Source : Terres Inovia

Carence en potasse



Bord du limbe comme brûlé, feuilles en forme de cuillère, ponctuation chlorotique. Affecte surtout les feuilles médianes et inférieures.

Les oligo-éléments

Fréquence et intensité des carences

Tableau 19 : Principales carences observées en grandes cultures.
Sources ARVALIS, Terres Inovia, ITB

Carence	Manganèse		Cuivre		Zinc		Bore		Molybdène		Fer	
	Fréquence	Intensité										
Tournesol	0	0	0	0	0	0	★★	★★	★	★★	0	0

Fréquence

- ★★★★ Très fréquent
- ★★★ Fréquent
- ★★ Assez fréquent
- ★ Rare
- (★) Exceptionnel
- 0 Absent

Intensité (dégâts)

- ★★★ Dégâts élevés.
- ★★ Quelques quintaux
- ★ Symptômes visuels sans conséquence
- (★) Quelques symptômes visuels fugaces
- 0 Aucun dégât

Le Bore

- Les besoins du tournesol sont proches de ceux de la betterave : 400 g/ha
- L'absorption est maximale entre les stades « 5 paires de feuilles » et « boutons floral » (80 % de l'absorption totale)
- Lorsque les symptômes apparaissent, la carence est déjà installée : trop tard pour intervenir
- Facteurs de risque liés au sol :
 - pH supérieur à 7.0
 - Plus de 10 % de calcaire actif dans le sol
 - Sols légers, filtrants, superficiels
 - Chaulage (blocage du bore)
- Facteurs aggravants
 - Chocs thermiques (températures supérieures à 30 °C) et/ou conditions sèches entre les stades « 10 feuilles » et « début floraison »
 - Retour fréquent du tournesol dans la rotation sans apport de bore

Les symptômes de carence en bore

- Capitules multiples ou déformés (peut aussi être provoqué par températures basses au moment de l'initiation florale au stade 10-12 feuilles).
- Grillure des feuilles
- Casse du capitule : sous capitule, tige avec des coupures qui peuvent se transformer en crevasses.
- Mauvais remplissage du capitule : sera de petite taille ou taille normale mais reste dressé et plat - graines noires (normales) et blanches (vides).
- Verse et défaut de croissance : fragilisation de la tige et réduction du diamètre au collet.

→ En cas de forte carence, des pertes conséquentes :

- 5 à 10 q/ha
- 4 à 5 points d'huile



Conseil d'apport en cas de risque de carence

Intervenir préventivement en situations à risque

Apport	Stade	Forme	Dose de bore (B)
Au sol	Incorporer ou pas avant le semis (1)	Solide ou liquide	1.2 kg/ha (3)
En application foliaire	Entre les stades "10 feuilles" et LPT (1)(2)	Liquide : apporter au moins 200 l/ha de bouillie	300 à 500 g/ha (4)

(1) Peut être réalisé à l'occasion du désherbage ou de l'application du fongicide.

(2) LPT : limite de passage du tracteur. Le tournesol mesure 55 à 60 cm.

(3) Chélal B : 250 g B/ha au sol - 200 g B/ ha en application foliaire

(4) Soit environ 3 l de produit liquide à 150 g/l de bore

Le Molybdène

- Se rencontre dans les sols très acides ($\text{pH} < 5$), sol limoneux ou sableux.
- Symptômes de la carence : feuilles de couleur jaune citron en forme de cuillère avec bords du limbe marron clair. Surtout sur les jeunes feuilles.
- Correction :
 - Court terme : pulvérisation avec une solution contenant 10-20 g/ha de molybdène
 - Moyen terme : amendement basique du sol



Le diagnostic foliaire

- **Plantes de croissance comparable (attention à la dilution !)**
- **Prélèvement de limbes (sans pétioles) de feuilles jeunes adultes (5 ou 6ème feuille sous le capitule) au début de la floraison (50 g de matière sèche)**
- **Si possible, faire un couple de prélèvement (feuilles sur plantes avec symptômes et sans symptôme), surtout si le stade est éloigné de F1**
- **Diagnostic *a posteriori***

Elément	Teneur optimale des limbes	Unité
P	0.3 - 0.5	% de la matière sèche
K	3.0 - 4.5	
Ca	0.8 - 2.0	
Mg	0.3 - 0.8	
S	0.15 - 0.20	
Fe	80 - 120	ppm de la matière sèche
Cu	oct-20	
Zn	30 - 80	
Mn	25 - 100	
B	35 - 100	
Mo	0.4 - 1.0	

Merrien et Maisonneuve, 1990

Autres exemples de carences



CaO (feuilles vert marbré de jaune). Plutôt en terres acides



Fer (coloration jaune). Plutôt en terres pH élevé, calcaires actif ++



Magnésie (feuille gaufrée, cassante, chlorose sur le limbe hors nervures). Plutôt sur feuilles inférieures



Manganèse (décoloration des feuilles de la base). Sol soufflé, pH alcalin, MO ++.



Zinc (ponctuations blanches, fines et serrées sur tout le limbe)



Biostimulant

Règlement UE 2019/1009

« Un biostimulant des végétaux est un produit qui **stimule** les processus de **nutrition** des végétaux **indépendamment des éléments nutritifs** qu'il contient »

➔ Un biostimulant n'est pas en engrais
(même si les spécialités commerciales peuvent contenir des nutriments en plus des principes actifs biostimulants)



Les grandes familles de produits

Extraits d'algues purifiés

Extraits de plantes purifiés

Extraits de microorganismes purifiés

Extraits de macroorganismes purifiés

Ratio « contrôlé » de:

Acides aminés
Lipides
Glucides
Oligoéléments
Vitamines
Phytohormones
Chitosan
....

Pool de:

Acides aminés
Lipides
Glucides
Oligoéléments
Vitamines
Phytohormones
....

Extraits d'algues complexes

Extraits de plantes complexes

Substances minérales non nutritives

Silice

....

Acides fulviques

Acides humiques

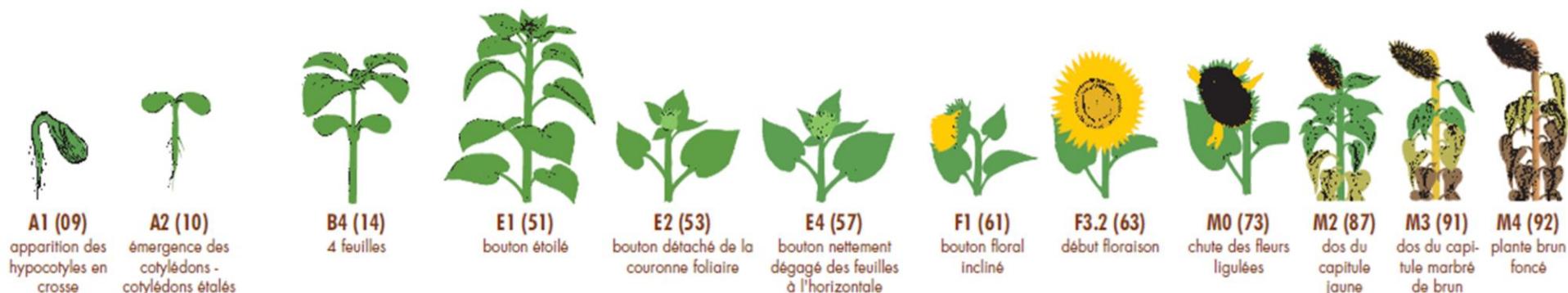
Bactéries
Champignons
Levures

Microorganismes

Les effets attendus : tournesol

Avant le semis

- Action sur le SOL
- Prébiotique ou probiotique



Semis-B2

- Enrobage de semences ou foliaire
- Vigueur, régularité et homogénéité du peuplement
- **(Dégâts d'oiseaux)**

B4 – boutons floraux

- Foliaire
- Booster la croissance
- « Armer » la plante face aux stress hydrique et thermique

Floraison

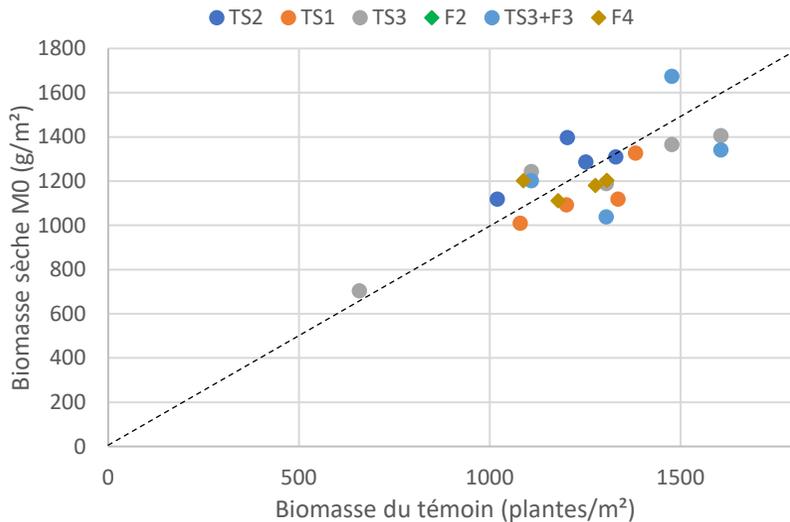
- Foliaire
- Soutenir la floraison
- « Armer » la plante face aux stress hydrique et thermique

Essais biostimulants tournesol Terres Inovia (ALG):

- 3 TS, 1 produit foliaire appliqué avant B2, 2 produits foliaires appliqués entre B4 et floraison
- 8 essais conduits sur 2019 à 2021 (2 essais Sud-Ouest)

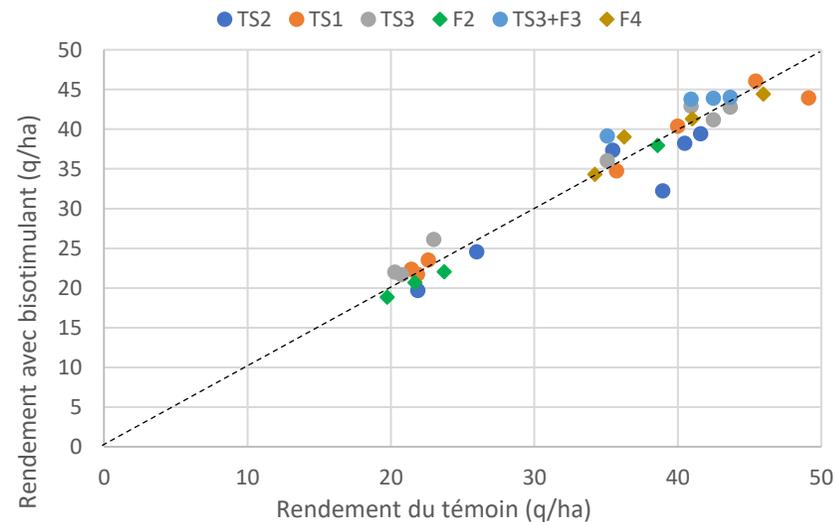
Tournesol : un levier pour booster la croissance et/ou tamponner les stress sur le reste du cycle?

Effet sur la croissance?



- ➔ Pas d'effet bénéfique sur la croissance
- ➔ Effets limités sur le rendement
 - Pas de différences significatives

Effet sur le rendement?



Gain moyen TS1	+1%
Gain moyen TS2	-6%
Gain moyen TS3	+4.2%
Gain moyen TS3+F3	+5.7%



Gain > 5% : 25%
des situations

Perte > 5% : 18%
des situations

Pas de différences significatives

Effet sur la qualité?

Modalités	Teneur en huile (aux normes)
Temoin_TS2	46.3
TS2	46.1
Temoin_TS1	45.7
TS1	45.7
Temoin_TS3	45.8
TS3	46.5
TS3+F3	46.2
Témoin	45.3
F4	42.6

- ➔ Peu d'effet sur la teneur en huile
- ➔ Mais attention aux mauvaises surprises!

Au global

- Sur les produits testés à ce jour, pas d'effet marqué sur les variables regardées
- Des effets visibles ponctuellement (sur quelques essais et/ou à un stade donné)
 - Gamme des effets positifs : +5 à 10% sauf exceptions...qui surviennent!
- Des effets qui sont donc rares, difficiles à prévoir...et à expliquer

En conclusion

- Le tournesol, comme toutes les plantes, a des besoins variés en macro et micro éléments.
- Il a des besoins importants en N, K et B mais aussi une très bonne faculté à puiser directement les éléments dans les horizons de sol.
- Les biostimulants testés à ce jour n'ont pas montré d'intérêt dans nos essais.



Merci pour votre attention

