

# Fertilité du sol et analyses de sève

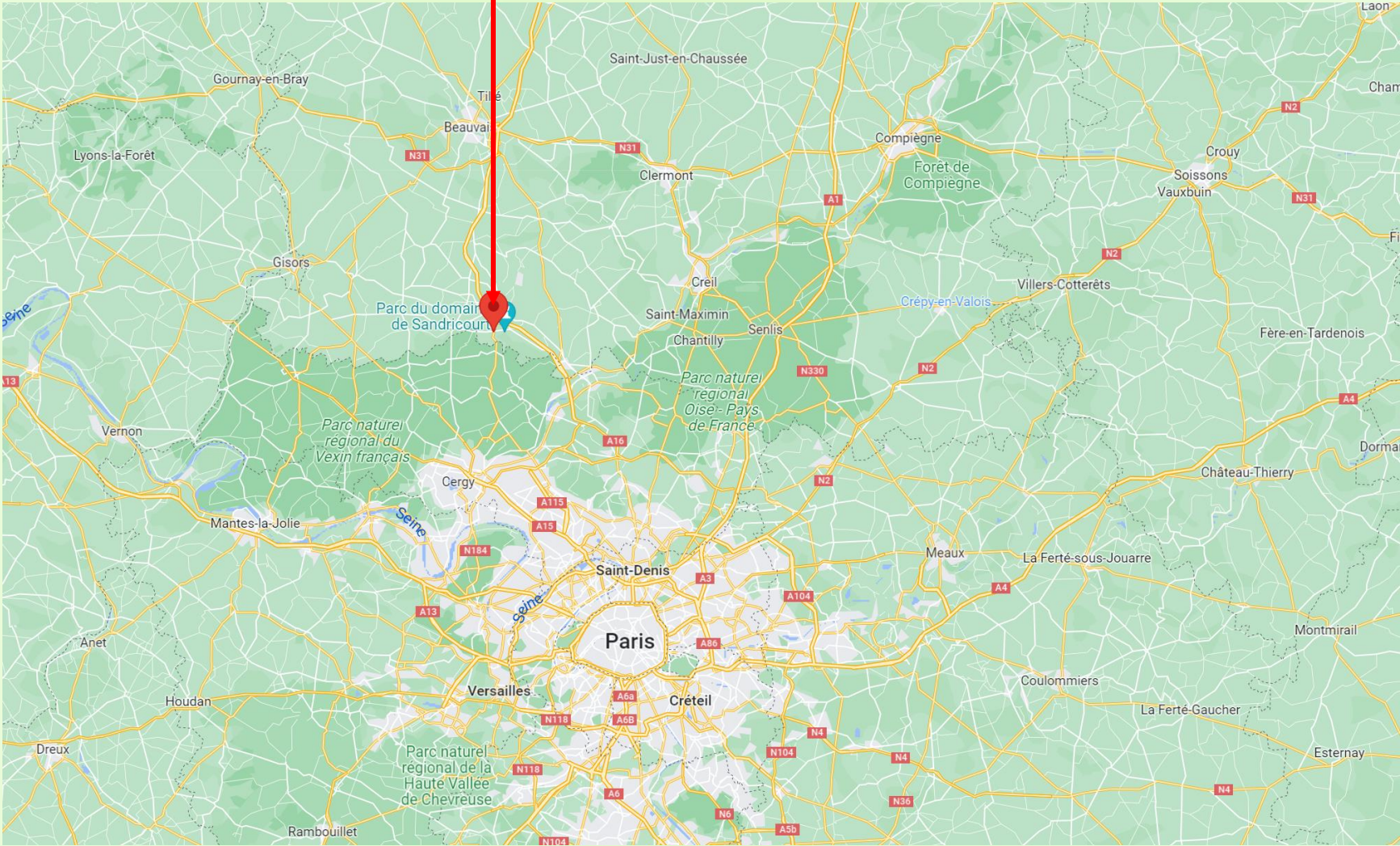
30 mai 2022 à Bavois



Alfred Gässler  
Ferme de la Justice  
60110 Amblainville  
+33 3 44 52 14 71  
agassler@gassler.fr  
www.gassler-techniquesdusol.fr



# GÄSSLER Techniques du Sol





# GÄSSLER SAS Techniques du Sol

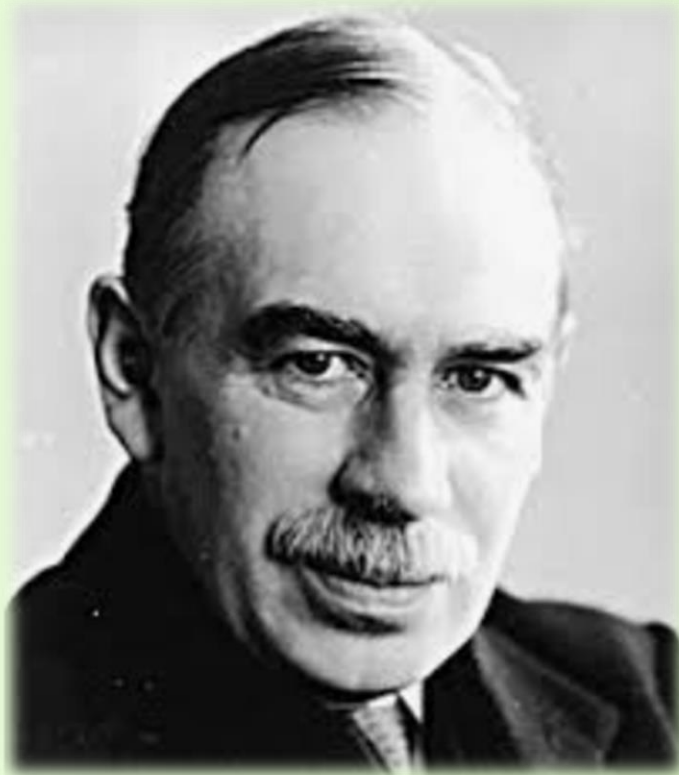


Alfred Gässler  
Agriculteur  
Consultant  
Conseiller  
Formateur

Marie-Thérèse Gässler  
Ingénieur agricole  
Responsable Formations  
et Analyses biologiques



*« La difficulté n'est pas de comprendre les idées nouvelles, mais d'échapper aux idées anciennes »*



John Maynard Keynes

Economiste

Date/Lieu de naissance : 5 juin 1883,  
Cambridge, Royaume-Uni

Date de décès : 21 avril 1946, Sussex,  
Royaume-Uni



# Le sol

Qu'est-ce qui fait la qualité du sol?

**C'est la vie**

Et dans la vie, c'est l'équilibre qui compte

[dirceugassen.com](http://dirceugassen.com)




# La Fertilité du sol





# Fertilité du sol



Un sol fertile est un sol qui est capable de fournir à la plante les éléments nutritifs dont elle a besoin, aux moments et en quantités nécessaires

Sol fertile est: un sol capable de nourrir des plantes saines

# Nutrition minérale des plantes

Est-ce normal que les plantes soient malades?

Est-ce normal que les plantes soient mangées par des insectes?

*Ce n'est pas le destin d'une plante de tomber malade si elle n'est pas protégée par un traitement, ce n'est pas quelque chose d'obligatoire. Ce sont des symptômes du fait qu'il y ait un déséquilibre chimique et ou biologique.*

(MICHAEL PHILIPPS US)

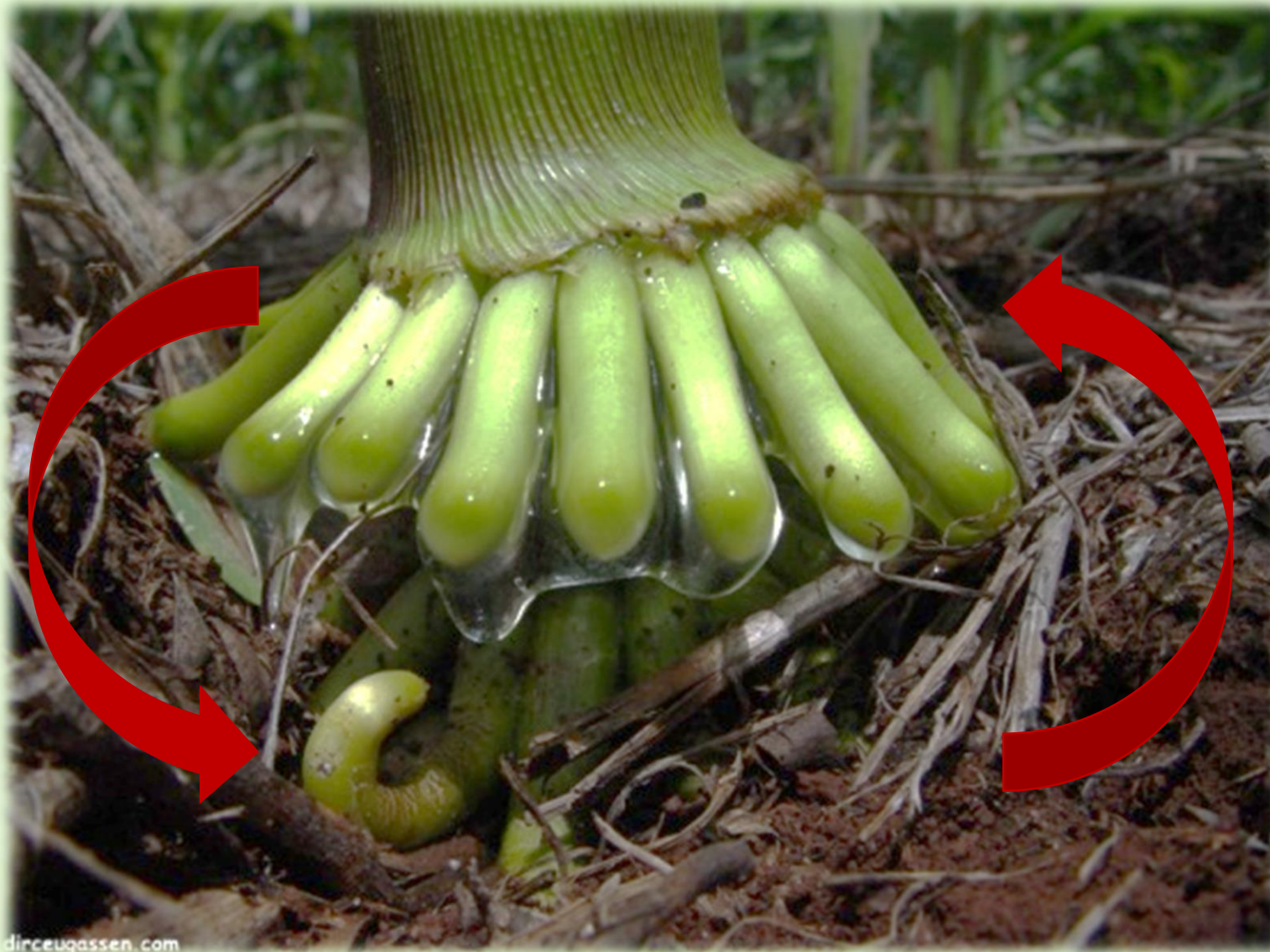




# Malnutrition - Insectes & Maladies

Pommes de terre			
<i>Insectes</i>		<i>Déficiences nutritives</i>	
Taupin		Ca, P, Co, Vitamine C	
Cicadelle		Ca, P, M, Cu, Fe	
Altise des pommes de terre		Vitamine C, Ca, P, Fe, Vitamine E, Cu, Mn	
Luzerne			
<i>Maladie ou problème</i>	<i>Pathologie</i>	<i>Déficiences nutritives</i>	
		P, Ca, Vitamine C, Fe/Cu, Se/Co, Vitamine	
Flétrissement bactérien	Bactérie	A	
Phytophthora : pourriture racinaire	Champignon	P, Ca, B, Vitamine C	
Maïs	Champignon	P, Ca, Cu, Fe, Mo	
<i>Maladie ou problème</i>	<i>Pathologie</i>	<i>Déficiences nutritives</i>	
Charbon du maïs	Champignon	Ca, P	
Brûlure jaune (autre forme de l'antracnose)	Champignon	Ca, P, Se	
Antracnose	Champignon	Ca, P, Fe/Cu, Co	

# Le sol qui nourrit la plante - la plante qui nourrit le sol





# La nutrition de la plante





# La nutrition de la plante





# La nutrition de la plante



# La nutrition de la plante





# La nutrition de la plante





# La nutrition de la plante





# La nutrition des plantes

Le moteur photosynthétique de la plupart des plantes cultivées ne fonctionne qu'avec une efficacité de 15% à 20%. (Charles Tsai, et al.)



Les feuilles des plantes sont comme des Panneaux Solaires.

Si elles sont couvertes, elles n'ont pas un bon rendement.

# La nutrition des plantes

Grâce à la photosynthèse, les plantes produisent beaucoup plus d'humus que tous les apports d'engrais ou de compost ne peuvent en fournir. (John Kempf)



*Les plantes qui sont mal nourries ne nourrissent pas le sol.*



# Combien d'exsudats sécrétés par 1 ha de maïs / an ?



- 1 ha maïs pas en forme génère seulement → 100 m<sup>3</sup>/an d'exsudats (Sauerbeck und Johnen 1976)
- 1 ha de maïs bien en forme peut produire → 1000 m<sup>3</sup>/an d'exsudats (Samtsevich 1968)

# Besoins en nutriments de la plante

De l'air

Carbone	C
Hydrogène	H
Oxygène	O
Azote	N
Phosphore	P
Potassium	K
Calcium	Ca
Magnésium	Mg
Soufre	S
Bore	B
Molybdène	Mo
Zinc	Zn
Fer	Fe
Chlore	Cl
Manganèse	Mn
Cuivre	Cu
Silice	Si
Aluminium	Al

Macro-nutriments

Micronutriments additionnels:

Baryum Ba  
Cadmium Cd  
Antimoine Sb  
Sélénium Se  
Cobalt Co  
Sodium Na  
Iode I  
Fluorine F  
Chrome CR  
Titane Ti  
Vanadium V

Micro-nutriments

Éléments traces tels que cadmium (Cd), plomb (Pb) et mercure (Hg) n'ont pas de fonctions biologiques dans les plantes et les animaux



# Analyse de sol - Analyse de sève

Localisation		GASSLER			
Culture		/ RAPESEED			
Champs / Échantillon		BEAUCHAMP / 8			
Lab No.		B0015			
C.E.C (M.E.)		14,41			
Valeur Souhaitée Ca : Mg, %		68 : 12			
pH de l'échantillon		7,3			
Matière Organique en %		2,2			
<b>SATURATION DES BASES EN %</b>					
Calcium (60 à 70%)		82,29	} 80%		
Magnesium (10 à 20%)		8,96			
Potassium (2 à 5%)		4,28			
Sodium (.5 à 3%)		0,33			
Autres Bases (Variable)		4,14			
HYDROGENE ECHANGEABLE (10 à 15%)		0,00			
<b>RECOMMANDATIONS</b>					
		Amendment kg/ha			
ANIONS	AZOTE kg/ha	ENR Valeur	72	APPLY NITROGEN AS NEED	
	SULFATE - S p.p.m.	Valeur Trouvée	14	SULFUR 90-92%	17
	PHOSPHATES as (P2O5) kg/ha	Valeur Souhaitée Olsen Valeur Valeur Trouvée Déficit/Excès	392 359 -33	DAP 18-46-0	224
CATIONS	CALCIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	4394 5316 +922	NONE	
	MAGNESIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	465 347 -118	KIESERIT 15% Mg	336
	POTASSIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	353 539 +186	POTASSIUM CHLORI	168
	SODIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	74 25 -49	ROCK SALT	45
OLIGOS	Bore	p.p.m.	1,45	BORON 14.3%	11
	Fer	p.p.m.	386,40		
	Manganèse	p.p.m.	91,50		
	Cuivre	p.p.m.	2,03	CU SULFATE 23%	6
	Zinc	p.p.m.	6,75	ZINC SULFATE 36%	17

Plant sap-sample	<sup>1</sup> 202203241177 <sup>2</sup> 202203241178	Sample Date:	21-3-2022
Name:	Gassler SAS	Location/plot:	Beauchamps
Address:	8 Place du 8 Mai 60110 Amblainville France	Cultivation:	Rapeseed Gassler
		Crop:	Canola
Remarks		Plant part:	<sup>1</sup> Leaf (young) <sup>2</sup> Leaf (old)

Mineral		Current Level	Optimum			
Total Sugars	%	3,6	0,4 - 2,2	<sup>1</sup>		
	%	2,6		<sup>2</sup>		
pH		6,0	6,0 - 6,4	<sup>1</sup>		
		6,2		<sup>2</sup>		
EC	mS/cm	11,3	10,3 - 13,5	<sup>1</sup>		
	mS/cm	11,8		<sup>2</sup>		
K - Potassium	ppm	3351	3025 - 4225	<sup>1</sup>		
	ppm	3561		<sup>2</sup>		
Ca - Calcium	ppm	2597	1050 - 2475	<sup>1</sup>		
	ppm	2822		<sup>2</sup>		
K / Ca		1,29		<sup>1</sup>		
		1,26		<sup>2</sup>		
Mg - Magnesium	ppm	248	200 - 390	<sup>1</sup>		
	ppm	189		<sup>2</sup>		
Na - Sodium	ppm	23	25 - 89	<sup>1</sup>		
	ppm	30		<sup>2</sup>		
NH4 - Ammonium	ppm	458	175 - 410	<sup>1</sup>		
	ppm	284		<sup>2</sup>		
NO3 - Nitrate	ppm	175	20 - 480	<sup>1</sup>		
	ppm	224		<sup>2</sup>		
N in Nitrate	ppm	39	5 - 108	<sup>1</sup>		
	ppm	50		<sup>2</sup>		
N - Total Nitrogen	ppm	3729	1710 - 2960	<sup>1</sup>		
	ppm	1929		<sup>2</sup>		
Cl - Chloride	ppm	338	510 - 1240	<sup>1</sup>		
	ppm	449		<sup>2</sup>		
S - Sulfur	ppm	1345	600 - 1010	<sup>1</sup>		
	ppm	1088		<sup>2</sup>		
P - Phosphorus	ppm	477	220 - 450	<sup>1</sup>		
	ppm	258		<sup>2</sup>		
Si - Silica	ppm	9,8	5,4 - 12,6	<sup>1</sup>		
	ppm	11,5		<sup>2</sup>		
Fe - Iron	ppm	1,37	1,50 - 2,70	<sup>1</sup>		
	ppm	2,40		<sup>2</sup>		
Mn - Manganese	ppm	5,14	2,00 - 4,80	<sup>1</sup>		
	ppm	4,02		<sup>2</sup>		
Zn - Zinc	ppm	4,11	1,75 - 3,55	<sup>1</sup>		
	ppm	2,46		<sup>2</sup>		
B - Boron	ppm	2,25	1,00 - 2,20	<sup>1</sup>		
	ppm	2,37		<sup>2</sup>		
Cu - Copper	ppm	0,23	0,25 - 0,45	<sup>1</sup>		
	ppm	0,49		<sup>2</sup>		
Mo - Molybdenum	ppm	0,07	0,05 - 0,15	<sup>1</sup>		
	ppm	0,36		<sup>2</sup>		
Al - Aluminium	ppm	0,85		<sup>1</sup>		
	ppm	1,74		<sup>2</sup>		

# Analyse de sol - Analyse de sève

Localisation		GASSLER			
Cultive		/ CORN			
Champ / Échantillon		PAVE / 1			
Lab No.		B0008			
C.E.C (M.E.)		12,77			
Valeur Souhaitée Ca : Mg, %		68 : 12			
pH de l'échantillon		6,2			
Matière Organique en %		2,3			
<b>SATURATION DES BASES EN %</b>					
Calcium (60 à 70%)		65,05	} 80%		
Magnesium (10 à 20%)		12,30			
Potassium (2 à 5%)		5,05			
Sodium (.5 à 3%)		0,36			
Autres Bases (Variable)		5,24			
<b>HYDROGENE ECHANGEABLE (10 à 15%)</b>		<b>12,00</b>			
<b>RECOMMANDATIONS</b>					
E N O I N Y	AZOTE kg/ha		Amendment	kg/ha	
	ENR Valeur	75	<b>APPLY NITROGEN AS NEEDED</b>		
	SULFATE - S p.p.m.	Valeur Trouvée	15	<b>SULFUR 90-92%</b>	<b>17</b>
PHOSPHATES	Valeur Souhaitée	359	<b>DAP 18-46-0</b>	<b>224</b>	
	Olsen Valeur	277			
or (P205) kg/ha	Valeur Trouvée Déficit/Excès	-82			
C A L C I U M	CALCIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	3893 3725 -168	<b>PELLETED CA LIME (a)</b>	<b>560</b>
	MAGNESIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	412 423 +11	<b>(b)</b>	
	POTASSIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	558 564 +6	<b>POTASSIUM CHLORIDE</b>	<b>168</b>
	SODIUM kg/ha	Valeur Souhaitée Valeur Trouvée Déficit/Excès	66 24 -42	<b>ROCK SALT</b>	<b>34</b>
B O R O N	Bore	p.p.m.	1,04	<b>BORON 14.3%</b>	<b>17</b>
	Fer	p.p.m.	599,60		
	Manganèse	p.p.m.	103,17		
	Cuivre	p.p.m.	3,02		
	Zinc	p.p.m.	8,82		

Plant sap-sample	202203241182	Sample Date:	21-3-2022
Name:	Gassler SAS	Location/plot:	Pave
Address:	8 Place du 8 Mai 60110 Amblainville France	Cultivation:	W Oats
		Crop:	Oats
Remarks		Plant part:	Leaf (young)

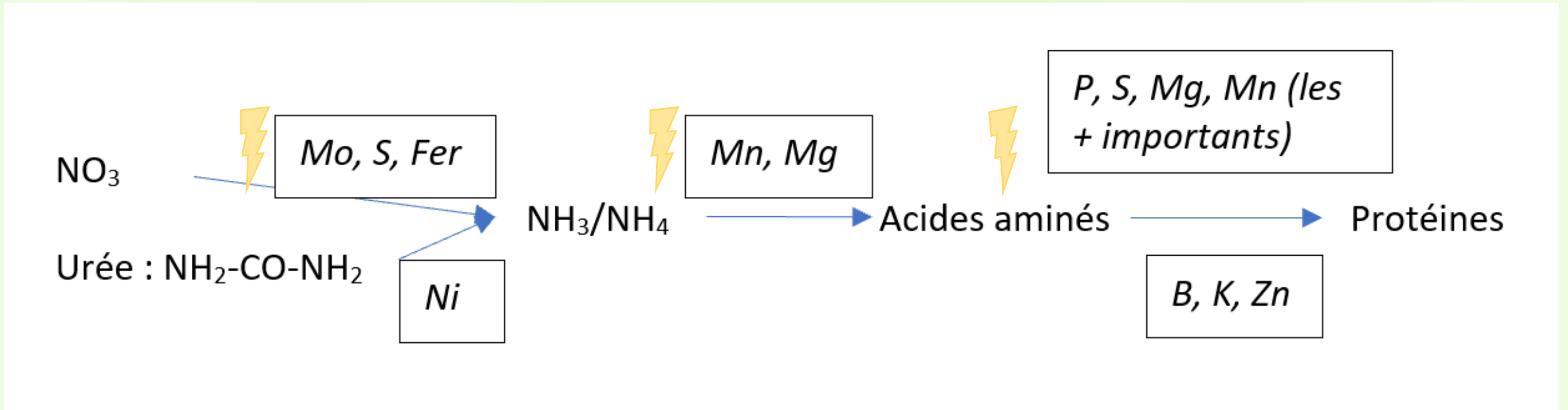
Mineral	Current Level	Optimum				
Total Sugars	%	8,1	0,7 - 3,4	[Bar chart showing 8.1% current level vs 0.7-3.4% optimum]		
pH		6,4	6,2 - 6,6	[Bar chart showing 6.4 pH current level vs 6.2-6.6 optimum]		
EC	mS/cm	14,8	13,6 - 17,1	[Bar chart showing 14.8 mS/cm current level vs 13.6-17.1 optimum]		
K - Potassium	ppm	8342	5800 - 7650	[Bar chart showing 8342 ppm current level vs 5800-7650 optimum]		
Ca - Calcium	ppm	867	535 - 965	[Bar chart showing 867 ppm current level vs 535-965 optimum]		
K / Ca		9,62		[Bar chart showing 9.62 ratio current level]		
Mg - Magnesium	ppm	237	200 - 400	[Bar chart showing 237 ppm current level vs 200-400 optimum]		
Na - Sodium	ppm	68	26 - 178	[Bar chart showing 68 ppm current level vs 26-178 optimum]		
NH4 - Ammonium	ppm	553	210 - 625	[Bar chart showing 553 ppm current level vs 210-625 optimum]		
NO3 - Nitrate	ppm	<20	< 350	[Bar chart showing <20 ppm current level vs <350 optimum]		
N in Nitrate	ppm	<5	< 79	[Bar chart showing <5 ppm current level vs <79 optimum]		
N - Total Nitrogen	ppm	4279	1870 - 3670	[Bar chart showing 4279 ppm current level vs 1870-3670 optimum]		
Cl - Chloride	ppm	730	630 - 1700	[Bar chart showing 730 ppm current level vs 630-1700 optimum]		
S - Sulfur	ppm	514	280 - 580	[Bar chart showing 514 ppm current level vs 280-580 optimum]		
P - Phosphorus	ppm	658	280 - 520	[Bar chart showing 658 ppm current level vs 280-520 optimum]		
Si - Silica	ppm	58,0	38,6 - 67,4	[Bar chart showing 58.0 ppm current level vs 38.6-67.4 optimum]		
Fe - Iron	ppm	4,52	2,45 - 5,05	[Bar chart showing 4.52 ppm current level vs 2.45-5.05 optimum]		
Mn - Manganese	ppm	20,98	2,60 - 6,90	[Bar chart showing 20.98 ppm current level vs 2.60-6.90 optimum]		
Zn - Zinc	ppm	2,85	1,55 - 3,10	[Bar chart showing 2.85 ppm current level vs 1.55-3.10 optimum]		
B - Boron	ppm	2,91	0,60 - 1,70	[Bar chart showing 2.91 ppm current level vs 0.60-1.70 optimum]		
Cu - Copper	ppm	0,61	0,50 - 0,95	[Bar chart showing 0.61 ppm current level vs 0.50-0.95 optimum]		
Mo - Molybdenum	ppm	0,36	0,10 - 0,35	[Bar chart showing 0.36 ppm current level vs 0.10-0.35 optimum]		
Al - Aluminium	ppm	1,76		[Bar chart showing 1.76 ppm current level]		





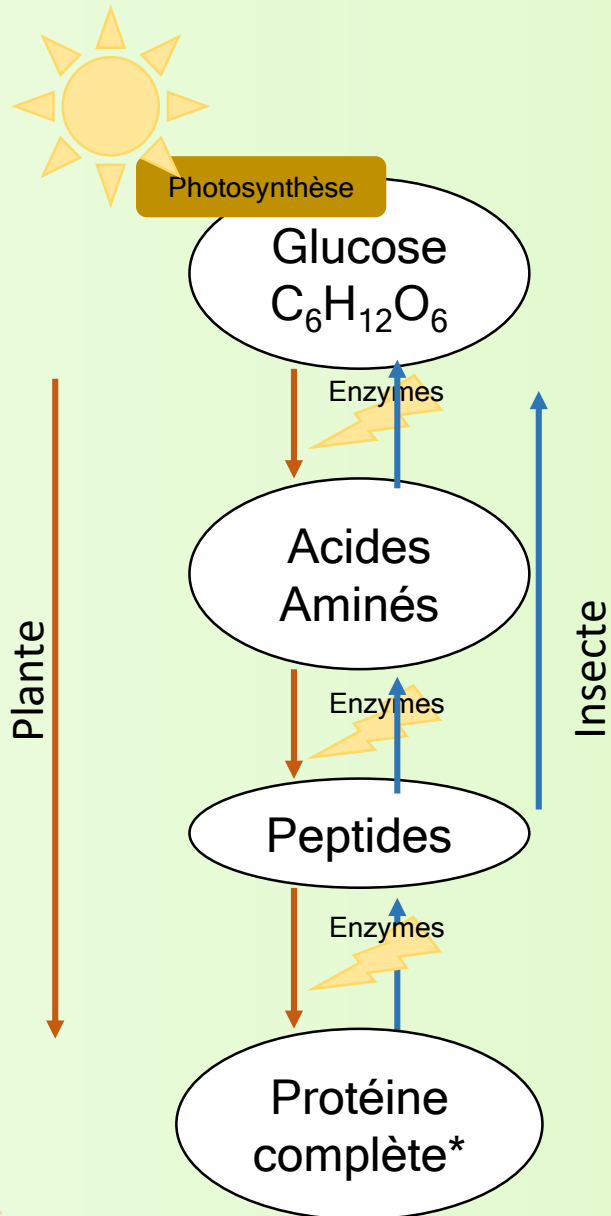
# Convertir N

Nutriments > enzymes > métabolisme



Les enzymes → permettre aux plantes d'accélérer la digestion, aide a la dissolution des engrais.

# De la photosynthèse à la protéine



- Plus la photosynthèse est efficace plus il y aura de glucose
- Besoins des oligoéléments dans les réactions pour la création des protéines complètes
- Plus la transformation est efficace, moins il y a de sucres simples moins il y a aura de risques de maladies
- Les insectes ne possèdent pas tous l'ensemble des enzymes nécessaire à la dégradation des produits complexes → la plante ne sera alors pas source d'alimentation



# Magnésium

cation - moyennement mobile 250 - 430 ppm / culture blé

Mg - Magnesium	ppm	547	250 - 430	1	
	ppm	490		2	

## Action +

Conversion efficace du NO<sub>3</sub>

Croissance saine

Important dans la production de chlorophylle

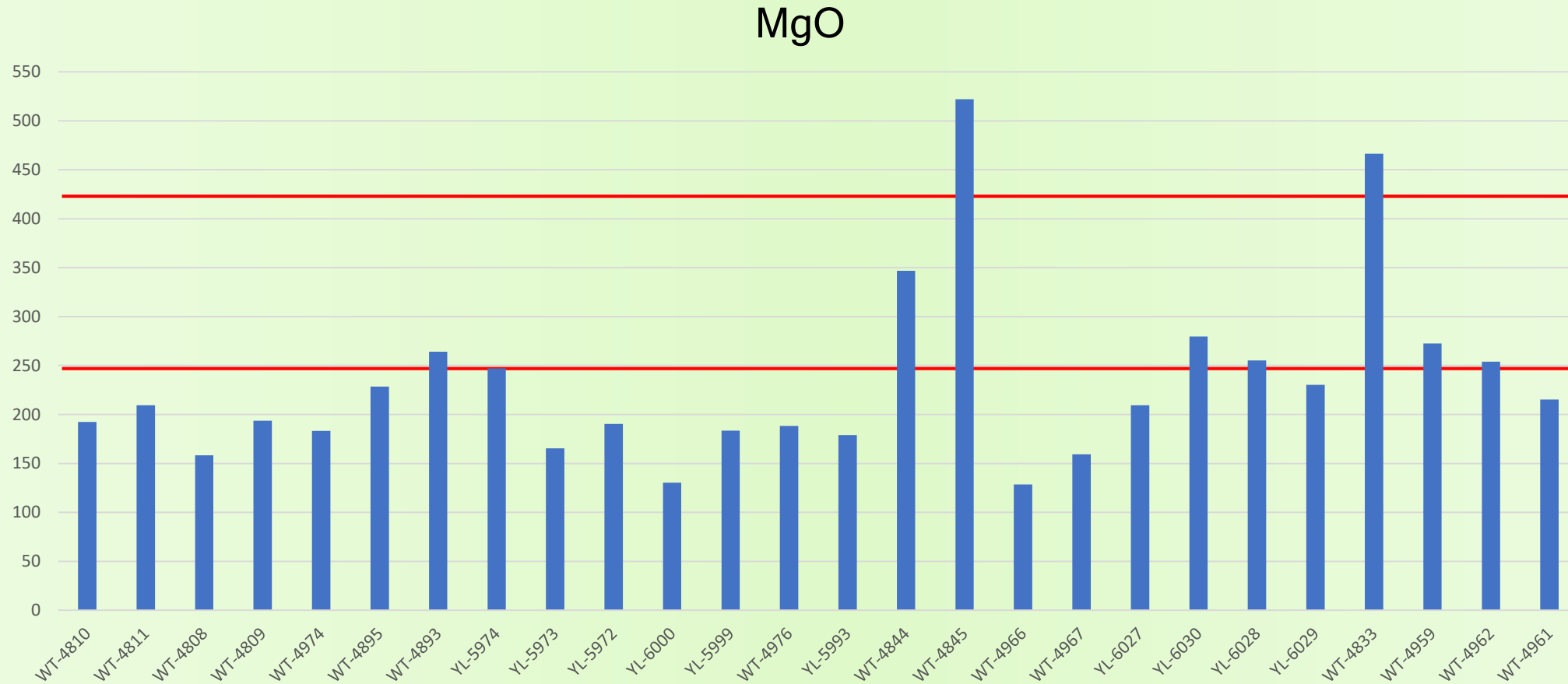
## Action -

Beaucoup de Mg résulte en une plus faible quantité de K et Ca absorbée

## Autres

Diminué si K ou Ca en excès

# Magnésium - cation moyennement mobile 250 - 430 ppm / blé



*17 sur 26 ne se sont pas correctement alimentés*

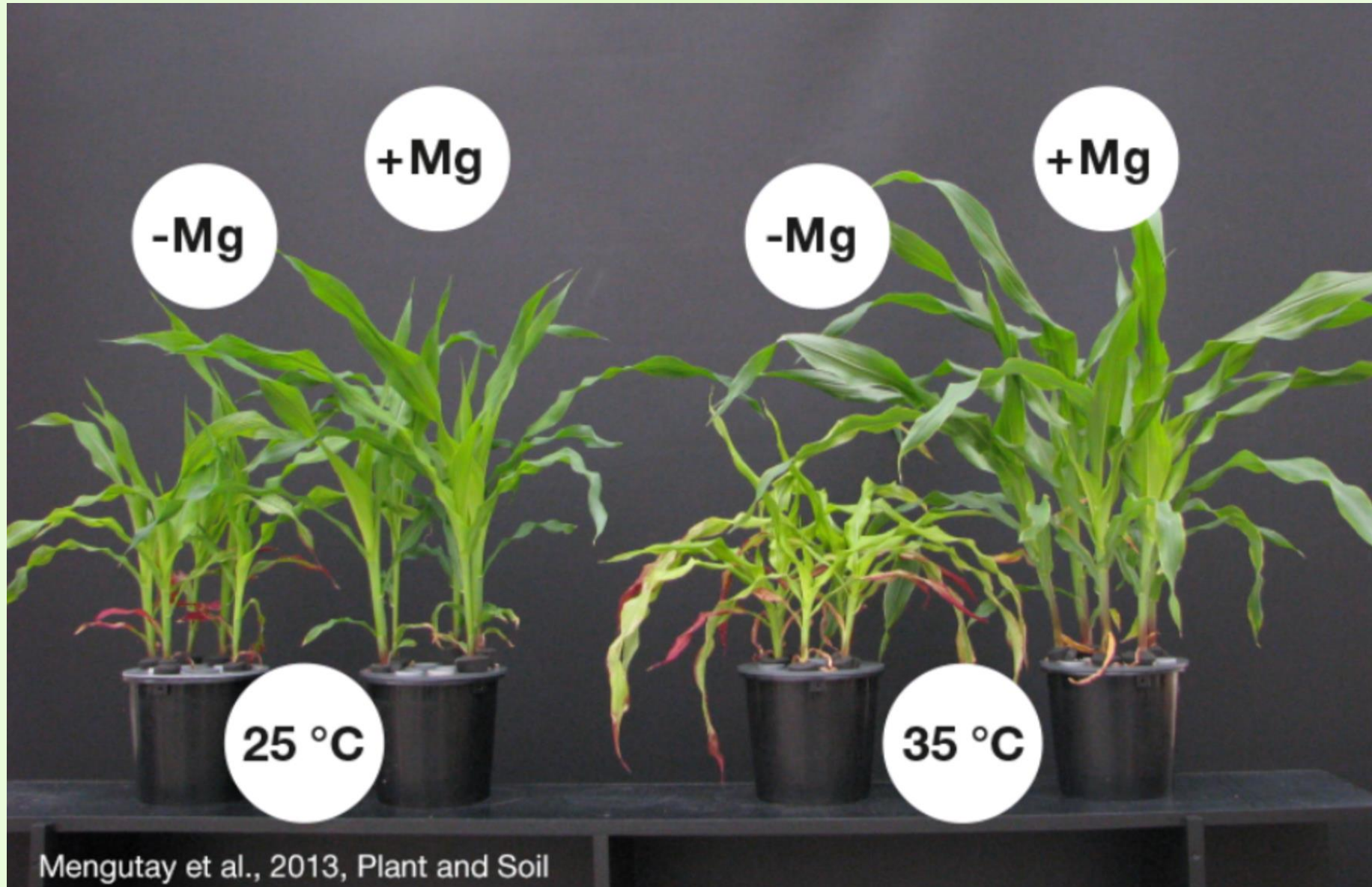


# Le Magnésium (Mg)

- Composant essentiel de la chlorophylle
- Activement impliqué dans la photosynthèse
- Co-facteur enzymatique
- Aide dans le métabolisme du phosphate
- Mg est un cofacteur essentiel pour la conversion de d'azotes en formes plus stables d'acide aminé, peptides et protéines
- Active différents systèmes enzymatiques
- Trop d'azote dans la plants → on peut appliquer du Mg et cela va réduire la concentration en azote de la plante.
- Avec un niveau en dessous de 10 % de la CEC du sol, toutes les cultures souffrent → **Très mauvaise absorption d'azote**



# Teneur de Mg et stress thermique



Mengutay et al., 2013, Plant and Soil



# Soufre - Anion immobile 360 - 590 ppm / culture blé

S - Sulfur	ppm	928	360 - 590	1	
	ppm	1066		2	

## Action +

Conversion efficace du NO<sub>3</sub>

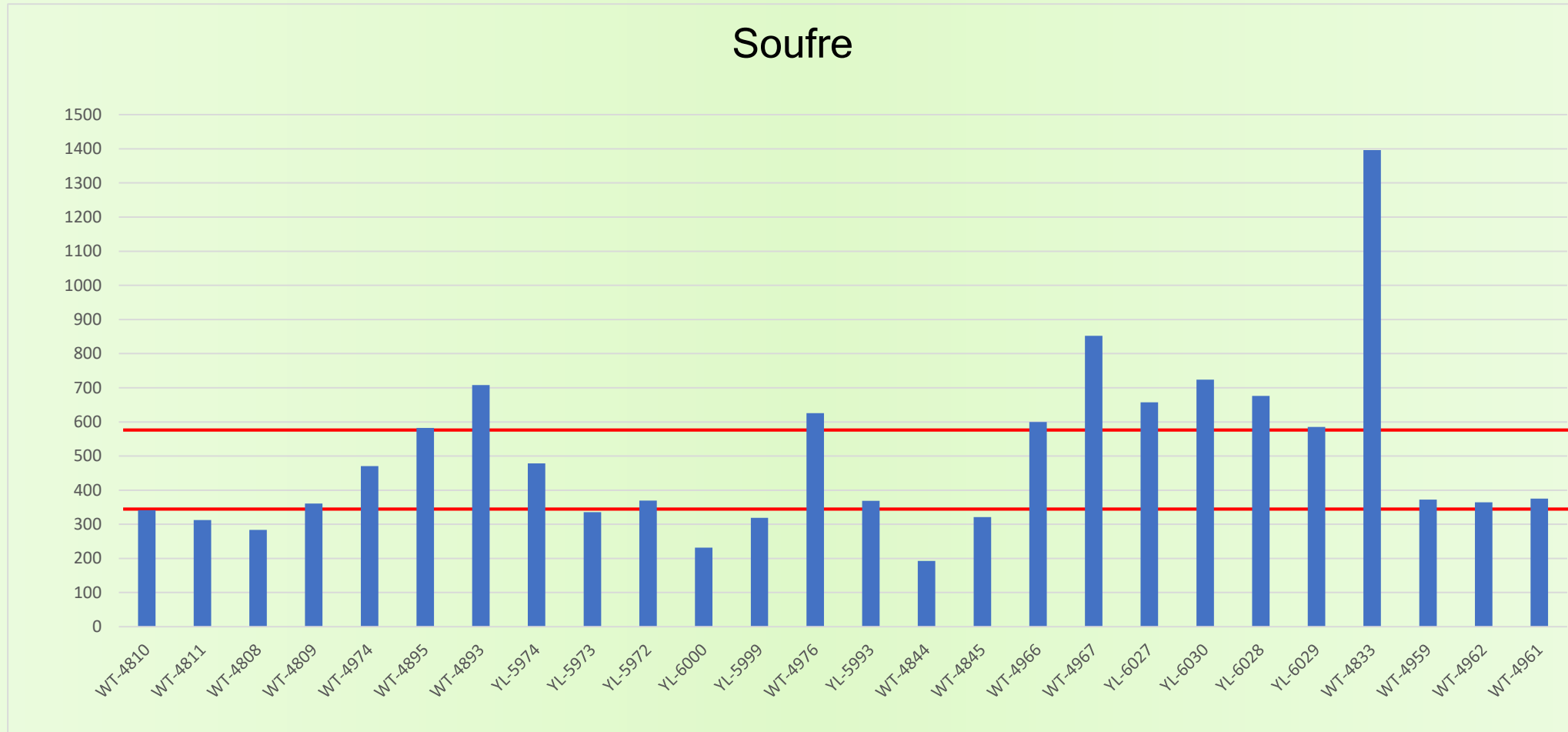
Croissance saine

Important dans la production des protéines

## Action -

Conditions acides dans le sol, le pH chute et excès d'absorption de Mn, jusqu'à atteindre des concentrations toxiques

# Soufre - anion immobile 360 - 590 ppm / blé





# Fer - Anion immobile 2,60 - 4,95 ppm / culture blé

Fe - Iron	ppm	5,05	2,60 - 4,95	1	
	ppm	3,91		2	

## Action +

Essentiel à l'assemblage de la chlorophylle

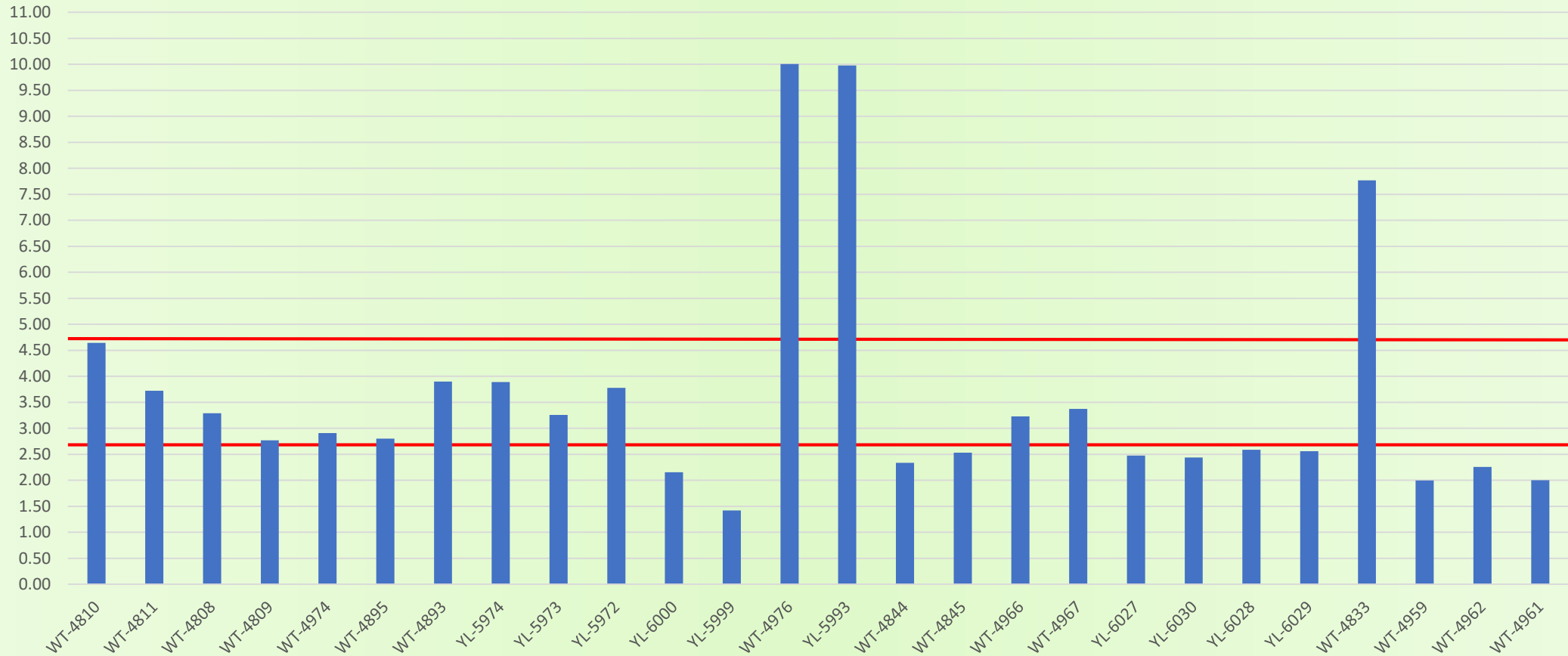
Couleur verte de la feuille, sans tâches, évite des plantes jaunâtres

## Action -

Un taux élevé de Fe résulte en une faible absorption de Mn et Zn

# Fer - Anion immobile 2,60 - 4,95 ppm / blé

## Fer



*9 sur 26 ne se sont pas correctement alimentés*



# Bore

Cation immobile 0,40 - 1,20 ppm / culture blé

B - Boron	ppm	3,20	0,40 - 1,20	1	----- ----- -----		
	ppm	1,10		2	----- ----- -----		

## Action +

Améliore absorption et mobilité du Ca

Stimule l'absorption de Ca

Assure une attache ferme du fruit à la vigne, limite le jaunissement des calices

Améliore la fructification

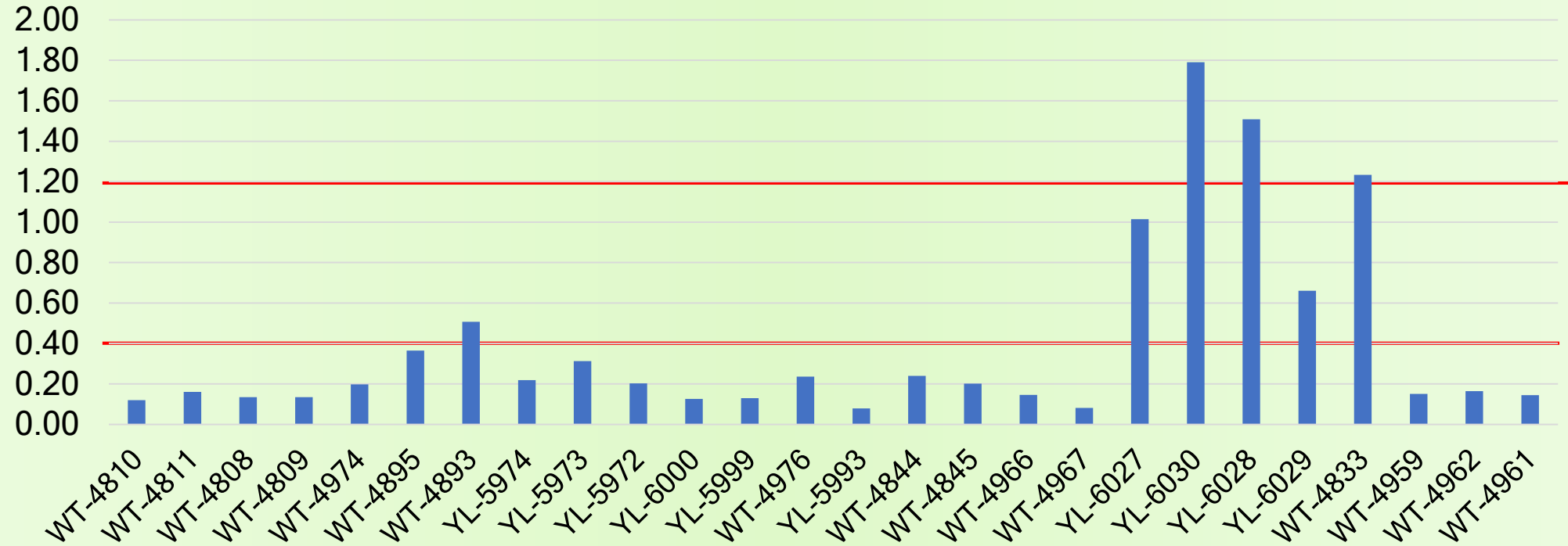
## Action -

Toxiques pour les plantes, décoloration de la pointe de la première feuille, suivie d'une sénescence de la plante

# Bore

Cation immobile 0,40 - 1,20 ppm / culture blé

## Bore



*23 sur 26 ne se sont pas correctement alimentés*



# Fer - Anion immobile 2,60 - 4,95 ppm / culture blé

Fe - Iron	ppm	5,05	2,60 - 4,95	1	
	ppm	3,91		2	

## Action +

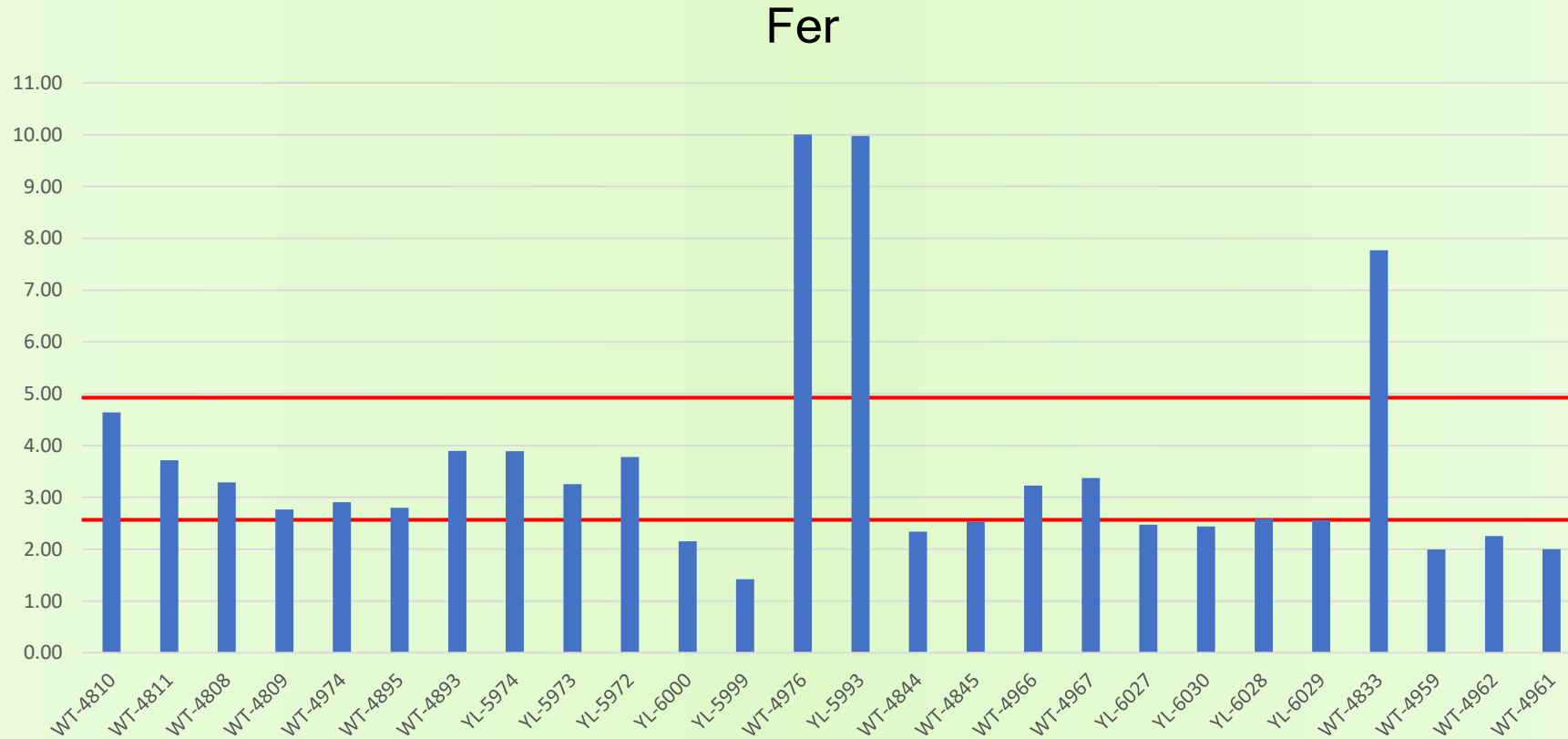
Essentiel à l'assemblage de la chlorophylle

Couleur verte de la feuille, sans tâches, évite des plantes jaunâtres

## Action -

Un taux élevé de Fe résulte en une faible absorption de Mn et Zn

# Fer - Anion immobile 2,60 - 4,95 ppm / culture blé



*8 sur 26 ne se sont pas correctement alimentés*



# Molybdène

Cation immobile 0,05 - 0,20 ppm / culture blé

Mo - Molybdenum	ppm	0,12	0,05 - 0,20	1	
	ppm	0,17		2	

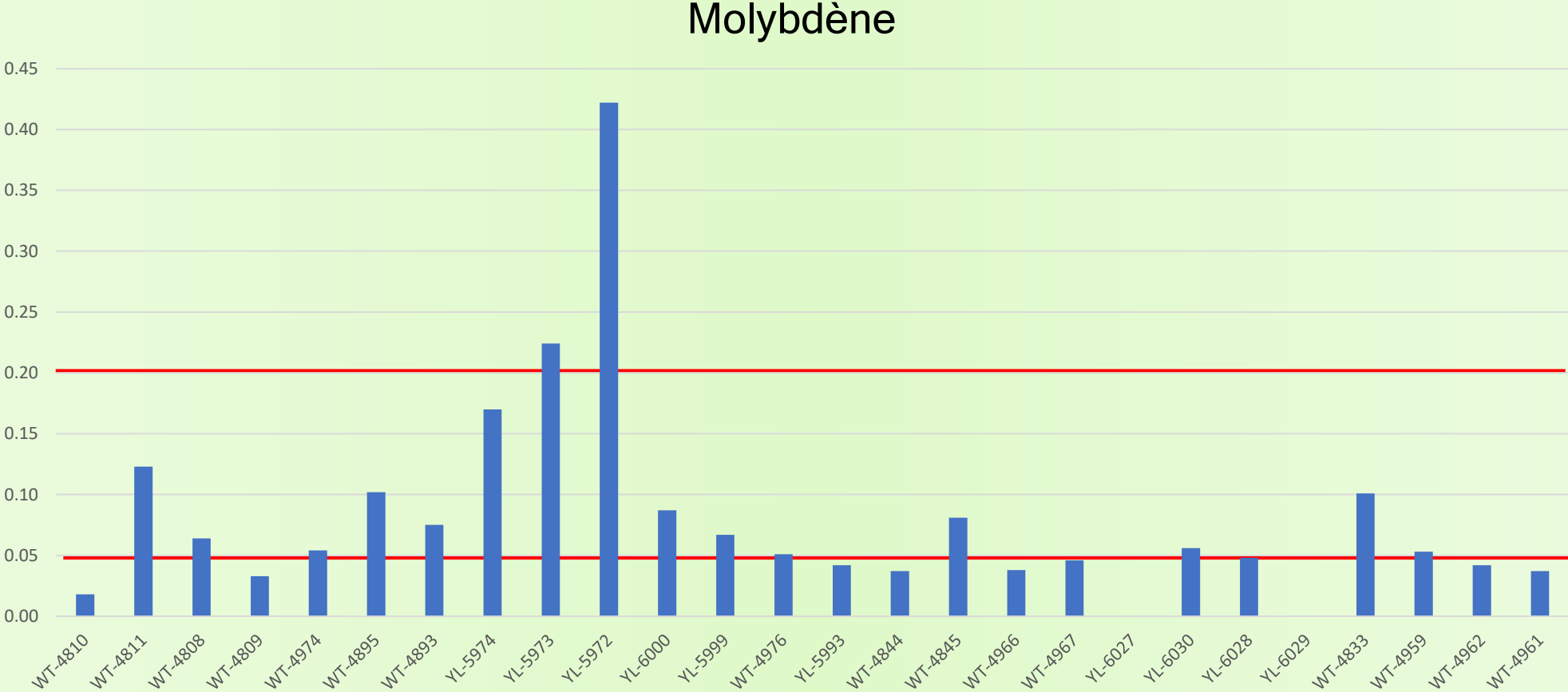
## Action +

Conversion des nitrates en acides aminés, protéines et peptides

## Action -

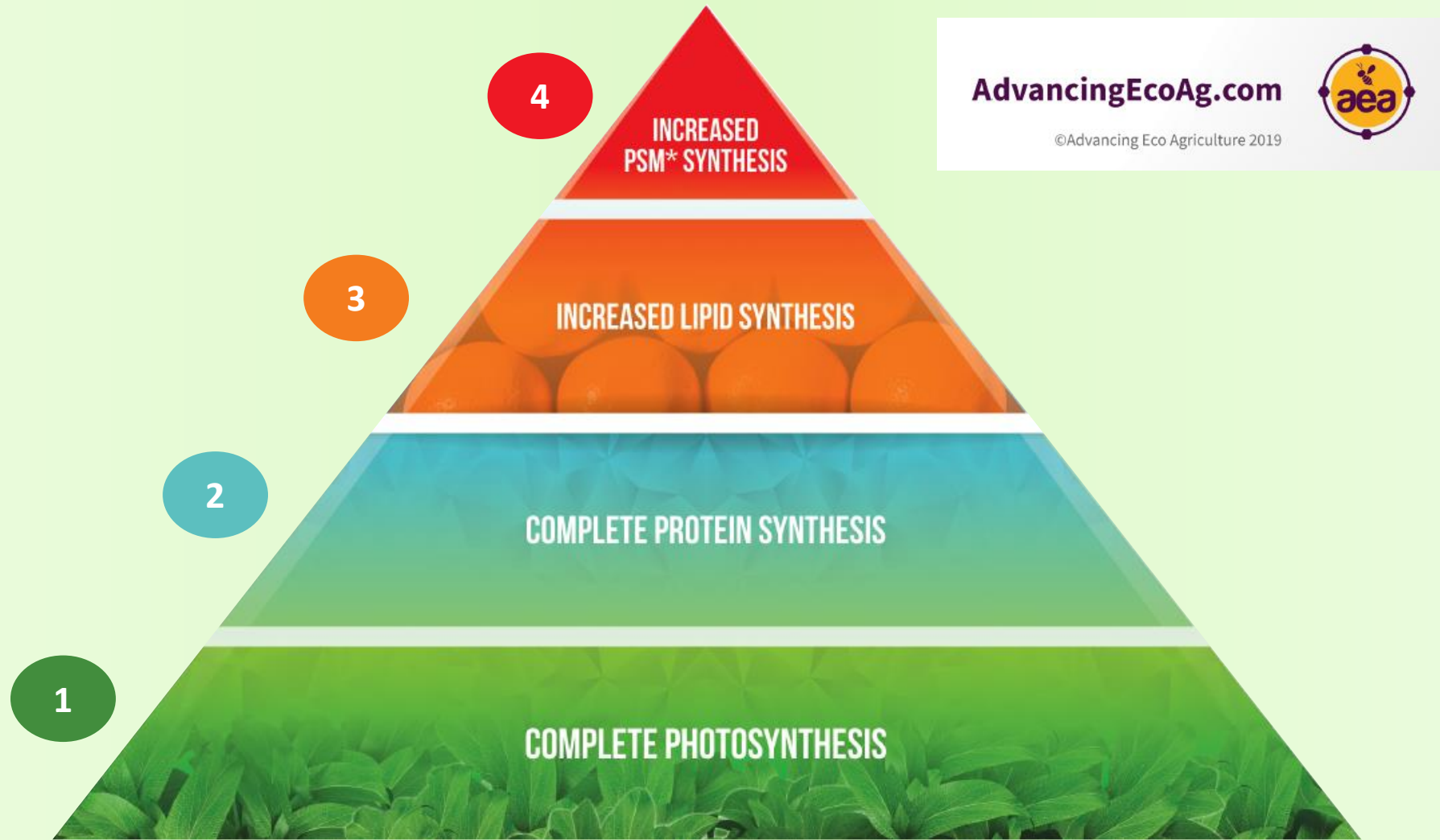
Peut-être toxique si les concentrations sont trop élevées

# Molybdène - Cation immobile 0,05 - 0,20 ppm / culture blé



*12 sur 26 ne se sont pas correctement alimentés*

# Pyramide de la santé de la plante, selon John Kempf



4 étapes: photosynthèse, synthèse de protéine, synthèse élevée de lipides, synthèse élevée de PSM



# Pyramide de la santé de la plante, selon John Kempf



Les plantes commencent à métaboliser rapidement les glucides qu'elles peuvent produire toutes les 24h (par photosynthèse) : transformer les sucres simples en sucres plus complexes et sophistiqués

Stade plus facile à atteindre : fonction directe de la nutrition = changement dans la chimie de la plante

Bonne nutrition ⇔ Photosynthèse efficace

## Niveau 1 : Photosynthèse accomplie / totale

Le taux de photosynthèse augmente → 150 % à 600%

Les glucides sont majoritairement sous forme complexe

→ Résistance face aux champignons du sol (Verticilium, Fusarium, Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora et autres)

Besoins : taux suffisants en Mg, Fe, Mn, N, P

(P: pas directement impliqué dans la photosynthèse mais dans le métabolisme des photosynthétats)

# Rhizoctonia



Racines de choux- fleures endommagés par Rhizoctonia



Rhizoctonia Solani sur carotte



Rhizoctone brun de la betterave



Rhizoctone brun de la pomme de terre

Les maladies causées par *Rhizoctonia* peuvent affecter les plantes à divers stades phénologiques. Le genre *Rhizoctonia* est présent dans tous les types de sol. La souche qui s'attaque aux [crucifères](#) préfère les sols frais et humides.

# Verticillium



Verticillium sur colza



Verticillium sur pomme de terre



Verticillium sur tournesol

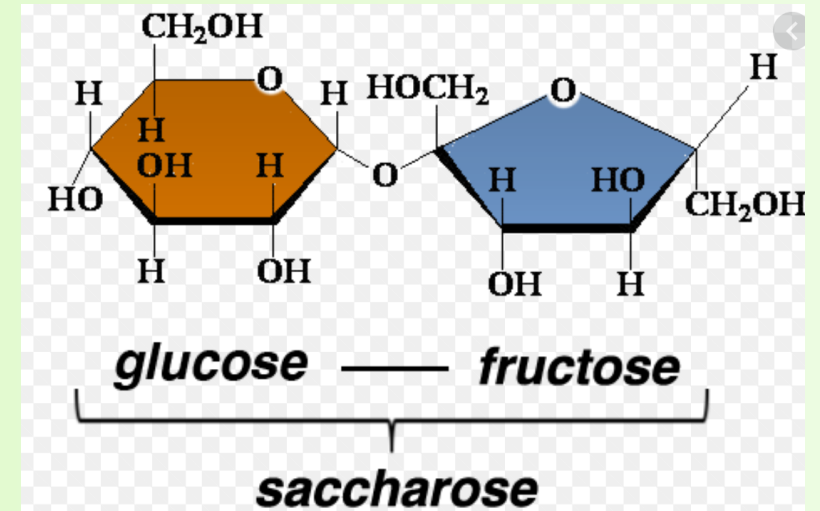
- Champignons du sol signalés dans de nombreux pays des zones tempérées et subtropicales.
- Plusieurs espèces de *Verticillium* sont susceptibles de s'attaquer aux légumes occasionnant des symptômes comparables.
- Très polyphages, ils affectent des gammes d'hôtes plus ou moins larges en fonction des espèces.
- Légumes connus affectés : aubergine en particulier, tomate, poivron, pomme de terre, artichaut, laitue, choux, fraisier, rosier, aster, chrysanthème, tabac, coton, diverses adventices (morelle noire, amarante)



# Transformation des sucres - ravageurs

Différentes formes de sucres dans la plante

- Sucres simples et réducteurs : glucose, fructose
- Sucres complexes : saccharose



Objectif pour une plante en bonne santé : transformation des glucoses et fructoses produits par la photosynthèse en saccharose pour stockage

En 24h: transformer 100% des produits issus de la photosynthèse

→ Avoir un brix élevé mais une concentration en sucres réducteurs très faible

Les sucres réducteurs sont détectés par les insectes et autres pathogènes

→ Rend la plante plus susceptible aux attaques

*Source: John Kempf & Don Hubert*

# Equilibre - sucres - ravageurs

Des taux élevés de fructose et glucose sont un problème lorsqu'ils ne peuvent être transformés en saccharose → lorsqu'ils y a d'autres facteurs de stress

Exemple du Manganèse :

- Le Mn est nécessaire pour l'enzyme (saccharose phosphate synthase) qui converti le glucose et le fructose en saccharose pour le stockage
- Si carence en Mn → concentration élevée en sucres réducteurs → Augmente attirance des insectes

Les sucres réducteurs qui ne peuvent être stockés sont libérés par les systèmes racinaires : ce sont ces exsudats qui attirent pythium, phytophthora, aphanomycètes et autres pathogènes racinaires

→ Carence → conversion impossible → pathogènes aériens et racinaires

→ Lorsque les plantes commencent à être équilibrées en terme d'éléments nutritifs, les problèmes diminuent

# Pyramide de la santé de la plante, selon John Kempf

Synthèse complète des protéines

Stade plus facile à atteindre : fonction directe de la nutrition = changement dans la chimie de la plante

Bonne nutrition ⇔ Photosynthèse efficace

## Niveau 2 : Synthèse totale des protéines

Le même processus à lieu pour l'azote : les niveaux de nitrate, d'ammoniaque et d'acides aminés diminuent très rapidement dans la sève : ils sont rapidement transformés en protéines ==> taux élevés de protéines et faibles taux d'acides aminés à chaque cycle de 24h

→ Résistance aux insectes au système digestif simple, notamment les larves et les insectes suceurs.

Besoins : quantités suffisantes de Mg, S, Mo, B

*(B n'est pas directement impliqué dans la synthèse des protéines mais apporte une résistance aux insectes pathogènes supplémentaire)*



# Pyramide de la santé de la plante, selon John Kempf

Augmentation synthèse  
des lipides

Stade plus difficile à atteindre : indispensable d'avoir un processus digestif microbien dans le sol vigoureux = changement dans la biologie

Bonne biologie ⇔ Fournie éléments nutritifs sous forme de métabolites microbiens ⇔ Stockage de lipides

## Niveau 3 : Synthèse des lipides augmentée

Absorption des éléments nutritifs sous forme de métabolites microbiens qui sont très efficaces énergétiquement

- Stockage du surplus d'énergie sous forme de lipides
- Cires et huiles sur les feuilles = Barrière de protection contre les enzymes pectolytiques
- Meilleure résistance aux pathogènes aériens bactériens et fongiques
  - Rouille, mildiou...

Besoins : microbiome végétal très dynamique et agressif dans la rhizosphère

⇔ Bonne biologie, active et efficace

# Pyramide de la santé de la plante, selon John Kempf

Augmentation  
synthèse des PSM

Stade plus difficile à atteindre : indispensable d'avoir un processus digestif microbien dans le sol vigoureux = changement dans la biologie

Bonne biologie ⇔ Fournie éléments nutritifs sous forme de métabolites microbiens ⇔ Stockage de lipides

## **Niveau 4 : Synthèse augmentée des métabolites secondaires de la plante**

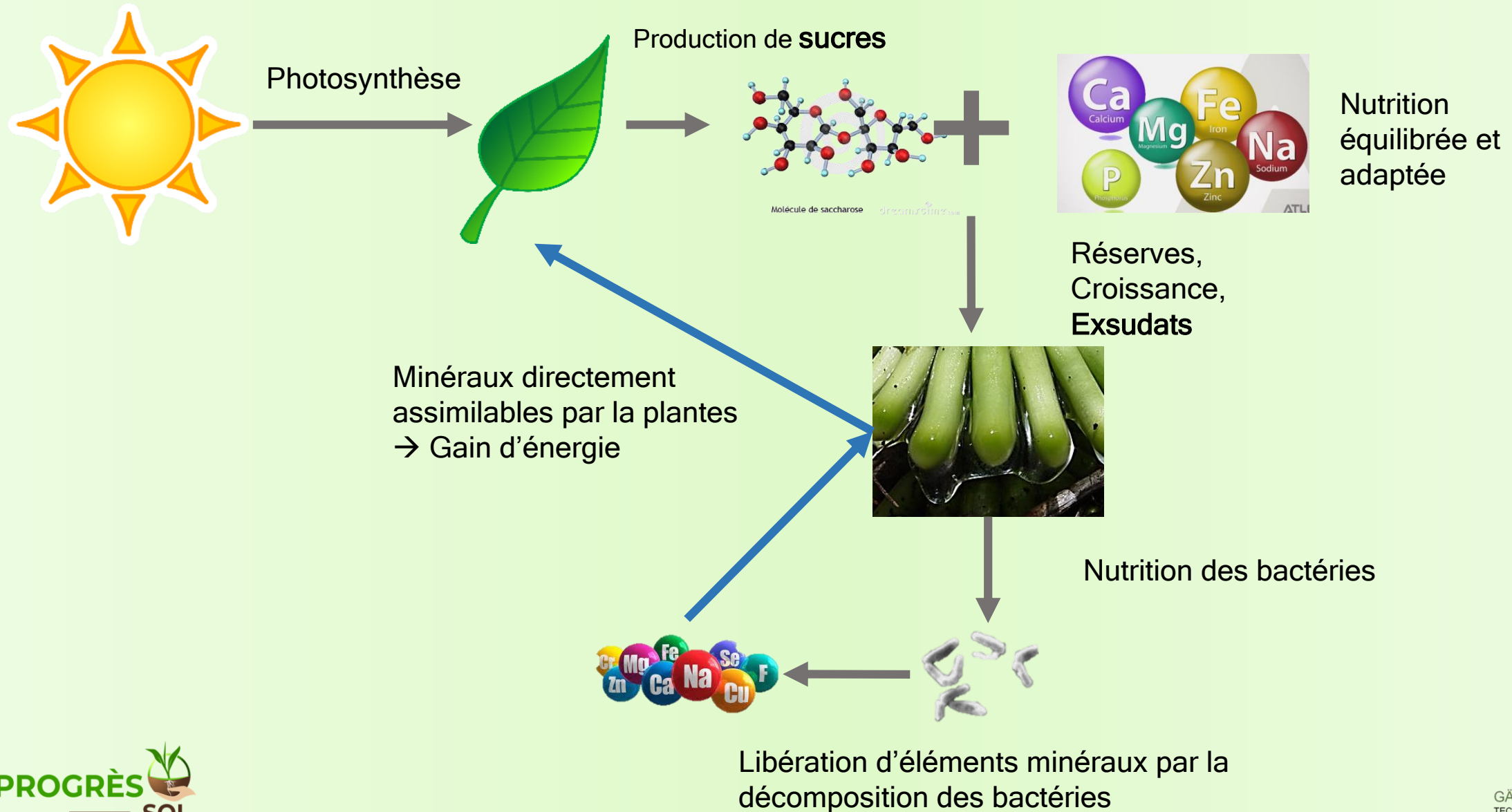
Microorganismes dans rhizosphère et phyllosphère enclenchent les réponses immunitaires → Concentration supérieure en composants immunitaires et métabolites secondaires de la plante

→ Plus de résistance face aux rayonnements ultraviolets, surpâturage, aux insectes avec un système digestif beaucoup plus complexe tels que les coléoptères.

→ Besoins: les bons microorganismes dans le microbiome végétal pour déclencher la réponse immunitaire

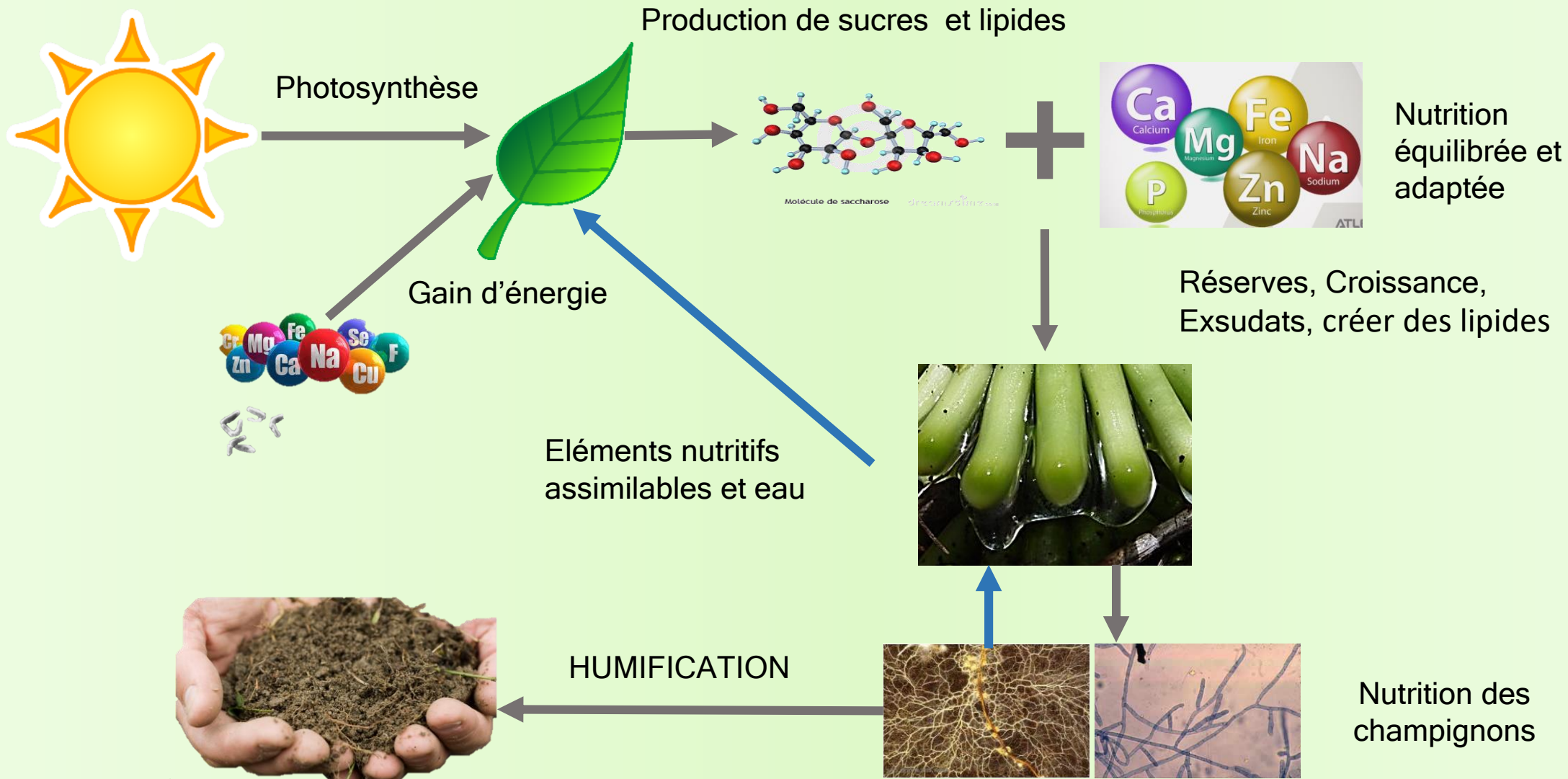
→ (PSM → métabolisme secondaires des plants; PSM -> protection, système immunitaire fonctionnel)

# Nutrition adaptée 1/2 - Nutrition des bactéries

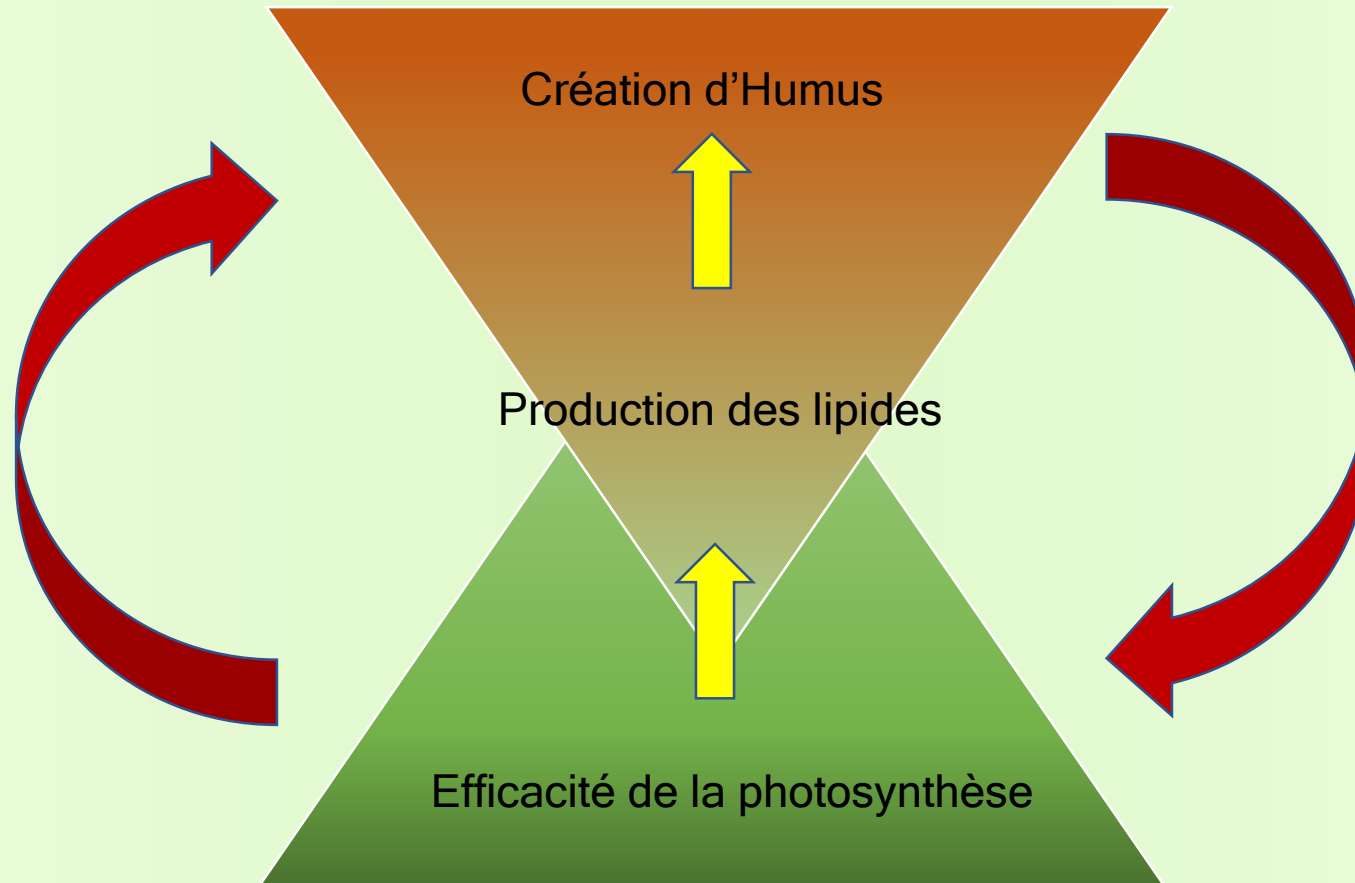




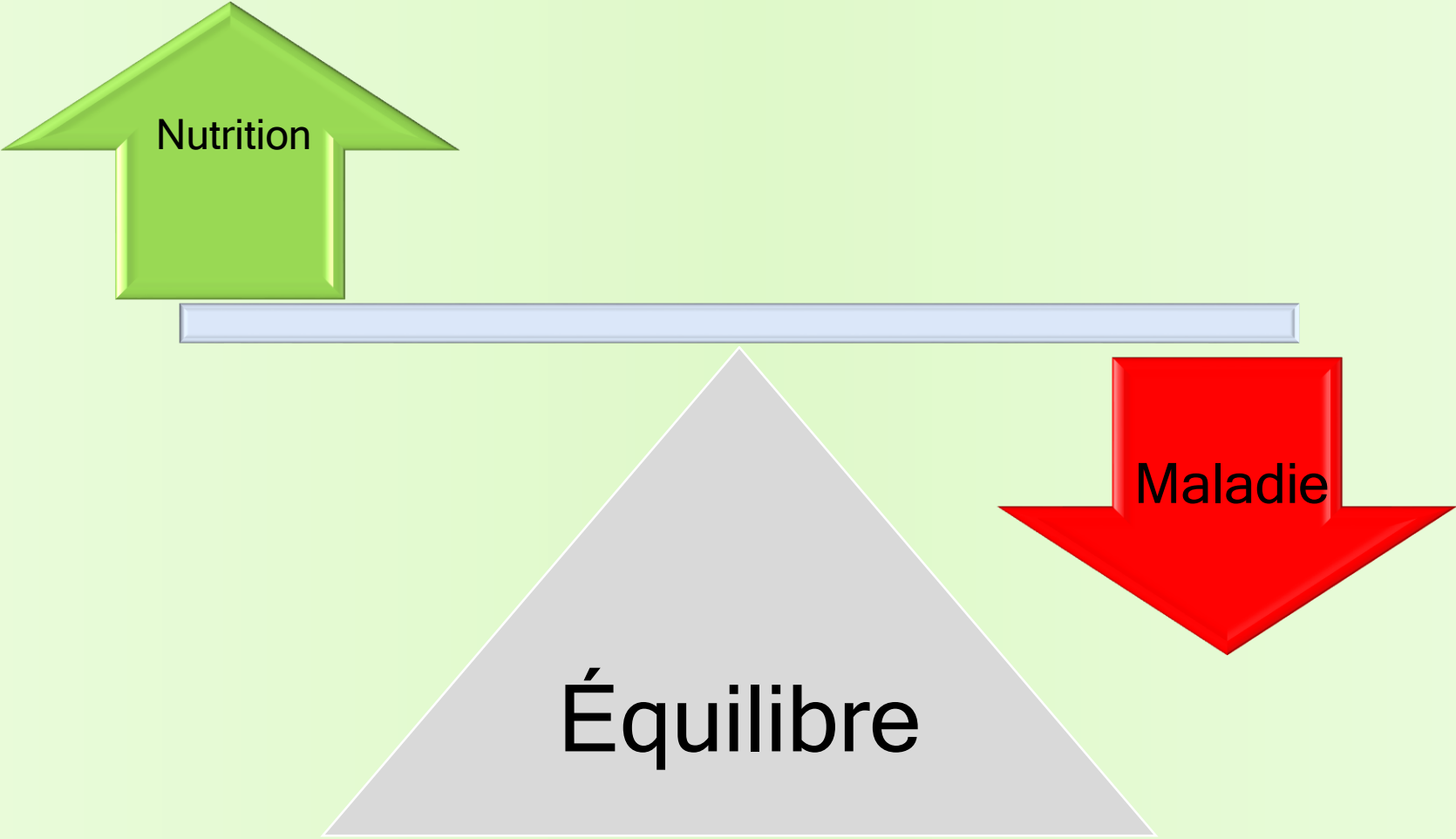
# Nutrition adaptée 2/2 - Nutrition des champignons



# La photosynthèse et l'humus



# Équilibre de la nature → la nutrition contre la maladie





# *Les plantes malsaines créent un sol malsain*

## *Des plantes saines créent un sol sain*

- Les plantes apportent le carbone, les sucres, l'énergie
- Qui sert de source de carburant et de substrat pour développer des populations microbiennes
- Qui construisent de la matière organique et minéralisent les nutriments et les rendent disponibles aux plantes
- Les substances humiques et le complexe argilo humique sont le résultat de l'apport des plantes à l'écosystème



# Merci pour votre attention



Alfred Gässler  
Ferme de la Justice  
F - 60110 Amblainville  
+33 3 44 52 14 71  
agassler@gassler.fr  
www.gassler-techniquesdusol.fr