

L'analyse de sève en grandes cultures

G. Dhellemmes et C. Fontaine
Agronomie Eurofins Galys

www.eurofins-galys.com



- Présentation de l'outil « TopDiag » : éléments mesurés, comment, résultats et commentaires rendus
- L'analyse au labo : préparation, extraction des sucs, dosages
- Base de donnée et référentiels d'interprétation
- Précision de la méthode et cultures gérées / testées
- En conclusion, les intérêts de l'outil





➤ **Principe de l'analyse:**

C'est une analyse en temps réel des éléments minéraux et organiques du flux de sève. Cette sève est extraite par une pression contrôlée sur les tissus conducteurs.

➤ **Objectif :**

Contrôler les éléments réellement absorbés par le végétal à un instant précis, ainsi que son activité métabolique afin d'anticiper les déséquilibres nutritionnels.

Le but ultime est d'obtenir un équilibre minéral instantané optimisé en apportant « ce qu'il faut , comme il faut et quand il faut » au cours du cycle cultural.



➤ Les origines :

- Les premiers travaux remontent à 1960 :

MAGNITSKY K.P., 1960

« *The diagnostics of mineral nutrition of plants according to chemical composition of leaves* ». *Ame. Inst. of Bio. Sci.*, 8. Pages 159 - 179.

ROUTCHENKO W., 1959 (1)

« *Nouvelle méthode de contrôle de la nutrition des plantes et de diagnostic des déficiences du sol* » *Agriculture*, 214. Pages 205 - 206.

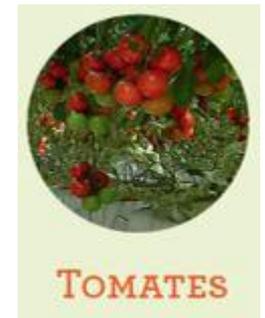
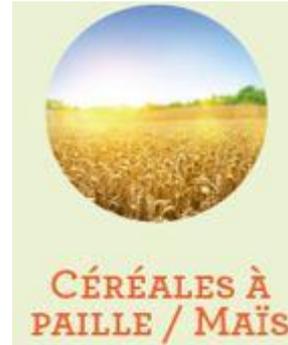
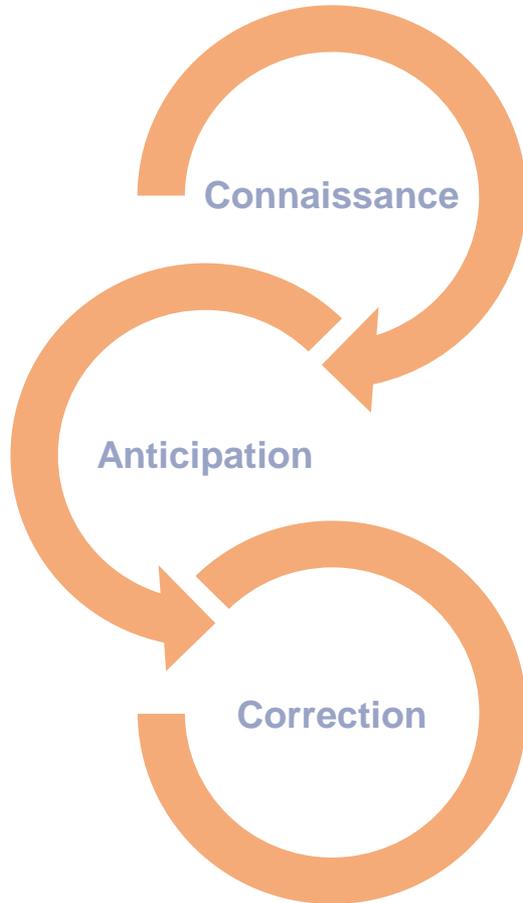
ROUTCHENKO W., 1959 (2)

« *La méthode de contrôle de la nutrition des plantes par l'analyse de leurs sucs : les premiers essais d'application* » *Agriculture*, 217. Pages 227 - 229.

INRA – Centre de Recherches Agronomiques du Sud Ouest.

- La technique va se développer d'abord en France (Compagnie du Bas Rhône Languedoc, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse) et en Espagne (Institut d'Edafologie et de Biologie Végétale de Madrid, Faculté de Grenade) puis dans le nord de l'Europe (Pays Bas), aux USA (Université de Floride) et en Australie.
- Le principe d'analyse sur les jus extraits de tissus conducteurs est aujourd'hui repris par différentes sociétés et instituts techniques pour développer des outils destinés à piloter la nutrition, azotée notamment, de différentes cultures.
- Le laboratoire Eurofins GALYS a développé cette analyse pendant de nombreuses années en vigne, puis plus récemment un outil de mesure complet a été construit pour les contrôles de routine en grandes cultures.
- La base de cette technique a donc aujourd'hui plus de 60 ans ; elle est toutefois restée longtemps confidentielle pour plusieurs raisons :
 - elle nécessite quelques précautions lors du prélèvement,
 - elle demande un certain niveau d'équipement de laboratoire et une bonne maîtrise des techniques analytiques,
 - elle implique un délai de réalisation des analyses très court,
 - elle nécessite une bonne formation des utilisateurs quant à l'interprétation des analyses.

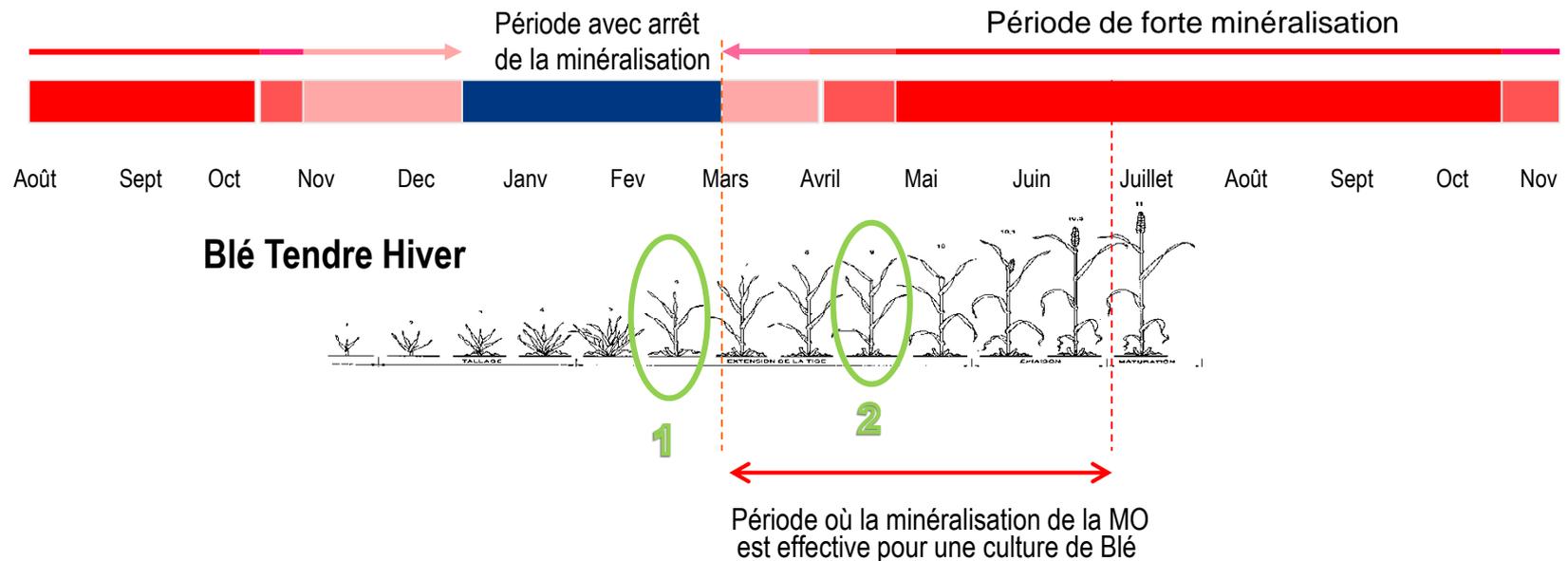
➤ Les cultures concernées :



➤ Quand réaliser l'analyse, exemple du blé :

Stades conseillés pour le prélèvement des pieds de blé :

- Entre fin tallage et 1 nœud (la minéralisation du sol est à peine amorcée) **1**
- Pour une surveillance des protéines : dernière feuille étalée **2**
- Stade où des apports de fertilisants au sol sont encore praticables
- Stade favorable aux apports foliaires



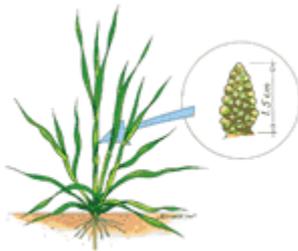
➤ Comment prélever :

❶ Où et quand prélever ?



Prélever de préférence du lundi au mercredi en début de matinée, avant la reprise d'activité de la plante

❷ Quelle partie de la plante prélever et combien ?



Prélever les pieds de céréales (racines + tiges) sur la même ligne

Arracher la plante et la **secouer** pour enlever la terre des racines

Couper la partie aérienne (au-dessus de 20 cm)

Envoyer le bas des plantes au laboratoire (avec les racines)

x 50

L'échantillon doit comporter **50 pieds et au minimum 35 pieds** (sauf si ils sont très secs)

PRESENTATION



➤ Un délai d'analyse TRES COURT : 3 à 4 jours à réception au labo



PRESENTATION



➤ Les éléments mesurés et le rendu sur le bulletin :

Menu de base : NO3, NH4, NST, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Bore,
Options : Sodium, Chlore, Molybdène, Silicium, et d'autres à venir...

L'échelle de valeur

elle permet de situer la teneur d'un élément comparé à un optimal souhaité pour la culture et le stade concernés.

La culture et le stade phénologique

Les 3 formes d'azote

Permet d'appréhender et comprendre la bonne cinétique de l'azote
(NST = azote soluble total (N protéique / acides aminés))

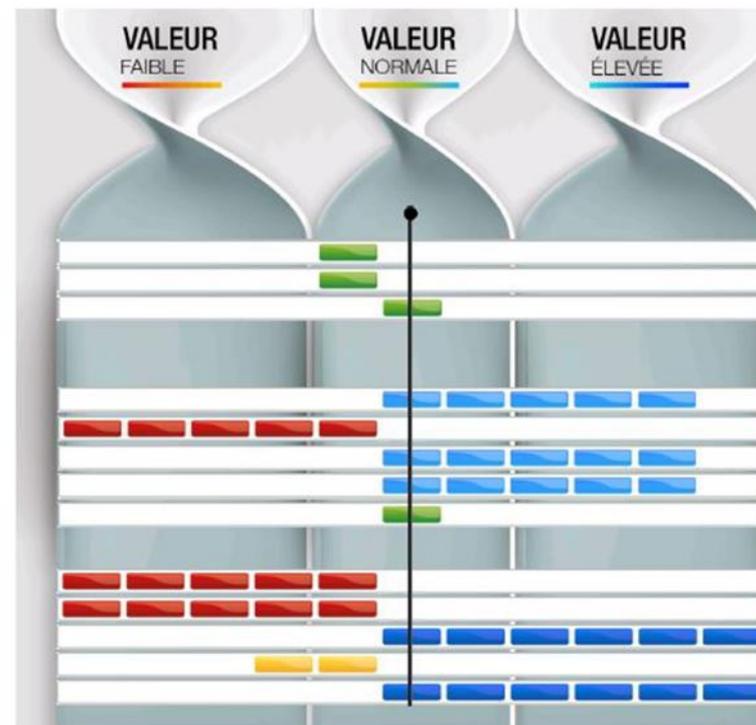
Les éléments majeurs et secondaires

Les oligo-éléments

Permet de connaître la teneur de chaque élément

Culture : BLE TENDRE
Stade : Epi 1 cm redressement

Descriptif	Valeur	Indice
Statut azoté (en mg/l)		
NO3		88
NH4		82
NST		95
Eléments majeurs (en mg/l)		
P		143
K		37
Ca		140
Mg		144
S		95
Oligo-éléments (en mg/l)		
Fe		5
Mn		10
Zn		165
Cu		70
B		180



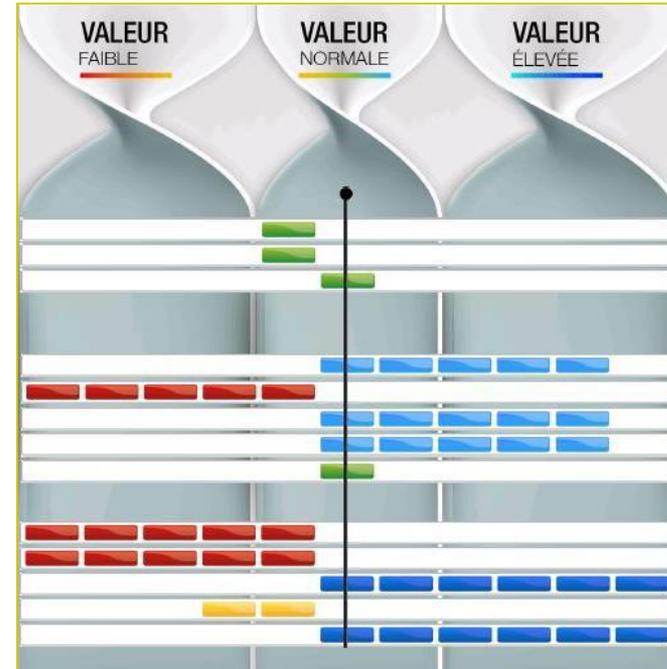
PRESENTATION



Culture : BLE TENDRE

Stade : Epi 1 cm redressement

Descriptif	Valeur	Indice
Statut azoté (en mg/l)		
NO3		88
NH4		82
NST		95
Eléments majeurs (en mg/l)		
P		143
K		37
Ca		140
Mg		144
S		95
Oligos-éléments (en mg/l)		
Fe		5
Mn		10
Zn		165
Cu		70
B		180



La valeur mesurée

Exprimée en mg/ de sève extraite.

L'Indice Top Diag

La valeur de chaque élément est indiquée par rapport à sa valeur normale attendue (base de l'indice 100).

Les valeurs faibles sont donc en dessous de l'indice 80 (plage jaune à rouge) et les élevées au-dessus de 120 (plages bleues).

Les valeurs normales correspondant à chaque indice changent en fonction du stade et de l'espèce considérée.

- Un commentaire détaillé accompagne chaque bulletin :

Commentaire de notre expert

Dans ce stade un à deux noeuds, l'azote est peu absorbé et se transforme encore suffisamment en protéines. Bien surveiller l'état de la minéralisation pour savoir si un à deux autres apports azotés seront nécessaires. Le rapport K/Ca est trop faible, l'apport foliaire potassique permettra de renforcer la résistance aux maladies cryptogamiques. L'apport de soufre est indispensable pour renforcer le taux de protéines. Pas d'apport magnésien pour l'instant. Les fortes teneurs en fer et en manganèse sont, si elles persistent, indicatrices de mauvaises conditions de milieu, veuillez limiter et raisonner leur apport. Le niveau de flux de zinc est correct, par contre celui du bore nécessite un apport de bore avant floraison.

Le soufre est en rapport direct avec le métabolisme de l'azote ; il est un catalyseur lors de la synthèse de la chlorophylle. Le potassium a un rôle dans la division cellulaire, dans la respiration et les réactions d'oxydo-réduction ; sans lui le rendement qualitatif est compromis et la résistance aux maladies et à la sécheresse limitée. Le bore intervient dans le métabolisme des glucides et leur transport ; d'où son importance dans les stades préfloraux ; il va jouer bientôt un rôle dans la fertilité et la germination du pollen ; en agissant sur les acides nucléiques, il renforce la synthèse protéique et il aura un rôle sur la lignification des tissus.

Surveillez la minéralisation azotée de votre sol ; l'absorption des deux éléments potassium et bore est freinée aussi ; attention donc à la concurrence en eau (maîtrisez les enherbements concurrentiels!).



Relié à un phrasier d'interprétation précis, constitué de thématiques successivement abordées en fonction des résultats analytiques.

- *Présentation de l'outil « TopDiag » : éléments mesurés, comment, résultats et commentaires rendus*
- L'analyse au labo : préparation, extraction des sucs, dosages
- Base de donnée et référentiels d'interprétation
- Précision de la méthode et cultures gérées / testées
- En conclusion, les intérêts de l'outil



➤ La préparation de l'échantillon :

La préparation des tissus conducteurs varie selon l'espèce. Dans le cas du blé par exemple, les tiges prélevées au champ sont séparées, puis elles sont coupées entre le plateau de tallage et le premier nœud. Les tronçons obtenus sont rincés brièvement puis séchés. Une cinquantaine de brins sont préparés.



➤ L'extraction des sucs par pressage :

La pression des tissus conducteurs est réalisée sur un matériel spécifique et unique, développé en interne. Il s'agit de presses hydrauliques contrôlées par un programme informatique permettant de gérer les cycles de pressage et d'ajuster les durées et pressions. Les jus sont collectés en sortie de chaque presse et stockés au réfrigérateur avant dosage. Le laboratoire dispose de plusieurs presses.

➤ Les dosages :



Préparation de nacelles en étain pour séchage puis dosage de l'**azote** en méthode **Dumas**



Première dilution puis centrifugation pour dosage des 8 à 12 **minéraux en ICP**

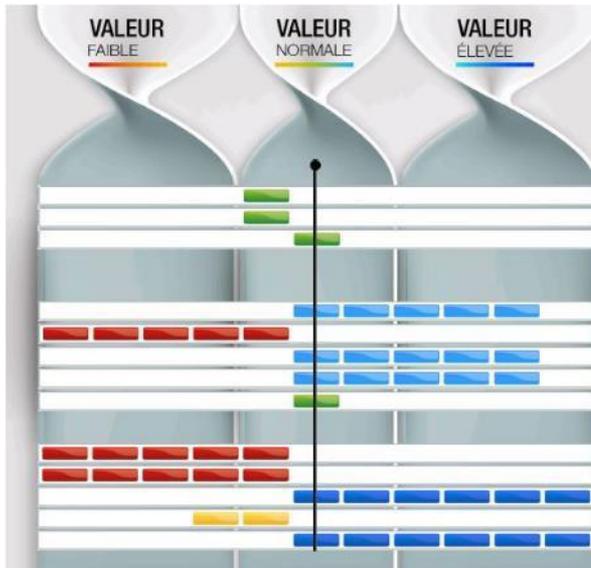


Seconde dilution pour dosage de **N-NH₄** et **N-NO₃** en colorimétrie par **flux continu (FIA)**.

- *Présentation de l'outil « TopDiag » : éléments mesurés, comment, résultats et commentaires rendus*
- *L'analyse au labo : préparation, extraction des sucs, dosages*
- Base de donnée et référentiels d'interprétation
- Précision de la méthode et cultures gérées / testées
- En conclusion, les intérêts de l'outil



Etablissement des normes d'interprétation



Base de donnée sur blé :

- Établi sur plus de 5 000 échantillons depuis plus de 10 ans.
- Essais pluriannuels via partenaires.
- Enrichi tous les ans.

→ **Détermination de valeur cible. Déterminant la valeur normalisée 100 (à l'équilibre).**

Etablis sur la base des paramètres suivants :

- Espèce (vigne, blé, orge, maïs, pomme de terre, melon, tomate, fraiser, framboisier, aubergine, concombre)
- Variété
- Stade
- Zone géographique
- Type de conduite culturale (densité, objectifs de rendement, plein champ, hors-sol ...)

Possibilité d'analyse comparative sur tout type de sève

Détermination des cibles et ref intervalles de l'aubergine

STADE	Eléments (mg/L)	N-NO3	N-NH4	N-NST	Phosphore	Potassium	Calcium	Soufre	Magnésium	Bore	Zinc	Cuivre	Manganèse
FLORAISON	Valeur cible= M						800,00						
	Inter=E						90,00						
NOUAISSON	Valeur cible= M						500,00						
	Inter=E						60,00						
DEBUT GROSSISSEMENT	Valeur cible= M						350,00						
	Inter=E						40,00						
FIN GROSSISSEMENT	Valeur cible= M						150,00						
	Inter=E						20,00						

Cibles établies selon :

- littérature
- Expérimentation interne
- Résultats cumulés

- Détermination d'une valeur unitaire d'écart pour établissements des intervalles d'interprétation.

Mise en place de grille d'interprétation par rapport aux valeurs cible et aux ratios

Priorisation de l'interprétation sur les points successifs suivants :

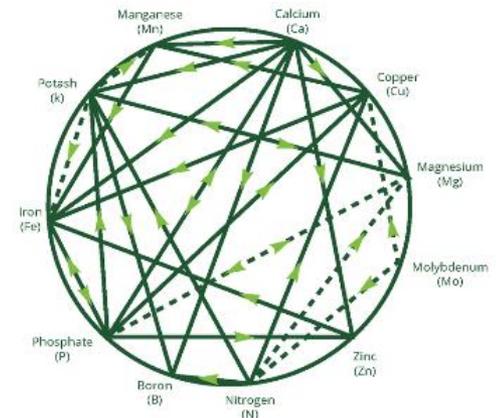
- Équilibre azoté : estime l'activité métabolique (aboutissement de la protéosynthèse).
- Phosphore : impact du phosphore selon le statut azoté
- Potassium et Calcium : voir les urgences des gestion en K et Ca
- Magnésium et soufre : Priorisation des interventions en S ou Mg
- Potassium et Magnésium : effets positifs ou négatifs de l'antagonisme K/Mg
- Oligo-éléments : déficiences ou excès et impact sur la photo et protéosynthèse, synergies.

INTERACTIONS ENTRE ELEMENTS		
ANTAGONISME	ELEMENTS MAJEURS	SYNERGIE
<p>$NH_4 \rightarrow MgO$</p> <p>$NH_4 \rightarrow Mn$</p> <p>$NH_4 \rightarrow Zn$</p> <p>En sol acides des apports élevés d'engrais ammoniacaux limitent l'assimilation de la magnésium, du manganèse et du zinc.</p> <p>$N \rightarrow Cu$</p> <p>Difficultés d'assimilation du cuivre si apports excessifs d'azote.</p>	<p>N</p>	<p>$NO_3 \rightarrow MgO$</p> <p>L'apport d'azote nitrique est favorable au sol pauvre en magnésium.</p>
<p>$P_2O_5 \rightarrow K_2O$</p> <p>En sol riche en magnésium, un excès de P_2O_5 provoquera un afflux de magnésium dans le végétal bloquant l'assimilation de K_2O.</p> <p>$P_2O_5 \rightarrow Zn$</p> <p>Blocage du zinc en terre riche en acide phosphorique sous forme de phosphate de zinc insoluble en milieu acide.</p> <p>$P_2O_5 \rightarrow Fe$</p> <p>En sol très riche en P_2O_5 blocage du fer par les phosphate sous formes de composés insolubles.</p>	<p>P₂O₅</p>	<p>$P_2O_5 \rightarrow MgO$</p> <p>Le phosphore améliore l'assimilation du magnésium en freinant celle du potassium.</p> <p>$P_2O_5 \rightarrow N$</p> <p>L'acide phosphorique favorise l'assimilation et la migration des nitrates.</p>
<p>$K_2O \rightarrow MgO$</p> <p>Un excès de potassium limite l'assimilation du magnésium. Il faut rechercher un équilibre - Rapport K_2O/MgO entre 2 et 3.</p> <p>$K_2O \rightarrow CaO$</p> <p>En terre décalcifiée de fortes fumures potassiques peuvent provoquer des carences calciques.</p> <p>$K_2O \rightarrow B$</p> <p>Carences en bore sur plantes sensibles provoquées par de fortes fumures potassiques.</p>	<p>K₂O</p>	<p>$K_2O \rightarrow N$</p> <p>Le potassium favorise la formation des protéines.</p> <p>Une nutrition potassique déficiente accompagnée d'une nutrition azotée normale, entraîne une accumulation d'azote minéral dans les tissus du végétal.</p>

- Interprétation selon les ratios entre éléments (exemple : $NO_3/NST/NH_4$ ou ratios Oligos)
- Lien avec la sensibilité aux parasites ou maladies en fonction de l'état de santé de la plante

Automatisation du process d'interprétation vu les délais de rendus et le volume traité.

Afin de valoriser au plus juste l'interprétation de ces analyses il convient de recontextualiser les résultats en fonction de l'état de la parcelle au moment du prélèvement et de l'historique cultural.



- *Présentation de l'outil « TopDiag » : éléments mesurés, comment, résultats et commentaires rendus*
- *L'analyse au labo : préparation, extraction des sucs, dosages*
- *Base de donnée et référentiels d'interprétation*
- **Précision de la méthode et cultures gérées/ testées**
- **En conclusion, les intérêts de l'outil**



➤ Cultures gérées :

Cultures gérées	Cultures possibles
BLE	Nous contacter
ORGE	
POMME DE TERRE	
MAIS	
AUBERGINE	
CONCOMBRE	
FRAISIER	
FRAMBOISIER	
MELON	
TOMATE	
VIGNE	

- Le laboratoire sait analyser actuellement les sèves sur 11 cultures.

- Il existe d'autres cultures où l'analyse est techniquement possible, et où des tests sont en cours pour certaines suite à des besoins clients qui deviennent récurrents.

- De nouvelles cultures peuvent toujours être testées dans le cadre d'analyses comparatives avec un témoin La principale limite technique étant les lignification des organes à presser. Et ensuite la capacité d'interprétation des données.

- *Présentation de l'outil « TopDiag » : éléments mesurés, comment, résultats et commentaires rendus*
- *L'analyse au labo : préparation, extraction des sucs, dosages*
- *Base de donnée et référentiels d'interprétation*
- *Précision de la méthode et cultures gérées/ testées*
- **En conclusion, les intérêts de l'outil**



Conclusion : Les intérêts de l'outil

Connaître les déséquilibres d'absorption liés au flux de sève brute et élaborée au stade physiologique souhaité du cycle de la plante pour optimiser le fonctionnement de ses organes.

Anticiper l'apparition de symptômes carenciels (outil prédictif et dynamique, environ 2 à 3 semaines avant)

Corriger, avant l'apparition des premiers symptômes carenciels et des impacts sur la production, les éléments manquants; minéraux (N,P,K...) ou les catalyseurs des réactions du métabolisme du végétal (oligo-éléments). Ou encore tenter de freiner une absorption trop importante

Offrir l'opportunité de piloter et d'optimiser le potentiel qualitatif ou quantitatif de la culture (gain de rendement, de qualité, protéines).

Mieux appréhender l'impact climatique sur l'absorption des plantes et sur la minéralisation du sol.

Mieux comprendre le **fonctionnement physiologique spécifique** de différentes variétés au sein d'une espèce végétale, et les caractériser

L'analyse de sève en grandes cultures



Top-Diag

Bio-Savital 1 point

Mais pas que ...

Merci pour votre attention !!

