

**RÉSUMÉ**

Le test pétiolaire nitrates s'enrichit aujourd'hui de grilles de décision qui ont servi de fondement à l'élaboration de la méthode de gestion de l'azote PILazo, présentée dans cet article.

La méthode que nous proposons s'appuie d'une part sur un bilan azote concernant la période végétative (première année de culture) et d'autre part sur le test pétiolaire nitrates associé à un guide pratique ayant pour but de faciliter la conduite des fertilisations en cours de culture.

Elle doit contribuer à l'évolution des pratiques dans le sens d'une meilleure maîtrise de l'intrant azote, essentiel à l'élaboration du rendement mais, en excès, néfaste à la qualité et mis en défaut au plan environnemental.



Essai destiné à la sélection des pétioles de jeunes feuilles adultes

**FERTILISATION OF STRAWBERRY (PART II): THE PILAZO METHOD FOR SUPERVISED MANAGEMENT OF NITROGEN**

*The petiole sap nitrate test has now been enriched with decision-support charts that served as the basis for defining the PILazo method of managing nitrogen status, described in this article. The method we propose is based on a combination of the nitrogen balance in the vegetative period (the first year of culture) and the petiole sap nitrate test. It is used together with a practical guide aimed at facilitating the management of fertilisation during culture. The method should contribute to the development of practices to better control the inputs of nitrogen - an element that is key to ensuring good crop yield, but harmful to fruit quality if used to excess, and which has come under fire in terms of environmental protection.*

## La fertilisation du fraisier

# PILazo : une méthode de gestion raisonnée de l'azote

## 2<sup>e</sup> partie

L' article qui suit complète celui qui a été consacré précédemment au test pétiolaire nitrates (Infos-Ctifl n° 179 p. 38 à 42), outil de diagnostic et d'aide au raisonnement des fertilisations azotées. Son évolution a conduit à l'élaboration d'un

guide pratique d'apport couplé aux résultats du test pétiolaire. Cet outil complémentaire fait partie intégrante de la méthode de gestion de l'azote, PILazo, que nous proposons pour améliorer et sécuriser les apports azotés tout au long de la culture.



## PILazo mode d'emploi

PILazo réunit deux outils : le bilan azote avant plantation, dérivé de la méthode des bilans appliquée en grandes cultures, et le test pétiolaire nitrates pour ajuster les fertilisations en cours de culture.

Le principe général de la méthode PILazo est :

- de parvenir, dans la deuxième moitié de l'automne (année 1), à des reliquats en azote dans le sol très faibles (10/30 U) d'où l'intérêt d'une bonne évaluation des apports d'engrais azotés avant plantation avec contrôle de l'état nutritionnel des plantes à travers le test pétiolaire (trois à cinq tests entre août et octobre).

- de pratiquer le test pétiolaire systématiquement au printemps, en démarrant dès que l'échantillonnage de jeunes feuilles adultes (JFA) devient possible. La fréquence des tests dépend des valeurs nitrates obtenues. En moyenne, on peut considérer que cinq tests, le premier coïncidant avec l'apparition des nouvelles feuilles développées (JFA), permettent un pilotage efficace de l'azote.

## Bilan azote et test pétiolaire

Dans sa version très simplifiée, le bilan azote est basé sur l'équilibre entre la fourniture d'azote par le sol et les besoins de la culture.

Le solde entre les entrées d'azote (azote minéral et minéralisable dans l'intervalle de temps considéré) et les sorties, via les prélèvements des plantes, renseigne sur l'apport complémentaire sous forme d'engrais.

Ceci dit, dans ce calcul, outre des postes qui globalement se compensent (pertes par dénitrification, volatilisation et apports par les pluies, fixation non symbiotique), on ignore les pertes d'azote par lixiviation qui peuvent représenter une sortie importante d'azote.

Avec les pluies, les irrigations excessives conduisent à des risques d'entraînement des nitrates hors du système et qui sont donc perdus pour la culture. À cette occasion, il faut rappeler que la gestion de l'azote est indissociable de la gestion de l'eau et que raisonner l'une sans raisonner l'autre limite forcément la portée des démarches engagées.

Dans la pratique, et en retenant le principe d'un bilan calculé sur des postes majeurs, il s'agit de déterminer, avant plantation, les reliquats en azote minéral (azote nitrique + azote ammoniacal) sur l'horizon 0-25 cm à partir d'un échantillon de 20 carottes de sol,

puis d'évaluer les fournitures du sol. Ces dernières résultent de la minéralisation des matières organiques endogènes (humus) et exogènes (résidus de cultures, engrais vert, fumier, produits du commerce).

L'intérêt d'une méthode des bilans, même simplifiée, dans son application au fraisier, est précisément la prise en compte de l'azote d'origine organique qui, en raison des pratiques d'apports ou de restitutions au système de matières organiques (Infos-Ctifl n°176, p.36 à 41), peut atteindre des niveaux très élevés comparés aux besoins des différentes variétés.

Le bilan est appliqué à la première année de culture (variétés de jours courts - plantation d'été avec des plants frigo). L'azote à apporter à la culture sous forme d'engrais (kg/ha) équivaut à la différence entre les besoins des plantes relatifs à la période végétative (année 1) et les quantités d'azote disponibles au niveau du sol (reliquats avant plantation + azote minéralisé) dans le même temps.

Les **TABLEAUX 1 ET 2** donnent des éléments concrets pour calculer la dose d'azote utile qui, en complément de l'azote du sol, doit assurer la couverture des besoins de la cul-

ture pendant la phase végétative, l'année 1. Les données du **TABLEAU 1** peuvent être complétées par les informations fournies dans l'Hortipratic Azote (p. 40 à 47, 143 et 144).

Les exigences en azote des différentes variétés expérimentées sont proches la première année. En conséquence, et d'un point de vue pratique, la valeur correspondante est fixée à 40 kg d'azote pour cette gamme variétale.

Les **TABLEAUX 3 ET 4** fournissent deux exemples de calcul du bilan azote, pour connaître la dose d'engrais à apporter avant plantation.

La pratique des fertirrigations, dans la deuxième partie du cycle cultural au cours de l'année 2, favorise une gestion en dynamique de l'azote basée sur l'expression des besoins du fraisier. L'application régulière du test pétiolaire nitrates offre une garantie d'ajustement à bon escient des fertilisations azotées. Les abaques connus sont maintenant couplés à des grilles de décision. Le résultat est un guide pratique qui doit faciliter la tâche en matière de conduite des fertilisations azotées. À noter que cet outil reste bien sûr évolutif.

**TABLEAU 1**-Fournitures en azote (kg/ha/an) d'origine organique (exemples)

Minéralisation de l'humus : sol à 1,5 % de matière organique, coefficient de minéralisation = 1,5 %	35 kg
Fumier de bovins : 40 t x 20 % matière sèche x 1,5 % azote x 50 %	60 kg

**TABLEAU 2**-Prélèvements en azote (kg/ha) du fraisier (plantation juillet-plants frigo-35 000 à 40 000 plants/ha)

Variétés (matière sèche totale -t/ha -)	Année 1	Année 2	Cycle cultural complet
	Phase végétative	Phase de floraison fructification	
Gariguette (7 à 8 t MS)	35 - 40	75 - 90	110 - 130
Darselect (9 à 10 t MS)	30 - 35	110 - 125	140 - 160
Cigaline (8,5 à 9,5 t MS)	35 - 40	100 - 115	135 - 155
Ciflorette (6,5 à 7,5 t MS)	30 - 35	75 - 85	105 - 120

**TABLEAU 3**-Exemple 1

Besoins (kg/ha)		Fournitures (Kg/ha)	
Prélèvements en azote l'année 1	40	Reliquat d'azote minéral mesuré avant plantation	10
Réserve tampon	20	Minéralisation de l'humus (juillet - octobre)	20
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>Total</b>	<b>30</b>

*Bilan théorique = 60 kg - 30 kg = 30 kg d'N-Dose d'engrais azoté avant plantation = 30 kg/ha d'azote*

**TABLEAU 4**-Exemple 2

Besoins (kg/ha)		Fournitures (Kg/ha)	
Prélèvements en azote l'année 1	40	Désinfection du sol	40
Réserve tampon2	20	Minéralisation de l'humus (juillet - octobre)	20
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>Total</b>	<b>60</b>

*Bilan théorique = 60 kg - 60 kg = 0 kg d'N-Dose d'engrais azoté avant plantation = 0 kg/ha d'azote*

## Les grilles de décision des tests nitrates pétiolaires

Les grilles de décision existent pour la période végétative d'été - automne et pour la période de floraison - production au printemps. Elles ont été construites sur la base des abaques existants (Infos-Ctifl n° 179 p. 38 à 42).

La grille d'été-automne est commune aux variétés Gariguette, Darselect, Pajaro, Elsanta et peut aussi être appliquée aux variétés Cigaline et Mara des Bois (FIGURE 1).

Les quatre grilles de printemps (FIGURES 2 à 5) associent, pour certaines d'entre elles, d'autres variétés aux variétés de références. Ainsi, la grille « Gariguette » est également utilisable pour les variétés Cigaline et Ciflorette, la grille « Darselect » convient aussi à la variété Mara des Bois. À celles-ci, s'ajoutent les grilles « Elsanta » et « Pajaro ».

Chaque grille présente la courbe référence des valeurs seuils en nitrates de l'abaque correspondant et des plages de couleurs différentes qui lient la teneur en nitrates, résultant de l'application du test pétiolaire, à la dose d'azote recommandée (correspondance entre les couleurs de la grille et du tableau « conseils d'apport ») (FIGURES 1 à 5).

L'échelle « temps » est redessinée au printemps pour faire apparaître les stades phénologiques clefs : début floraison, nouaison, début récolte.

À titre d'exemple, l'application du test nitrates à la variété Darselect, la dernière semaine de février (couverture début février dans le Sud-Ouest), donne une teneur en nitrates des sucres pétiolaires de 1 200 mg/l (placer la valeur dans la colonne correspondant à la semaine 4 du mois de février, en face de la valeur 1 200 mg/l). Ce résultat traduit un état de sous-nutrition azotée (en référence à la valeur correspondante lue sur la courbe des valeurs seuils et située entre 1 400 et 1 600 mg/l) ce qui appelle un ajustement sur la base de 25 à 35 kg/ha de phosphate d'ammoniaque ou de 20 à 25 kg/ha de nitrate de chaux, etc. (cf. tableau « conseils d'apports » associé à la grille « Darselect »).

Au delà la « vert clair » qui encadre la courbe des valeurs seuils en nitrates, il n'est pas utile de re-fertiliser.

La fréquence des tests dépend des teneurs en nitrates mesurées. Ainsi, excepté pour les zones de couleurs « vert » (sauf « vert-clair ») où des ré-apports sont conseillés dès la première valeur hors-norme enregistrée, il est toujours nécessaire de confirmer les tendan-

FIGURE 1-Teneur en nitrates des sucres pétiolaires-Gariguette- Cigaline- Darselect- Mara des bois- Elsanta- Pajaro (Plantation été- Plants frigo)-Eté/Automne-

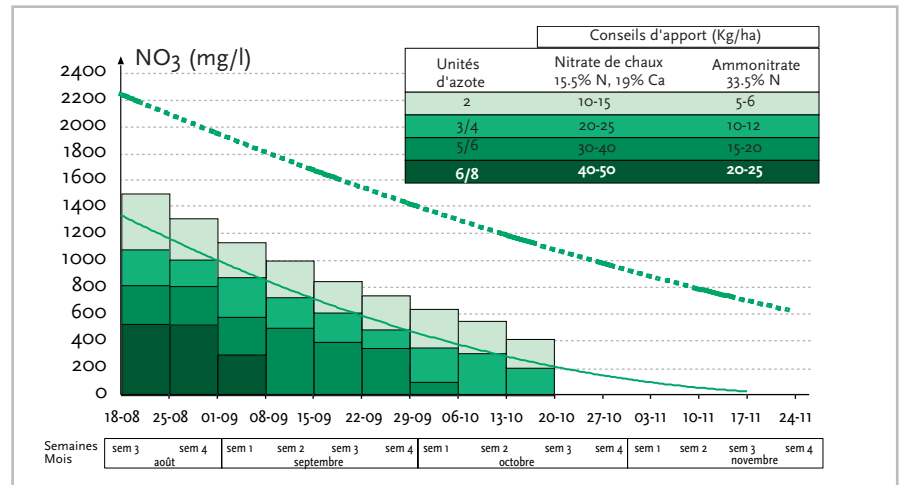


FIGURE 2-Teneur en nitrates des sucres pétiolaires-Gariguette-Printemps

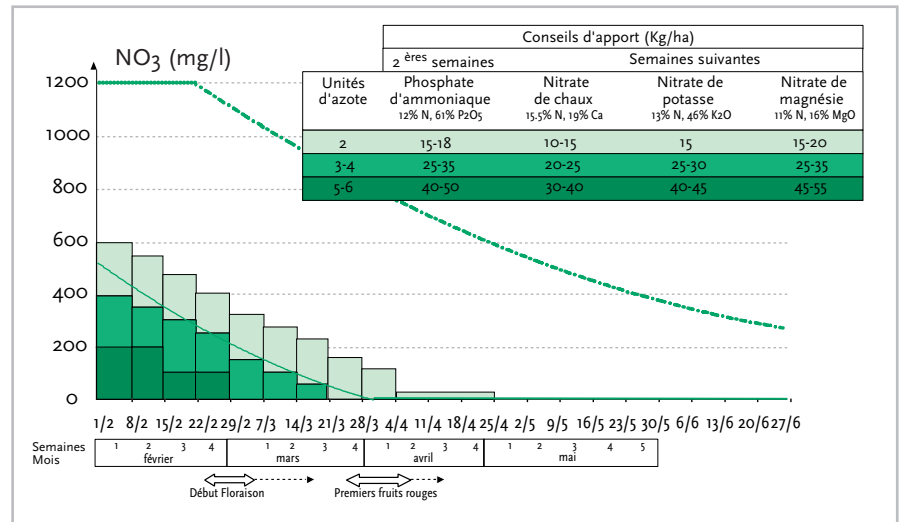
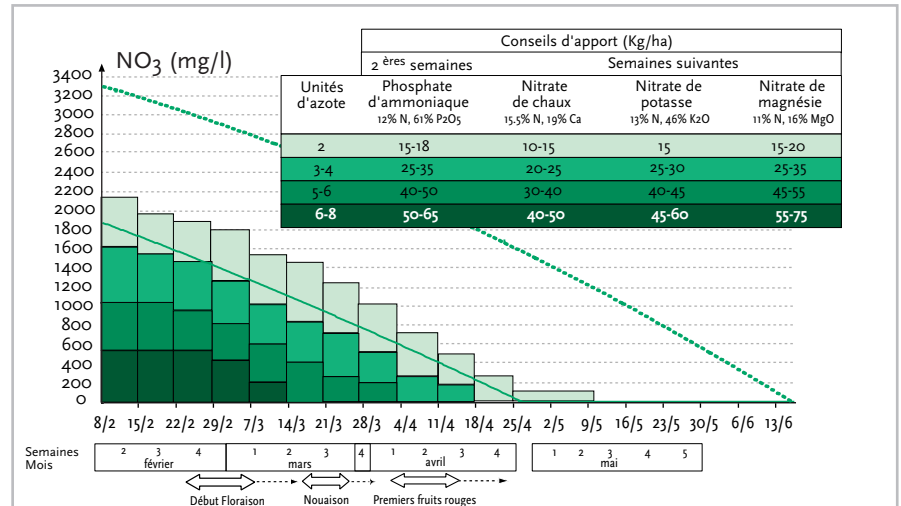


FIGURE 3-Teneur en nitrates des sucres pétiolaires-Darselect-Printemps





ces par au moins une deuxième mesure si la valeur se situe à l'intérieur de la plage « vert clair » (3 à 5 jours entre les deux mesures, selon la teneur en nitrates du premier test : trois jours si celle-ci est dans la moitié inférieure de la zone « vert clair », cinq jours si celle-ci se trouve dans la moitié supérieure).

Pour des valeurs situées au-dessus de la zone « vert clair », mais dans une gamme de valeurs proches de celle-ci (écart de 100 à 300 mg/l), une mesure par semaine suffit. Au-delà, et pour des valeurs dépassant de 300 à 500 mg/l les teneurs en nitrates correspondant à la limite supérieure de la zone « vert clair », les mesures sont à réaliser selon un rythme décadaire voire bimensuel.

### Vers une gestion optimisée de l'azote

L'azote, élément déterminant de l'élaboration du rendement à l'automne, peut, en excès au printemps, générer des problèmes de qualité, en particulier des défauts de tenue des fruits.

De plus, les mesures agro-environnementales, l'évolution de la réglementation et les cahiers des charges renforcent encore l'intérêt vis-à-vis de l'azote.

L'optimisation de ce facteur de production est devenue incontournable dans une approche globale de maîtrise des intrants. La méthode PILazo apporte une réponse pratique dans ce sens en s'appuyant sur des outils d'aide à la décision éprouvés et simples à appliquer. ■

Les auteurs remercient tous ceux qui ont apporté leur concours à l'élaboration de l'échelle temps des grilles de décision

### Bibliographie

- BARDET A., RAYNAL C., LE CLECH B., 2001.  
*Les produits organiques en cultures légumières. La fertilisation utile et dispendieuse.*  
Infos Ctifl n° 176, p. 36-41.
- LEMAIRE G., NICOLARDOT B., 1996.  
*Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes.*  
Colloque de Reims, 19-20 novembre 1996.
- RAYNAL-LACROIX C., ABARZA E., 2002.  
*Raisonnement de la fertilisation du fraisier - le test pétiolaire nitrates, un outil d'aide.*  
Infos Ctifl n° 179, p. 44-48.

FIGURE 4-Teneur en nitrates des sucres pétiolaires-Elsanta-Printemps

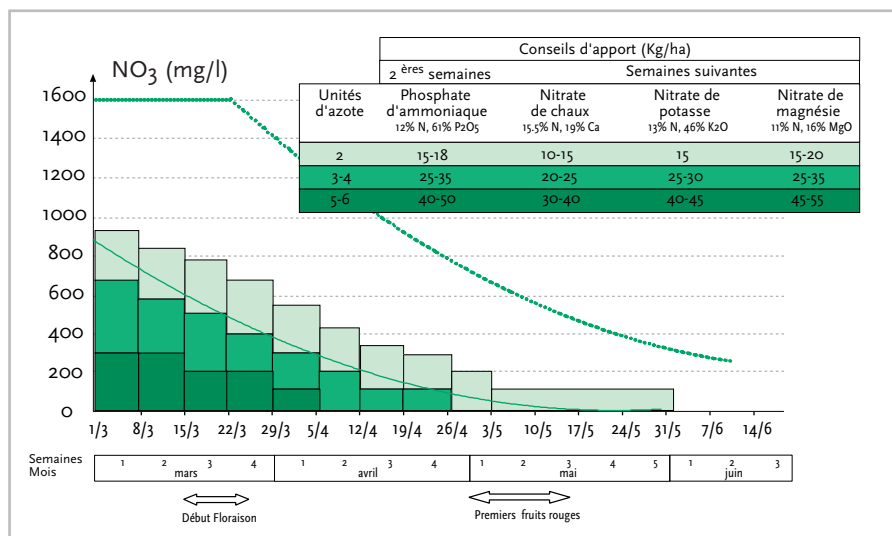
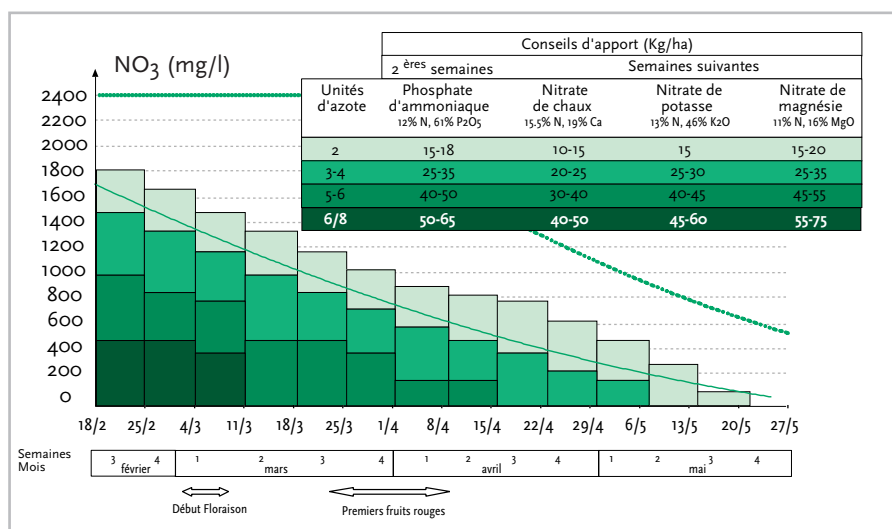


FIGURE 5-Teneur en nitrates des sucres pétiolaires-Pajaro-Printemps



### Diffusion du matériel et de la méthode par :

#### Challenge Agriculture

rue Fleurie  
37 340 Ambillou  
Tél. : 02 47 52 42 12-Fax : 02 47 52 47 27  
Internet : <http://www.terre.net.fr/cha>

#### Arc en Ciel

26, rue d'Anéou  
64 260 Arudy  
Tél. : 05 59 05 69 21  
Fax : 05 59 05 75 65

