

Fertilisation de la pomme de terre

L'azote au plus juste

Le calcul de la fertilisation azotée d'une culture donnée de pomme de terre passe par la méthode du bilan. Ensuite, l'effet climatique restant primordial dans la minéralisation de l'azote du sol, les outils de diagnostic en cours de végétation complètent le calcul prévisionnel de la dose totale. Un apport complémentaire n'est déclenché que si une carence s'installe.

L'ajustement de la fertilisation azotée aux besoins de la pomme de terre vise à répondre tant aux impératifs de la productivité qu'à ceux de l'environnement.

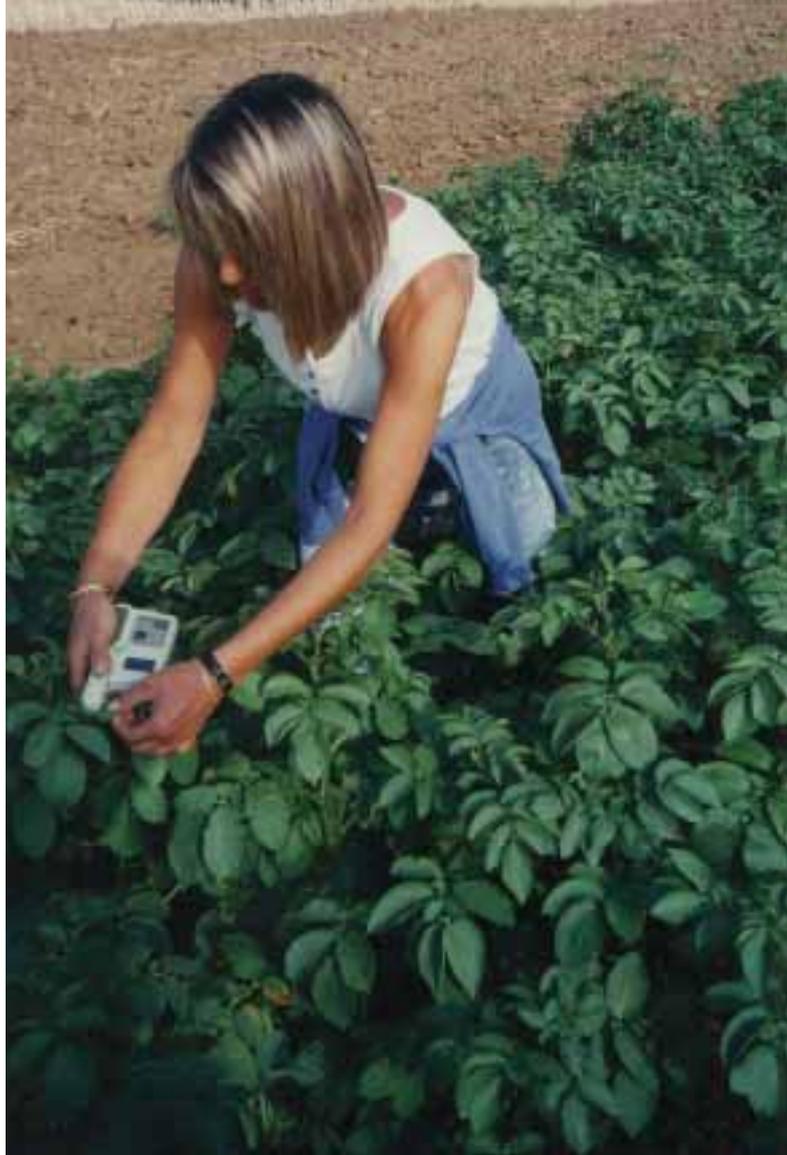
Le calcul de la dose totale à apporter à une culture de pomme de terre repose sur la méthode du bilan de l'azote minéral du sol :

fertilisation azotée = azote absorbé par la culture + azote minéral du sol non utilisable par la culture – azote minéral du sol disponible en début de cycle – azote issu de la minéralisation des matières organiques du sol.

Les valeurs forfaitaires de besoin, jadis élaborées sur Bintje, sont aujourd'hui dépassées du fait de la multiplicité des variétés et de la segmentation des marchés. De nouvelles références, présentées en tableaux de préconisation, sont désormais disponibles par bassin de production. Le besoin en azote de la culture y est donné par l'estimation de la quantité d'azote absorbée par la culture au cours de son cycle végétatif (plantation-défanage). La précocité de chaque variété est donc désormais prise en compte.

Valoriser l'apport du sol...

L'azote minéral du sol n'est pas totalement disponible pour la culture. Le reliquat, classiquement mesuré en fin de culture, correspond à la quantité d'azote du sol non utilisable par la culture. Dans le cas des pommes de terre, la



Calcul du bilan et outils de pilotage se complètent pour optimiser les apports d'azote.

période d'absorption par la plante s'interrompt peu après le défanage, lorsque toutes les parties végétatives sont mortes.

La fermeture du bilan d'azote doit donc s'effectuer à la sénescence complète du peuplement ou au défanage et non à la récolte.

Entre le défanage et la récolte, la minéralisation de l'azote organique se poursuit, enrichissant le sol en azote minéral. S'il n'a pas d'intérêt pour le bilan lui-même, le reliquat à la récolte est néanmoins intéressant. Il s'apparente en effet pour la pomme de terre à un indicateur environnemental : trop élevé, il présente un risque de lessivage durant l'hiver. L'implantation d'une culture intermédiaire « piège à azote » est alors recommandée. La minéralisation des résidus de cette

culture devra ensuite être prise en compte dans le calcul de la dose totale d'azote pour la culture suivante.

... en permettant aux racines d'aller le chercher

L'utilisation de l'azote minéral du sol dépend de la profondeur d'enracinement, mais aussi de l'abondance et de la répartition spatiale des racines dans chaque horizon. Sans obstacle, la profondeur maximale se situe entre 100 et 140 cm. Si l'état structural du sol est dégradé, l'enracinement sera affecté (profondeur et densité). L'azote présent ne sera donc pas utilisé.

De façon générale, le taux d'exploitation racinaire (TEPN) est peu variable dans l'horizon 0-30 cm. Il y atteint entre 90 et 100 %. En limon profond, il est encore de 45 à 75 % dans

Yanne Boloh

d'après le dossier "Azote et pommes de terre, de mars 2003, rédigé par Caroline Surleau-Chambenoit (Alternatech-Agro-Transfert), François Laurent (ARVALIS - Institut du végétal), Jean-Marie Machet (INRA), Olivier Scheurer (ISAB)

l'horizon 60-90 cm lorsque l'état structural n'est pas trop dégradé. Le calcul propose donc de mesurer le reliquat d'azote minéral en début de cycle sur les 60 premiers centimètres (horizon 1 : 0-30 cm, horizon 2 : 30-60 cm) et de ne retenir que la moitié du contenu en azote du second horizon.

Mesurer le reliquat au plus près de la plantation

Afin de bien estimer les fournitures d'azote par le sol en début de culture, la mesure du reliquat doit s'effectuer le plus près possible de la plantation.

Si des précipitations importantes surviennent par exemple entre la mesure du reliquat et l'apport d'azote, il faut tenir compte du lessivage et réévaluer à la baisse la quantité d'azote minéral disponible.

Les valeurs de minéralisation des résidus de récolte des précédents culturaux sont disponibles (tableau 1), de même que les quantités d'azote minéralisé si une culture intermédiaire a été implantée (tableau 2). La valeur de minéralisation de l'humus est

1 Une minéralisation très variable selon les résidus

MINÉRALISATION DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE DU PRÉCÉDENT (kg N/ha)	
Nature du précédent	Azote minéral (kg N/ha)
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0
Céréales pailles enfouies	-20
Mais fourrage	0
Pois, haricots de conserve	20
Pois protéagineux	20
Betterave	20
Colza	20
Luzerne	30
Féverole	30
Endive	10
Lin fibre	0
Lin graine	0
Oignon	0
Épinard	20
Carotte	10

évaluée à partir de la quantité d'azote minéralisable qui dépend de la matière organique du sol. Cette valeur potentielle doit cependant être ajustée à chaque situation, selon le régime de restitution organique de chaque parcelle (application d'un coefficient de restitution organique (tableau 3) et selon la durée de végétation, entre la date de mesure du reliquat au moment de la plan-

2 Le supplément de minéralisation dû aux cultures intermédiaires dépend de leur croissance et de la date de destruction

MINÉRALISATION DUE AUX CULTURES INTERMÉDIAIRES (kg N/ha)				
Date d'enfouissement	Espèce	Niveau de production de biomasse de la culture intermédiaire		
		Faible	Moyen	Elevé
Avant le 1 ^{er} décembre	Crucifères	5	10	15
	Légumineuses	10	20	30
	Graminées	0	5	10
Après le 1 ^{er} décembre	Crucifères	10	15	20
	Légumineuses	15	25	35
	Graminées	5	10	15

3 Des fréquences élevées de restitution augmentent la minéralisation de l'humus (coefficients 1,1 à 1,3)

COEFFICIENT DE RESTITUTION ORGANIQUE				
Résidus de récolte	Fréquence d'apports organiques			
	rien	5 à 10 ans	3 à 5 ans	< à 3 ans
Enlevés ou brûlés	0,8	0,9	1,0	1,1
Enfouis une fois sur deux	0,9	1,0	1,1	1,2
Toujours enfouis	1,0	1,1	1,2	1,3

tation et la date de défanage, pour prendre en compte la variété (définition d'un facteur de durée de minéralisation (tableau 4).

Seuls les effets directs des produits organiques, c'est-à-dire leur participation à la nutrition azotée du peuplement, sont considérés. Pour la plupart des produits, la valeur fertilisante des apports réalisés en automne est inférieure à celle des apports de printemps. Les cultures intermédiaires enfouies précocement (avant le 1^{er} décembre) donnent les valeurs les plus faibles de minéralisation nette, car une partie de l'effet azote de ces résidus est mesurée dans le reliquat de début de culture.

Le climat est imprévisible...

Au-delà de la définition des besoins précis de chaque culture et des disponibilités dans la parcelle, le producteur doit prendre en compte les aléas climatiques car ils sont primordiaux dans la libération de l'azote du sol. Mais, comme ils sont imprévisibles à la date de plantation, l'utilisation d'outils de diagnostic en cours de végétation est véritablement complémentaire du calcul prévisionnel de la dose totale, surtout dans le cas d'apports organiques importants ou de forts risques de lessivage. Si l'indicateur de nutrition azotée retenue révèle un problème de nutrition azotée, on fait l'hypothèse que la disponibi-

lé en azote du sol est insuffisante pour satisfaire les besoins à venir de la culture : un apport complémentaire s'avère alors nécessaire. Ceci n'est cependant vrai que si seule la quantité d'azote minéral présente dans le sol perturbe l'ali-

Pas de racines dans un sol trop compacté

La pomme de terre est extrêmement sensible à l'état structural du sol en raison du gros diamètre de ses racines principales (environ 1 mm). La réduction du taux d'exploitation potentielle de l'azote (TEP-N) peut dépasser 50 % sous la couche labourée lorsque celle-ci présente une forte proportion de zones compactées. Sur 43 parcelles observées en Picardie en 1991, plus de deux parcelles sur cinq étaient concernées. L'irrigation semble par contre jouer assez peu sur le TEP-N. Elle favorise un peu l'enracinement en début de cycle si l'état structural du sol est dégradé en aidant les racines à franchir les obstacles. A l'inverse, lorsque l'état structural est favorable, l'enracinement est meilleur sans irrigation, probablement en raison d'un développement important des ramifications. L'effet de la variété sur le TEP-N semble également minime, notamment en cas d'irrigation, l'impact étant probablement supérieur en sec.

mentation azotée. Or, pour une culture de printemps comme la pomme de terre, l'eau est en fait le facteur limitant le plus fréquent de l'absorption par les racines. Les outils de déclenchement d'apports correctifs d'engrais, Jubil® et Hydro-N-tester®, et seront donc réservés aux parcelles irriguées, pour une garantie d'efficacité de l'apport complémentaire.

... il faut ajuster les apports en cours de culture

Opérationnel depuis 1999, Jubil® compte trois étapes : calcul de la dose d'azote optimale X à l'aide de la méthode du bilan ; apport d'une dose X-40/ha à la plantation ; suivi tous les 10 jours de la teneur en nitrate du jus de pétiole en cours de végétation, dans une fenêtre de 30-50 jours ou de 40-60 jours après la levée selon les variétés. Si la teneur en nitrate reste constamment supérieure au seuil, aucun nouvel apport n'est requis et l'on économise donc 40 kg N/ha. Si à l'un quelconque des contrôles, la teneur est inférieure au seuil, il faut apporter 40 kg N/ha. Le calage des seuils d'intervention est actuellement proposé sur 12 variétés qui représentent environ 44 % de la sole de pommes de terre de consommation (Amandine, Belle de Fontenay, Bintje, Charlotte, Chérie, Felsina, Franceline, Manon, Monalisa, Russet-Burbank, Saturna, Victoria).



Autre méthode de pilotage, la mesure de la transmittance de la feuille par un appareil comme le Hydro-N-tester® est disponible sur le terrain depuis 2002. Il permet de mesurer indirectement la teneur en chlorophylle de la feuille. Sa liaison avec la teneur en azote est suffisamment stable et étroite pour qu'elle caractérise le niveau de nutrition azotée de la plante entière. Pour s'affranchir de la calibration du seuil d'intervention en fonction de la culture, on utilise le caractère saturant de la mesure pour des valeurs élevées de nutrition azotée grâce à une zone étalon surfertilisée pour chaque parcelle (au moins 150 kg N/ha de plus que la dose préconisée par le calcul du bilan, apporté en totalité à la plantation). Entre 40 et 60 jours après la levée (ou entre 30 et 50 jours pour les variétés à chair ferme), on mesure l'indice N-tester sur la zone étalon et sur le reste de la parcelle. Il suffit ensuite d'interpréter en valeur relative cette dernière mesure par rapport à la zone surfertilisée. Les règles de décision sont intégrées dans des serveurs informatiques disponibles sur Minitel ou sur Internet.

Grâce aux outils de pilotage, l'apport d'une dose complémentaire d'azote en cours de végétation permet donc de lever une carence en voie d'apparition. ■

4 La durée du cycle conditionne la durée de minéralisation

Date de défanage	FACTEUR DE DURÉE DE MINÉRALISATION							
	Date de mesure du reliquat							
	du 01 mars au 10 mars	du 11 mars au 20 mars	du 21 mars au 31 mars	du 01 avril au 10 avril	du 11 avril au 20 avril	du 21 avril au 30 avril	du 01 mai au 10 mai	du 11 mai au 20 mai
du 01 au 10 juillet	0,45	0,40	0,45	0,35	0,40	0,35	0,30	0,30
du 11 au 20 juillet	0,50	0,45	0,40	0,45	0,35	0,40	0,35	0,30
du 21 au 31 juillet	0,50	0,50	0,55	0,50	0,45	0,45	0,40	0,35
du 01 au 10 août	0,55	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,40
du 11 au 20 août	0,60	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,55	0,45
du 21 au 31 août	0,65	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,60	0,55
du 01 au 10 sept	0,75	0,75	0,70	0,65	0,70	0,60	0,65	0,60
du 11 au 20 sept	0,80	0,75	0,75	0,70	0,75	0,70	0,70	0,65

Ce facteur est multiplicatif de la minéralisation annuelle de l'humus calculée à partir de la teneur en matière organique du sol.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Azote et pommes de terre, *Perspectives Agricoles* n°288, mars 2003.
- Fertilisation azotée de la pomme de terre, guide pratique, *Editions ARVALIS Institut du végétal*, 140 p, février 2002.