

Utilisation de l'azote du sol

Pas de racines dans un sol trop compacté

L'azote présent dans le sol contribue à la nutrition azotée d'une culture de pommes de terre. L'évaluation des fournitures du sol pour raisonner la fertilisation azotée nécessite d'apprécier correctement l'aptitude du système racinaire à exploiter l'azote disponible. Connaissant la quantité d'azote minéral du sol en début de cycle, il s'agit de déterminer sur quelle profondeur et dans quelle proportion celui-ci pourra être absorbé. Si l'état structural du sol est dégradé, les pommes de terre ne peuvent s'y enraciner. L'azote présent ne sera donc pas utilisé.

Olivier Scheurer
ISAB



Sur le plan vertical d'un profil de sol, l'observation des racines à travers une grille à mailles de 2 x 2 cm et la notation « présence/absence » dans chaque case permettent de cartographier la répartition spatiale des racines en fonction de la profondeur. On obtient ainsi une bonne image de la coloni-

sation du profil. L'exemple de la *figure 1* montre que les buttes sont très fortement explorées (cases pleines) et que l'enracinement diminue progressivement jusqu'à 140 cm. Contrairement à une idée répandue, l'exploration du sol n'est pas négligeable au-delà de 60 cm.

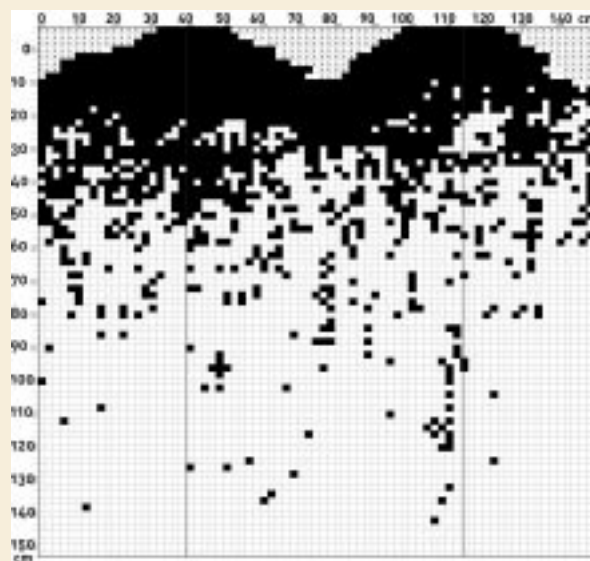
En admettant que chaque racine peut s'alimenter en azote dans un rayon de l'ordre de 4 cm, on peut estimer le taux d'exploitation potentiel de l'azote (TEP-N) à partir d'une carte racinaire. Il correspond au

pourcentage de cases occupées par une racine ou adjacentes à une case occupée, à une profondeur ou dans un horizon donné. La *figure 2* donne ainsi le profil de TEP-N correspondant à la grille de la *figure 1*. On en déduit le TEP-N moyen par horizon (*tableau 1*).

Afin d'établir des références sur la variabilité du TEP-N, une base de données a été constituée en rassemblant plus de 65 cartes racinaires issues de différentes régions (*encadré*). Trois facteurs de variation principaux ont ainsi

L'exploration du sol continue au-delà de 60 cm

Exemple de cartographie racinaire (*figure 1*)



Kaptah Vandel, non irriguée, sol de limon épais, 1993 (Source : ISAB)

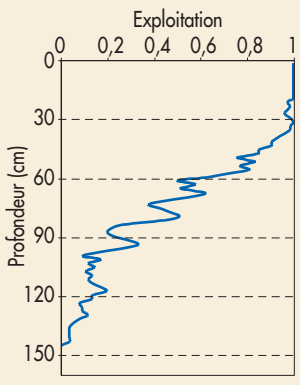
Un taux d'exploitation de l'azote par horizon de sol

TEP-N moyen par horizon : exemple calculé sur la figure 1 (tableau 1)

Profondeur (cm)	TEP-N moyen (%)
0-30	99
30-60	86
60-90	43
90-120	18

Connaître l'exploitation de l'azote grâce à la carte racinaire

Exemple de profil de taux d'exploitation potentiel de l'azote (figure 2)



pu être étudiés :

- l'état structural ;
- l'irrigation ;
- la variété.

L'état structural : principal facteur de variation de l'enracinement

La pomme de terre apparaît comme extrêmement sensible à l'état structural des horizons travaillés, notamment en raison du gros diamètre de ses racines principales (environ 1 mm). Dans un type de sol donné, l'histoire culturelle de la parcelle peut donc expliquer une grande part de la variabilité observée. La réduction du TEP-N peut dépasser 50 % sous la couche labourée lorsque celle-ci présente une forte proportion de zones compactées à faible porosité

La base de données d'observations sur l'enracinement

• 67 cartes racinaires observées par différents organismes :

- ITCF-ITPT
- GITEP
- ISAB
- Chambre d'Agriculture de l'Oise (C. Dersigny, V. Smagacz)
- Chambre d'Agriculture de la Marne (J.P. Daouze)
- Chambre d'Agriculture du Loiret (C. Loubeyre)

• 3 bassins de production : Picardie, Champagne crayeuse, Beauce.

• 3 types de sol principaux : limon épais, limon sur calcaire, sols de craie à poches.

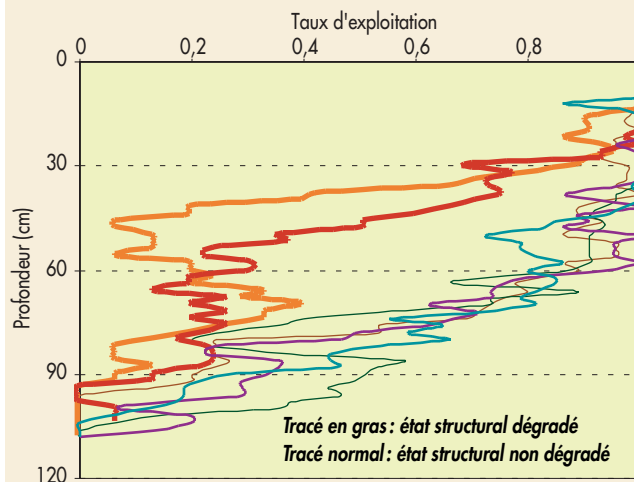
• Différentes années : 1993, 1997 à 2001

• Dates d'observation : août – début septembre

• Variétés : Bintje, Russet B., Saturna, Charlotte, Kaptah Vandel, Mona Lisa

Peu de racines dans les zones compactées

Effet de l'état structural de la couche labourée sur l'enracinement (figure 3)



Profil de TEP-N, Bintje irriguée, 1999, sol de limon épais (Source : GITEP)

structurale (figure 3). Les situations de ce type ne sont pas rares en sols limoneux. Sur un réseau de 43 parcelles observées en Picardie en 1991, plus de deux parcelles sur cinq étaient concernées (tableau 2).

La structure des horizons pédologiques joue plutôt sur la profondeur maximale d'enracinement. Elle est limitée lorsqu'il existe à faible profondeur un horizon sans porosité fissurale (matériau originel peu altéré, encroûtement calcaire, horizon très sableux ou gravillonneux). En l'absence d'obstacle pédologique, la profondeur maximale se situe entre 100 et 150 cm.

L'irrigation : des effets opposés selon l'état structural

L'effet de l'irrigation, souvent très controversé, a pu être étudié en comparant des couples « irrigué/non irrigué » sur une même parcelle, dont l'état hydrique se différencie en cours de cycle. Lorsque l'état structural est favorable, la densité racinaire est plus forte en sec, probablement à cause d'un développement plus important des ramifica-

Un compactage excessif dans près de la moitié des parcelles

Fréquence et origine des états structuraux dégradés (en % des parcelles observées) (tableau 2)

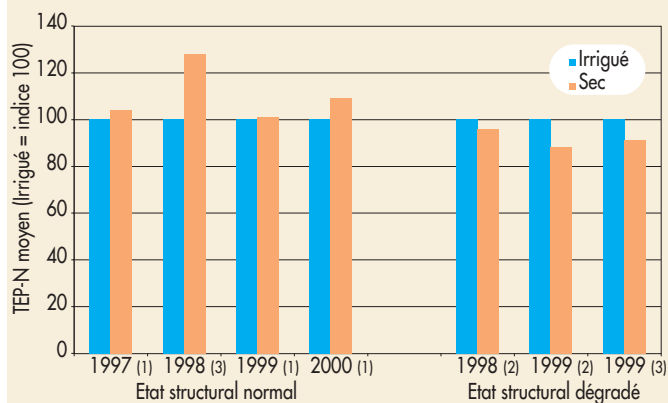
Etat structural dégradé (1) :	46 %
dont...	
compactage récent	
- à la plantation	21 %
- à la récolte du précédent	14 %
semelle de labour ancien	28 %

(1) : plusieurs causes possibles dans une même parcelle

Limon épais, non irrigué, variété Kaptah Vandel, 1991 (Etude ISAB - GIPT)

L'irrigation est favorable si le sol est dégradé

Effet de l'état hydrique sur le TEP-N moyen en fonction de l'état structural (figure 4)



- (1) Limon profond, moyenne sur 80 cm (source : ITCF)
- (2) Limon argileux sur calcaire, moyenne sur 72 cm (source : ITCF)
- (3) Limon profond, moyenne sur 100 cm (source : CA Oise)

↳ tions. Le maintien de conditions humides en début de cycle limiterait la profondeur d'enracinement.

Lorsque l'état structural est dégradé, on observe un effet inverse : l'irrigation en début de cycle favorise le franchissement des obstacles structuraux, en diminuant la résistance à la pénétration et en augmentant le nombre de racines principales. La densité racinaire est ainsi plus forte en irrigué.

Dans la majorité des situations observées, l'effet de l'irrigation sur le TEP-N semble toutefois relativement faible (figure 4).

L'effet de la variété : pas de conclusion évidente

Plusieurs auteurs mentionnent un effet de la variété sur l'enracinement, en partie lié à la précocité. La durée de croissance des racines étant plus longue pour les variétés tardives, leur enracinement serait plus profond et plus abondant que pour les variétés précoces. Les données de cartographie racinaire disponibles ne sont pas suffisantes pour confirmer cette hypothèse, ni pour proposer des références de TEP-N en fonction de la variété. L'effet variétal sur le TEP-N semblerait toutefois minime en situation irriguée et probablement plus important en sec.

L'estimation du taux d'exploitation de l'azote est possible (tableau 3)

Type de Sol	Conditions	TEP- N par horizon (%)			
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	
Limon et limon argileux épais	Irrigué	Etat structural normal	100	85	50
		Etat structural dégradé	95	45	20
	Non irrigué	Etat structural normal	100	85	50
		Etat structural dégradé	90	40	0
Craies	Irrigué	Etat structural normal	100	50	0
Limon argileux peu épais (50-70 cm) sur calcaire	Irrigué	Etat structural normal	100	70	0

Quels que soient le type de sol et les conditions, l'exploitation de l'horizon 0-30 cm est totale (TEP-N voisin de 100 %), partielle sur 30-60 cm (mais au moins égale à 50 %) et souvent nulle au-delà. En conséquence, la mesure du reliquat début de cycle se fera sur 0-60 cm, en tenant compte de la totalité de l'azote présent sur 0-30 cm et de la moitié de celle présente sur 30-60 cm.

Attendre des résultats expérimentaux pour l'azote profond

Le taux d'exploitation potentiel de l'azote (TEP-N) est peu variable dans l'horizon 0-30 cm. Il y est le plus souvent compris entre 90 et 100 %. Dans les horizons sous-jacents, le TEP-N est plus variable, principalement en fonction de l'état structural et du type de sol. En limons profonds, il est encore de 45 à 75 % dans l'horizon 60-90 cm, lorsque l'état structural n'est pas dégradé. Le tableau 3 donne le TEP-N le plus probable dans chaque horizon, selon les conditions de la parcelle, pour les situations et types de sols suffisamment représentés dans la base de données. L'utilisation de ces références pour la prise en compte de l'azote profond dans l'estimation des fournitures du sol demande toutefois à être validée par des résultats expérimentaux.

