



Fertilisation azotée de la pomme de terre

Répondre à la segmentation du marché

La segmentation du marché de la pomme de terre et la multiplication des variétés rendent de plus en plus difficile la détermination d'une dose totale d'azote optimale. Les nouvelles références de besoins en azote présentées offrent la possibilité d'adapter les niveaux de fertilisation azotée selon les objectifs de production et la précocité des variétés.

Adapter la dose totale d'azote aux besoins de la culture

**Caroline Surleau-Chambenoit
Alternattech-Agrotransfert**



La nutrition azotée est un facteur clé de la maîtrise de la culture de pommes de terre. La *figure 1* propose une synthèse schématique visuelle des différents effets de l'azote sur la croissance et l'élaboration du rendement d'une culture de pommes de terre. La nutrition azotée contrôle la durée du cycle et donc le degré de maturité de la culture à la récolte. Une augmentation de la disponibilité en azote entraîne un allongement de la durée du cycle et conduit donc à accroître la biomasse totale produite. Si le niveau de nutrition azotée est trop élevé, l'augmentation de biomasse aérienne s'effectue au détriment de l'allocation de matière sèche aux tubercules. Alors l'indice de récolte diminue. Une production excessive de

feuilles peut par ailleurs contribuer à favoriser le développement de maladies par un maintien d'un milieu dense, humide, dans lequel les produits phytosanitaires ont du mal à pénétrer. Un stress azoté induit en revanche une entrée précoce du couvert en sénescence, ce qui limite la production de biomasse totale et donc le rendement en tubercules.

La *figure 2* compare des rendements précoces d'une variété Bintje ayant reçu différentes doses d'azote à la plantation. Pour permettre une production optimale quantitativement et qualitativement, il faut assurer à la culture un optimum de nutrition azotée. Cet optimum peut être défini comme celui permettant d'obtenir le niveau de production

potentiel et la maturité de la culture à la date de défanage envisagée. Déterminer cet optimum revient à évaluer les besoins en azote de la culture en fonction des objectifs et des contraintes de production. Cette évaluation passe par la connaissance approfondie des dynamiques d'accumulation et de répartition de l'azote au cours du cycle cultural.

Une dynamique en trois phases

L'accumulation d'azote dans la plante au cours du cycle de développement et sa répartition entre les parties aériennes et les tubercules sont très liées à la répartition de la biomasse. Cette dynamique peut être scindée en trois phases (*figure 3*):

- en début de cycle, la croissance et l'absorption d'azote concernent surtout les parties aériennes.

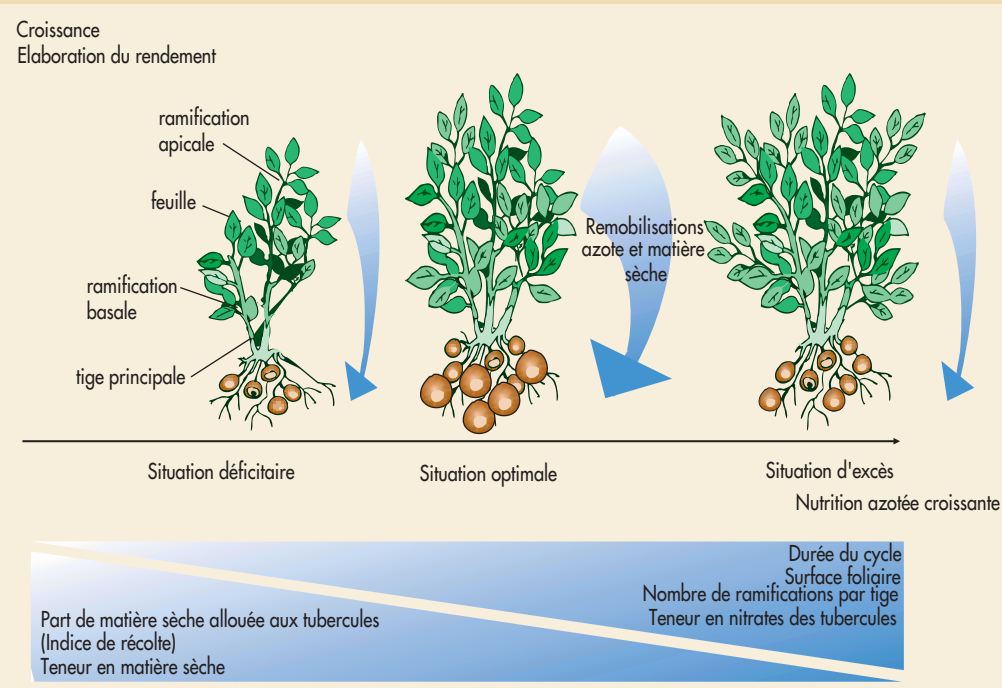
- par la suite, une fraction croissante de la biomasse nouvellement produite et de l'azote nouvellement absorbé est allouée aux tubercules.

- à partir du niveau maximal de biomasse (Biomasse pa max) et d'absorption d'azote (Nabs pa max) des parties aériennes, la quasi-totalité de la matière sèche nouvellement produite et de l'azote nouvellement absorbé est destinée aux tubercules.

La quantité d'azote accumulée par le couvert est maximale à une date proche de celle où la biomasse des parties aériennes atteint son maximum. Une fraction importante de la quantité totale d'azote accumulée dans la biomasse est ainsi absorbée en début du cycle. Ensuite, le contenu en azote des parties aériennes décroît rapidement tandis que la quantité d'azote accumulée dans les tubercules augmente. Des transferts d'azote ont donc lieu des parties aériennes vers les tubercules. La pomme de terre est le siège de phénomènes de remobilisation de l'azote. Les transferts concernent surtout l'azote contenu dans les limbes (Millard & Mc Kerron, 1986; Biemond & Vos, 1992; Bedin, 1994). L'importance de ces transferts pourrait varier selon les variétés (communication personnelle).

En condition satisfaisante de nutrition azotée, l'accumulation d'azote par la culture est donc liée à l'élaboration de sa biomasse. L'examen de la relation entre cette biomasse et sa teneur en azote permet ainsi d'établir un diagnostic de l'état de satisfaction des besoins du peuplement. L'indicateur le plus adapté pour réaliser ce diagnostic est l'Indice de Nutrition Azoté (INN) déterminé à ↔

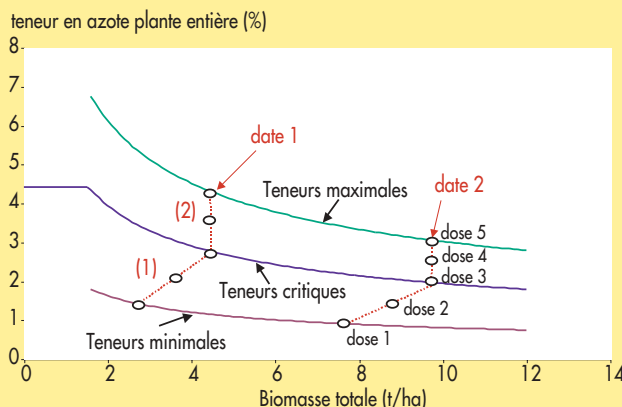
Effets de l'azote sur la croissance, la productivité et la qualité des tubercules (figure 1)



Principe de construction de la courbe de teneur critique en azote

Au sein d'une expérimentation, lorsque l'on compare à un stade donné, différentes parcelles de pommes de terre ayant reçu des doses croissantes d'engrais azotés, on observe que la biomasse accumulée par les plantes ainsi que leur teneur en azote croissent avec la dose d'azote apportée sur la parcelle (1) jusqu'à une dose « optimale ». Au-delà de celle-ci, la biomasse n'augmente plus alors que sa teneur en azote s'accroît encore (2). Le point de rupture de pente entre (1) et (2) est un point critique. Il correspond au minimum de teneur en azote dans la plante (%Nc) requis pour une croissance maximum de la culture (Ulrich, 1952). L'ensemble des points critiques forme la courbe critique.

Cette courbe critique caractérise la production maximum de matière sèche totale permise avec la teneur minimale d'azote. Elle constitue donc un outil de diagnostic de l'état de satisfaction des besoins de la plante.



⇨ partir de la courbe de teneur en azote critique (Lemaire et al., 1997); (encadré : ci-dessous).

Produire le maximum de matière sèche avec le minimum d'azote

Les travaux sur la définition des besoins en azote réalisés par la section Agro-Transfert d'Alternatech, ont conduit à définir la courbe de teneur en azote critique de la pomme de terre (Duchenne et al., 1997). Celle-ci caractérise la production maximale possible de matière sèche totale (fanés + tubercules) avec la teneur minimale en azote (figure 4). Pour chaque niveau de biomasse totale de la culture, on peut désormais comparer la teneur mesurée en azote (% N) à la teneur critique (% Nc). On définit ainsi un INN = % N/% Nc qui rend compte de l'état de la nutrition azotée du peuplement.

Lorsque % N = % Nc, INN = 1 : la culture est à l'optimum de nutrition azotée vis-à-vis de sa production de biomasse totale.

- Lorsque, INN < 1, l'azote est limitant pour la croissance.
- Lorsque INN > 1, la plante est en consommation de luxe.

La courbe critique et l'indice de nutrition azoté constituent pour la culture de pommes de terre un moyen de paramétrer l'évaluation du besoin en azote en fonction de l'objectif de production. L'enjeu est de déterminer quel est l'INN optimal pour d'autres critères de production que la biomasse totale, critères de production relatifs à l'élaboration du rendement ou à la qualité des tubercules.

L'indice de nutrition azotée pour prévoir le rendement

Les premiers travaux de caracté-

térisation du niveau de nutrition azotée optimal ont été réalisés sur le rendement total pour des variétés destinées à la transformation.

La figure 5 montre la relation entre le niveau de nutrition azoté (INN) mesuré juste avant défanage et le rendement (INR) mesuré à la récolte.

La corrélation entre l'INN pré-défanage et l'INR est significative. Elle confirme le lien entre l'absorption d'azote et l'élaboration du rendement et, donc, la pertinence de l'INN pour prévoir le rendement atteignable en valeur relative par rapport au rendement potentiel. Le niveau optimum d'INN pour maximiser le rendement total est toujours supérieur à 1 et varie entre 1,2 et 1,3 selon les critères statistiques choisis. A partir de ces résultats, de nouvelles règles de prévision du besoin en azote peuvent être proposées pour chaque bassin de production. Elles sont fondées sur le type de production et son objectif (niveau d'INN requis).

Les nouvelles références concernant pour l'instant la maximisation du rendement en pommes de terre de consommation.

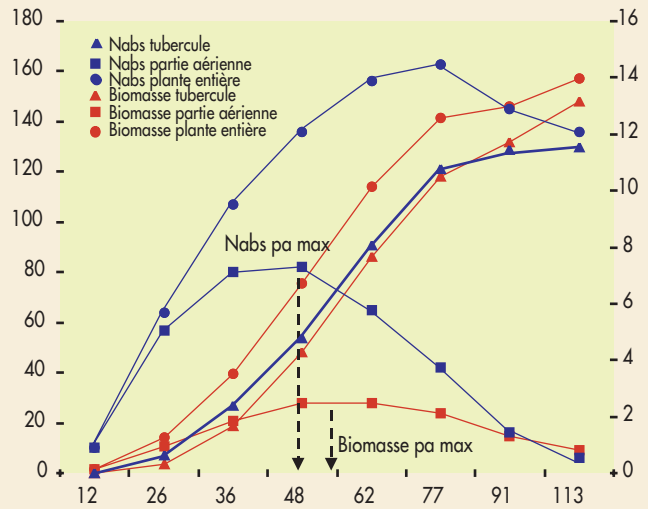
Des travaux restent encore à réaliser pour tenir compte d'autres productions (pommes de terre primeurs, plants,...) ou d'autres objectifs comme la teneur en matière sèche ou en nitrates des tubercules.

Le modèle Critic pour simuler le besoin en azote

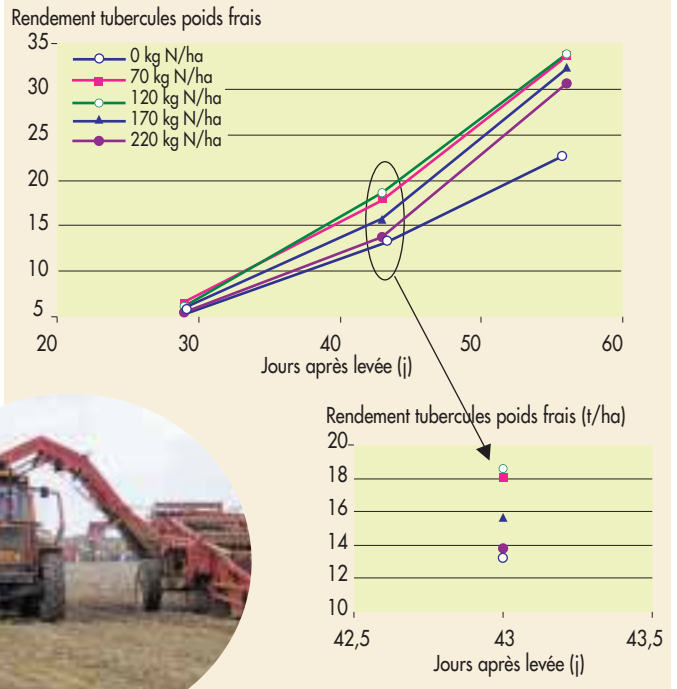
Pour chaque bassin de production, le besoin en azote a été évalué à l'aide d'un modèle de culture (modèle Critic, Duchenne T).

Le modèle Critic permet de simuler le besoin en azote de

Dynamique d'accumulation de l'azote et de la biomasse Bintje irriguée, 1994, Villers (ITCF-ITPT - 02), sol limoneux (figure 3)

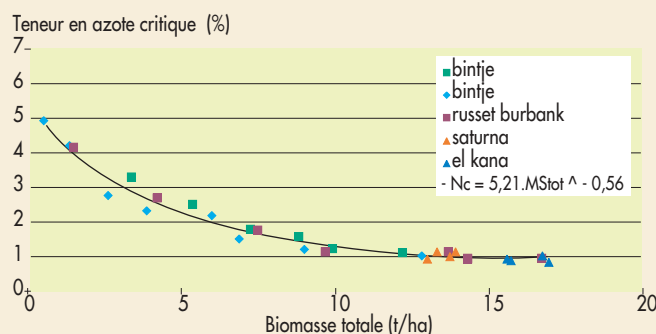


Effets de la fertilisation azotée sur la production précoce de tubercules — Bintje irriguée, 1997, Boigneville (ITCF-ITPT - 91), sol argilo-limoneux (figure 2)



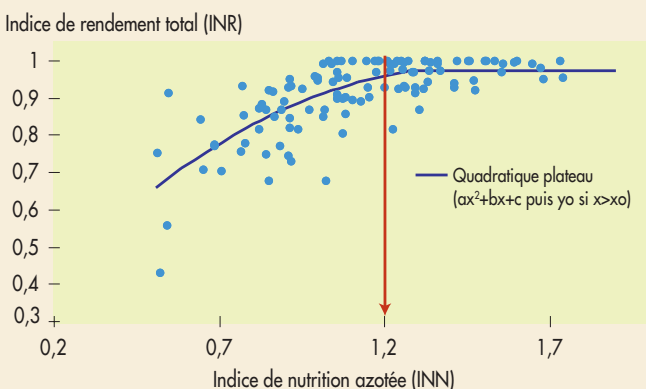
L'entrée en croissance rapide des tubercules s'est effectuée précocément sur les parcelles fertilisées avec 70 et 120 kg N/ha. Le classement des rendements observés 43 jours après la levée s'effectue dans l'ordre inverse des apports d'azote et atteste d'une pénalisation de la croissance précoce des tubercules dans le cas de fortes disponibilités en azote comme cela a pu être le cas avec 220 kg N/ha. Quarante-trois jours après la levée, la parcelle ayant reçu 220 kg N/ha a ainsi le même rendement tubercules que le témoin sans azote.

Courbe de teneur critique en azote de la pomme de terre (figure 4)



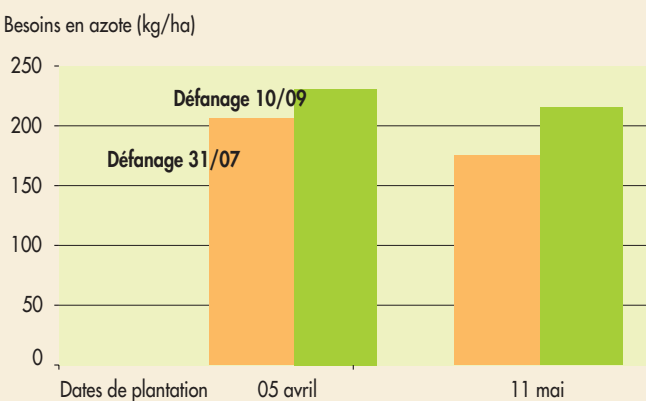
Détermination d'un niveau de nutrition azotée optimum pour le rendement tubercules (tous calibres) (figure 5)

Variétés: Bintje, Kaptah Vandel, Monalisa, Nicola, Russet Burbank Sols limoneux, limono-sableux, argilo-limoneux et crayeux



Ce graphique résulte de l'intégration des résultats de 24 essais réalisés de 1991 à 2000 sur différents milieux et avec différentes variétés. De façon à permettre une analyse simultanée des résultats issus d'un ensemble de parcelles sur plusieurs années, le rendement observé avec une dose d'azote quelconque a été exprimé par rapport à un rendement potentiel observé hors facteur limitant azote. Pour cela, on calcule un indice de rendement (INR) égal au rapport entre le rendement en tubercules et le rendement maximum observé avec une dose non limitante (plateau de la courbe de réponse à l'azote).

Estimation en Picardie du besoin en azote d'une culture de pomme de terre selon la durée du cycle (figure 6)



↳ la culture en fonction de la durée du cycle, du climat du bassin de production et du niveau de nutrition azotée fixé par l'utilisateur selon son objectif de production.

Ce modèle fonctionne à un pas de temps journalier et simule la production de matière sèche totale potentielle (c'est-à-dire en condition non limitante) entre la date de levée et la date de défanage. Il utilise des données d'entrées facilement accessibles en routine : données climatiques (rayonnement, température) et caractéristiques culturales (distance entre les rangs, densité de plantation).

Pour chaque bassin de production, l'utilisation de ce modèle en fréquentiel sur 30 années climatiques avec un niveau d'INN égal à 1,2 a permis de déterminer un rendement potentiel et un besoin correspondant en azote. Le rendement retenu pour réaliser les préconisations a été le rendement maximum observé 8 années sur 10. Il correspond donc à une satisfaction des besoins dans quatre cas sur cinq.

Les nouvelles références de besoins en azote ainsi obtenues ont été intégrées sous forme de tableaux de préconisation (tableaux disponibles dans le *Guide de la fertilisation azotée de la pomme de terre*). Ils permettent de chiffrer, à la plantation, la valeur du besoin en azote qui permet d'atteindre le rendement potentiel permis par le contexte pédoclimatique. La figure 6 présente pour exemple l'estimation des besoins en azote pour des cultures de pommes de terre



plantées en Picardie le 05/04 ou le 11/05 et défanées le 31/07 ou le 10/09.

La prise en compte dans l'évaluation des besoins en azote des dates de défanage permet d'intégrer les différentes précocités des variétés. Ainsi, dans l'exemple de la figure 4, le besoin en azote d'une pomme de terre hâtive plantée le 05/04 et défanée le 31/07 est estimé à 205 kg/ha. Pour la même date de plantation, le besoin en azote d'une pomme de terre tardive défanée le 10/09 est estimé à 230 kg/ha. Les nouvelles références de besoin en azote permettent également de mieux s'adapter aux conditions de l'année en prenant en compte la date de plantation. Dans le cas d'une pomme de terre à chair ferme défanée le 31/07, une plantation tardive le 11/05 conduit à un besoin en azote de 175 kg/ha. Il serait de 205 kg/ha pour une plantation plus précoce (05/04).

Lors de printemps pluvieux, qui raccourcit le cycle de végétation en imposant une date de plantation très tardive, l'utilisation de ces nouvelles références permet ainsi d'ajuster plus finement les apports d'azote aux longueurs de cycle. Elle permet ainsi d'améliorer les conditions de maturité au défanage et donc la qualité des tubercules puis la conservation au cours du stockage. ■