

L'analyse d'herbe pour piloter la fertilisation phosphatée et potassique des prairies. Exemples d'application de la méthode

A. Farruggia¹, L. Théliier-Huché², S. Violleau³, J.M. Lebrun⁴, A. Besnard⁵

L'analyse d'herbe met en évidence l'absorption insuffisante ou excessive de P et de K. En rendant compte a posteriori de la disponibilité de ces éléments (dans le sol et par la fertilisation, minérale ou organique) et de l'aptitude de la prairie à les prélever, l'analyse d'herbe est un très bon outil de diagnostic pour piloter la fertilisation P et K des prairies.

RESUME

Les indices de nutrition P et K de la prairie calculés suite à l'analyse d'herbe ont été établis à partir de bases physiologiques décrites dans l'article. L'interprétation agronomique de ces indices est donnée ainsi que le protocole de prélèvement de l'herbe. Selon l'objectif recherché, deux niveaux de diagnostic peuvent être mis en œuvre, l'un portant sur la pratique de fertilisation de l'éleveur et l'autre permettant d'apprécier le niveau des réserves en P et en K du sol mobilisables à court terme. L'application de cette méthode en tant qu'outil de développement est ensuite illustrée dans deux régions françaises : le Puy-de-Dôme, à l'échelle d'un groupe d'agriculteurs, et le Pas-de-Calais, à l'échelle d'une petite région.

MOTS CLES

Diagnostic, fertilisation phosphatée, fertilisation potassique, fertilisation raisonnée, méthode, nutrition de la plante, phosphore, potassium, prairie.

KEY-WORDS

Diagnosis, grassland, method, phosphate fertilization, phosphorus, plant nutrition, potassic fertilization, potassium, rational fertilization.

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, INRA Theix, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ; mél : anne.farruggia@inst-elevage.asso.fr

2 : SAGAH, unité mixte INRA-INH, 42, rue Georges Morel, BP 57, F-49071 Beaucouzé cedex ; mél : thelier@angers.inra.fr

3 : Chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme, 1, avenue de la liberté, BP 343, F-63012 Clermont-Ferrand ; mél : s.violleau@puy-de-dome.chambagri.fr

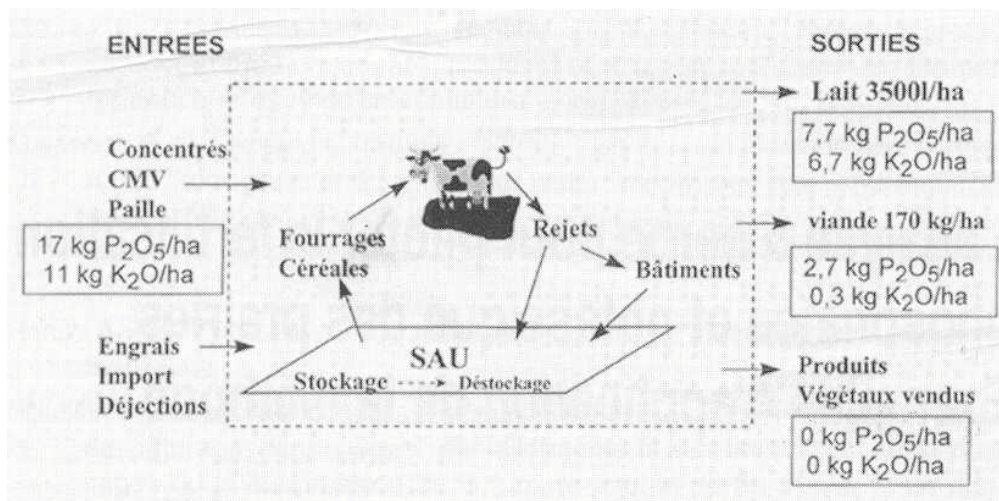
4 : Chambre d'Agriculture du Pas-de-Calais, 56, avenue Roger Salengro, BP 39, F-62051 Saint-Laurent-Blangy cedex ; mél : jmlebrun-pa@pdc.chambagri.fr

5 : ITCF, Station expérimentale de La Jaillièrre, La Chapelle-Saint-Sauveur, BP 32, F-44370 Varades ; mél : abesnard@itcf.fr

Un des points clés du raisonnement de la fertilisation phospho-potassique est qu'il est possible de gérer une exploitation spécialisée en élevage de ruminants avec très peu d'achats d'engrais phosphatés et potassiques, à condition de bien maîtriser l'épandage des déjections sur l'ensemble de l'exploitation. En effet, les animaux rejettent dans leurs déjections, et donc sur les surfaces de l'exploitation, les trois quarts du phosphore et du potassium ingérés. Les entrées de phosphore et de potassium dans l'exploitation par les aliments concentrés achetés, les condiments minéraux et les fourrages compensent donc généralement les sorties, par les animaux et le lait vendus, avant tout achat d'engrais chimiques (figure 1). Car à la différence de l'azote, le phosphore et le potassium ne subissent pas de pertes gazeuses ; de plus, le phosphore n'est pas lessivable. Dans l'ensemble, leur recyclage interne sur l'exploitation a une bonne efficacité. Ils sont stockés dans le sol sous forme de phosphore organique ou de phosphore et de potassium minéral. Une exploitation spécialisée dans l'élevage de ruminants est de ce fait, théoriquement, autonome en phosphore et en potassium.

Figure 1 : Exemple de bilan théorique du phosphore et du potassium réalisé sur une exploitation d'élevage spécialisé en production laitière (60 ha d'herbe, 8,5 ha de maïs, 240 000 l de lait par an).

Figure 1 : Example of a theoretical balance-sheet of phosphorus and potassium on a specialized dairy farm (60 ha grass, 8.5 ha maize, 240 000 l milk/year).



Cependant, faire l'impasse sur la fertilisation chimique n'est pas très sécurisant pour un éleveur. Dans ce cadre, un outil tel que l'analyse d'herbe peut se révéler fort utile, car il permet d'apprécier si les apports internes à l'exploitation (engrais de ferme, restitutions au pâturage) judicieusement répartis sur les différentes prairies de l'exploitation peuvent suffire à couvrir leurs besoins. En effet, l'analyse d'herbe rend compte a posteriori de la disponibilité en phosphore et en potassium du sol et de l'aptitude de la prairie à les prélever. Elle offre ainsi la possibilité de contrôler le niveau de nutrition phosphatée et potassique mais aussi d'ajuster la fertilisation des prairies naturelles ou des prairies temporaires.

Dans cet article, nous exposerons tout d'abord les bases physiologiques sur lesquelles repose la méthode, puis nous présenterons comment l'analyse d'herbe peut être utilisée concrètement comme outil de diagnostic ; enfin, nous illustrerons notre propos par deux exemples d'applications de l'analyse d'herbe en tant qu'outil de développement : un dans le Puy-de-Dôme et un dans le Pas-de-Calais.

1. Les bases physiologiques du diagnostic du végétal

* Relation entre la teneur en azote et la teneur en phosphore ou en potassium

En conditions de croissance et de nutrition minérale satisfaisantes, la composition des tissus végétaux présente un certain équilibre entre les éléments N, P et K (figure 2). L'absorption de phosphore et de potassium s'ajuste à la vitesse d'élaboration des nouveaux tissus, et donc à la dynamique d'absorption et de métabolisme de l'azote et du carbone (Salette et Huché, 1991). "Cet équilibre et son évolution au cours de la repousse caractérisent le comportement normal d'un peuplement en cours de croissance" (Salette et Huché,

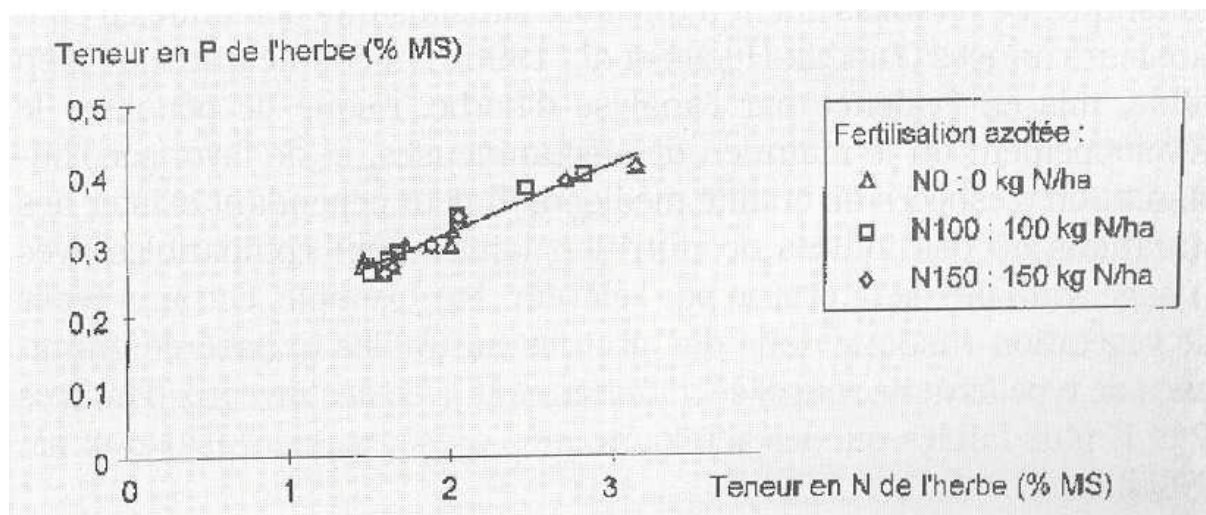
1991). Ainsi, pour un état de nutrition P et K donné, les teneurs de l'herbe en ces deux éléments (P% et K%) sont donc fonction de sa teneur en azote (N%). Ces relations peuvent, par simplification, être assimilées à des droites dont les équations sont les suivantes (Duru et Théliet-Huché, 1997) :

$$- P\% = 0,15 + 0,065 N\%$$

$$- K\% = 1,6 + 0,525 N\%$$

Figure 2 : Evolution des teneurs en azote et en phosphore d'un ray-grass anglais au cours de la croissance de printemps selon le niveau de fertilisation azotée.

Figure 2 : Changes in the nitrogen and phosphorus contents of a perennial ryegrass sward during spring growth, according to level of N fertilization.



Elles sont indépendantes du niveau de nutrition azotée et peuvent être utilisées comme référence d'un comportement équilibré. Le diagnostic se fait alors par la mesure de l'écart au comportement normal, soit graphiquement à partir d'abaques (Salette et Huché, 1991) soit par calcul d'indices de nutrition (Duru et Théliet-Huché, 1997) :

$$- \text{pour le phosphore : } iP = 100 P\% / (0,15 + 0,065 N\%)$$

$$- \text{pour le potassium : } iK = 100 K\% / (1,6 + 0,525 N\%)$$

L'expérience a confirmé la cohérence et la validité de tels indices qui conservent toute leur signification quel que soit le niveau d'intensification de la parcelle et le type de prairie (à l'exception des mélanges graminées - trèfle blanc présentant plus de 25% de trèfle blanc au printemps).

Par ailleurs, dans une prairie dont le régime de fertilisations phosphatée et potassique (minérale et organique) est stable, les indices de nutrition P et K de l'herbe, qui résultent à la fois de l'effet de l'engrais apporté et de la disponibilité de l'élément dans le sol, varient peu d'une année sur l'autre et pour les cycles de croissance dans lesquels d'autres facteurs limitants (éclairage, excès ou manque d'eau...) n'interviennent pas. Cela signifie d'une part que l'analyse d'herbe réalisée une année donnée est effectivement utilisable pour définir la politique de fertilisation des années suivantes et que, d'autre part, les indices de printemps mesurés au printemps sont bien représentatifs des états de nutrition P et K de la parcelle tout au long de l'année.

* Interprétation agronomique des états de nutrition phosphatée et potassique de la prairie

En pratique, l'état de nutrition phosphatée ou potassique de la prairie quel que soit son mode d'exploitation est considéré comme :

- excédentaire pour des indices $i > 120$. La suppression de la fertilisation P ou K l'année qui suit le diagnostic n'entraîne pas de diminution de la production mais seulement éventuellement une diminution des teneurs ;

– satisfaisant pour des indices proches de la valeur 100, en différenciant l'état de nutrition très satisfaisant ($100 < i < 120$), de l'état de nutrition satisfaisant ($80 < i < 100$). Dans cette zone, une augmentation des apports n'entraîne pas de gain de production, mais seulement une augmentation des teneurs ;

– insuffisant pour des indices compris entre 60 et 80. L'effet dépressif sur la production dépend alors des conditions climatiques et du niveau de production recherché ;

– très insuffisant pour des indices < 60 . L'effet dépressif sur la production est systématique. Un apport plus important entraîne une augmentation de la production d'herbe et des teneurs.

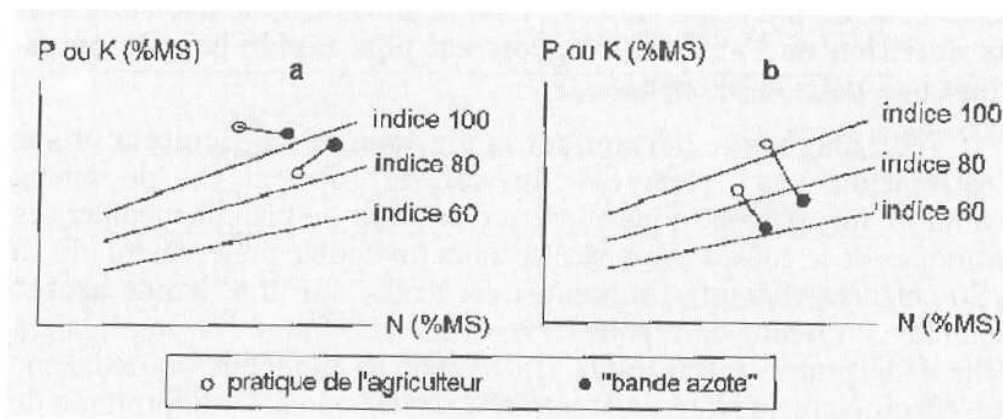
Dans des systèmes où l'on ne recherche pas l'optimum de production, on pourrait être tenté de se satisfaire d'indices de nutrition faibles. Ceci peut être insuffisant pour le phosphore, d'une part pour l'animal, d'autre part pour le maintien d'une bonne qualité floristique. Le rétablissement d'une flore satisfaisante demande en effet plusieurs années (Thélier-Huché *et al.*, 1996). Un état de nutrition trop faible, mis en évidence par l'analyse d'herbe, risque de pénaliser le développement ou le maintien des légumineuses, et de favoriser l'implantation d'espèces de qualité médiocre. Il peut cependant exister des situations où des indices de nutrition faibles sont compatibles avec l'usage souhaité de la prairie par l'éleveur. Par exemple, certains types de végétation rustique dans des prairies naturelles (à base de graminées de type fétuque rouge) se maintiennent avec des niveaux d'indices P et K plus faibles que les seuils évoqués précédemment (Duru *et al.*, 1998).

* Mise en évidence de l'accessibilité des réserves de phosphore et de potassium du sol : du diagnostic au pronostic

Le diagnostic de nutrition PK peut être affiné par la mise en évidence de l'accessibilité des réserves de phosphore et de potassium du sol. L'effet d'entraînement de l'azote sur l'absorption du phosphore et du potassium illustré sur la figure 2 est en effet un outil de diagnostic. Ainsi, un apport d'azote supplémentaire de l'ordre de 100 unités/ha, à l'initiative de l'agriculteur ou du conseiller, va accroître la demande du peuplement prairial en phosphore et en potassium du fait de l'augmentation de la biomasse. L'analyse de la réponse des indices va permettre de ce fait d'évaluer la capacité du sol à satisfaire cette demande supplémentaire (figure 3). La bande de terrain sur laquelle cet apport supplémentaire est réalisé est dénommée "bande azote" dans ce qui suit.

Figure 3 : Diagnostics réalisés avec "bande azote" à l'aide des indices iP et iK, a) les indices restent satisfaisants sur la "bande azote", l'offre est donc largement suffisante ; b) les indices chutent sur la "bande azote", l'offre est donc limitée et n'est pas suffisante pour satisfaire une demande supplémentaire.

Figure 3 : Diagnoses made thanks to a 'nitrogen strip' (i.e. a strip of land receiving 100 kg N/ha more than the rest of the pasture) with the iP and iK indices : a) the indices remain satisfactory on the 'nitrogen strip', the supply is therefore sufficient, b) the indices decrease on the 'nitrogen strip', the supply is therefore limiting and cannot meet a larger requirement.



2. Le pilotage de la fertilisation phosphatée et potassique à partir des indices de nutrition

Cet outil, mis au point et diffusé par l'INRA depuis 1981 pour l'azote (Salette et Lemaire, 1981) et 1991 pour le phosphore et le potassium (Salette et Huché, 1991), a été testé et validé sur une large gamme de prairies françaises depuis 1994 par un groupe de travail national composé de l'INRA, de l'Institut de l'Élevage, de l'ITCF et des Chambres d'Agriculture 22, 25, 62, 63, 64, 71, 76. Le travail de ce groupe a notamment abouti à des recommandations concernant les conditions de prélèvement et les préconisations de fertilisation suite à un diagnostic (Thélier-Huché *et al.*, 1999).

* Conditions de prélèvement

Le diagnostic par analyse d'herbe doit être réalisé lorsque la croissance n'est pas pénalisée par des conditions thermiques ou hydriques défavorables. Il est donc conseillé d'analyser l'herbe au printemps.

Le prélèvement d'herbe doit s'effectuer lorsque la production fourragère a atteint au moins 2 t MS/ha. En effet, le mécanisme de "dilution" des éléments minéraux au cours de la croissance ne commence pas en début de repousse mais seulement lorsque le couvert végétal est "fermé" soit pour un niveau de production de 1,5 à 2,0 t MS/ha. Il peut être réalisé à des stades beaucoup plus tardifs (jusqu'à la floraison) mais dans la pratique il est préférable de prélever à des niveaux de production compris entre 2 et 5 t MS/ha qui permettent d'éviter de prélever de l'herbe en cours de sénescence.

Ces analyses peuvent être réalisées sur les prairies temporaires d'au moins 2 ans pour que le système racinaire soit correctement implanté et corresponde bien de ce fait à un état stable, ainsi que sur les prairies permanentes à l'exception des associations ou des prairies permanentes comportant une proportion de légumineuses supérieure à 25% au printemps.

Sur des parcelles destinées au pâturage précoce de printemps ou au pâturage continu, le diagnostic n'est possible que si une zone de la parcelle est mise en défens afin de pouvoir prélever l'herbe à un stade de croissance suffisant.

* Type de diagnostic à réaliser

Il existe deux niveaux de diagnostic selon l'objectif recherché :

– Un diagnostic portant uniquement sur la pratique de l'agriculteur. Dans ce cas, l'objectif est de porter un jugement sur la pertinence des pratiques actuelles de fertilisation pour des parcelles à conduite stable. La connaissance des teneurs en azote, phosphore et potassium de l'herbe est suffisante pour calculer les indices iP et iK. On coupe alors 15 à 20 poignées d'herbe à l'aide d'une cisaille, à 4-5 cm du sol, en prélevant par exemple sur une diagonale ou un "W" de la parcelle. On constitue un échantillon représentatif de 500 g environ de matière verte qu'on envoie rapidement au laboratoire en frais dans un sac en papier. C'est une formule légère aussi bien en temps qu'en coût.

Bien qu'il soit délicat d'établir des grilles de conseil sans se référer aux pratiques de fertilisation de l'agriculteur, aux fonctions des parcelles et aux objectifs de production, on peut tout de même proposer les conseils présentés figure 4. La durée d'une impasse de fertilisation est à raisonner avec le niveau de l'indice mais le suivi de parcelles pendant plusieurs années a montré que la dégradation de l'état de nutrition en l'absence d'apport est plus rapide pour le potassium que pour le phosphore.

– Un diagnostic portant sur la pratique de l'agriculteur et sur l'estimation des "réserves" du sol. Si l'objectif est de mieux connaître une parcelle que l'on vient d'acquérir ou bien de modifier ses pratiques de fertilisation, on réalise alors un double prélèvement (de 15 à 20 poignées chacun). Un premier est réalisé sur une "bande azote" délimitée en début de repousse, recevant une fumure azotée égale à celle de la prairie + 100 unités d'azote par ha tandis qu'un deuxième est effectué sur le reste de la parcelle correspondant à la pratique de l'agriculteur. On estime ainsi l'aptitude du sol à répondre à une demande plus importante.

La figure 5 explicite le conseil suite à l'examen des indices P ou K sur la parcelle "agriculteur" et sur la "bande azote". Il a été établi pour des parcelles sur lesquelles on vise un bon niveau d'intensité d'utilisation de la biomasse produite. Ainsi, pour un indice "agriculteur" compris entre 80 et 100 :

- si l'indice se maintient sur la "bande azote", on conseille un maintien de la fertilisation d'entretien autour de 30 unités pour P_2O_5 et 60 unités pour K_2O ;
- si l'indice augmente sur la "bande azote" et devient supérieure à 100, on conseille une impasse pendant 2 à 3 ans suivant l'élément minéral considéré (respectivement K et P) ;
- si l'indice chute sur la "bande azote" en deçà du seuil 80, on conseille un apport de 30 à 60 unités pour P_2O_5 ou 60 à 150 unités pour K_2O .

Figure 4 : Préconisations de fertilisation PK suite à un diagnostic simple d'herbe.

Figure 4 : PK fertilizing advices based on a simple herbage diagnosis.

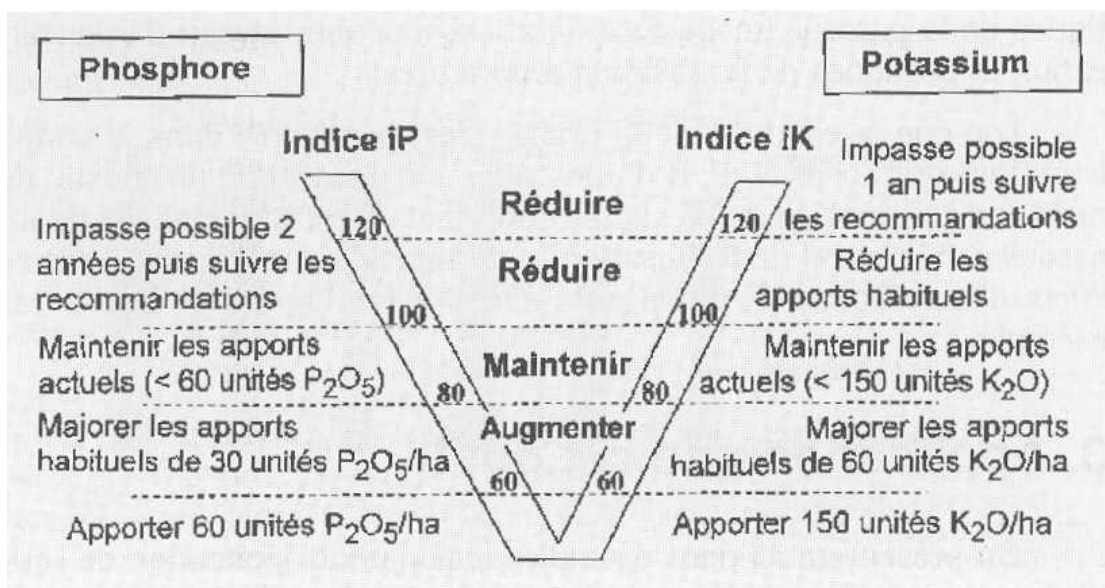
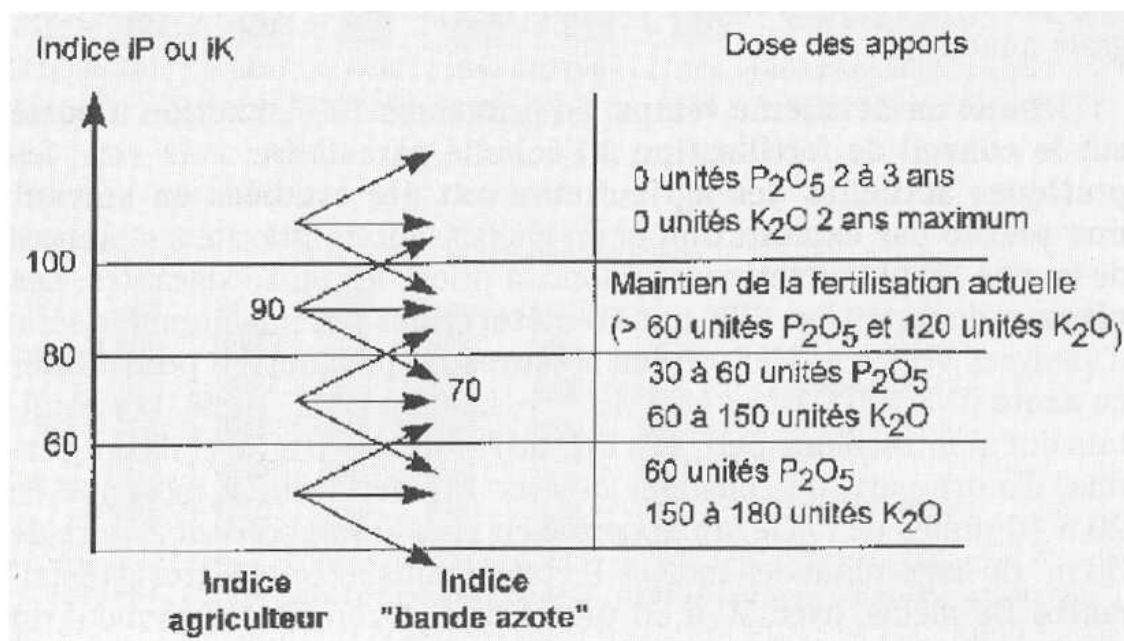


Figure 5 : Préconisations de fertilisation PK suite à un diagnostic avec "bande azote" par analyse.

Figure 5 : PK fertilizing advices based on a diagnosis with 'nitrogen strip' analysis (units/ha/year).



Le niveau des apports sera ajusté à l'intérieur des fourchettes préconisées laissées volontairement larges, en fonction des caractéristiques de la parcelle (mode d'exploitation, fonction, niveau d'intensification et pratiques de fertilisation antérieures).

Lorsque la conduite de la prairie n'est pas stable dans le temps (variation des doses N, P, K d'une année sur l'autre), le diagnostic de nutrition conserve toute sa signification mais il est plus difficile de lui associer un conseil de fertilisation, notamment en raison des arrière-effets d'apports P et K importants avec les fumiers et les lisiers par exemple.

3. Applications de cet outil

On présentera ici deux exemples régionaux d'application de l'outil, l'un dans le Puy-de-Dôme et l'autre dans le Pas-de-Calais.

* Puy-de-Dôme : un outil pédagogique pour améliorer le conseil de fertilisation à l'échelle d'un groupe d'éleveurs

Le groupe, constitué dans le cadre d'une formation FAFEA, comprend 9 éleveurs à dominante lait, dont les exploitations sont situées en zone de demi-montagne volcanique (750 - 900 m d'altitude), à l'est du département du Puy-de-Dôme. La surface herbagère occupe 90 à 100% de la SAU et il y a systématiquement utilisation des engrais de ferme sur les prairies de fauche. Les sols ont un bon potentiel et présentent des fournitures par le sol correctes. Les apports d'azote minéral pour la 1^{re} coupe sont de l'ordre de 40 à 50 unités par hectare.

Au départ, la demande du groupe concernait le choix des engrais. Après une première réunion d'information sur ce thème, le travail a porté sur l'utilisation et la valeur fertilisante des engrais de ferme, et en particulier sur les lisiers, forme dominante de déjections sur ces exploitations. Pour cela, deux types d'outils ont été utilisés : l'analyse directe de la valeur des lisiers (avec densimètre et quantofix) et l'étude des bilans globaux de chaque exploitation. L'objectif était d'aider les éleveurs à quantifier le potentiel fertilisant de leurs engrais de ferme pour mieux en tenir compte dans leurs achats d'engrais minéraux.

Dans un deuxième temps, au printemps 1997, l'action a porté sur le conseil de fertilisation à l'échelle parcellaire. Pour cela, les pratiques actuelles des agriculteurs ont été étudiées en suivant une prairie par exploitation et en choisissant en priorité les prairies de fauche les plus intensives et donc, a priori, les plus exigeantes. Les niveaux de nutrition NPK ont été déterminés par une première série d'analyses végétales NPK et des mesures de production pour l'indice azote ($INN = 100 N\% / (4,8 MS^{-0,32})$; Lemaire *et al.*, 1989). Les résultats ont montré, d'une part, des INN de l'ordre de 70 à 80 et ils ont permis, d'autre part, de constater qu'avec une fertilisation moyenne de 20 à 40 unités de P_2O_5 /an apportée en plus des apports de l'ordre de 30 m³ de lisier dilué, les indices P étaient satisfaisants à très satisfaisants. De même, avec 50 à 60 unités de K_2O /an en complément du lisier, les indices K étaient très satisfaisants à excédentaires (figure 6). Il restait alors à vérifier les possibilités de réduction ou d'impasse en fumure minérale.

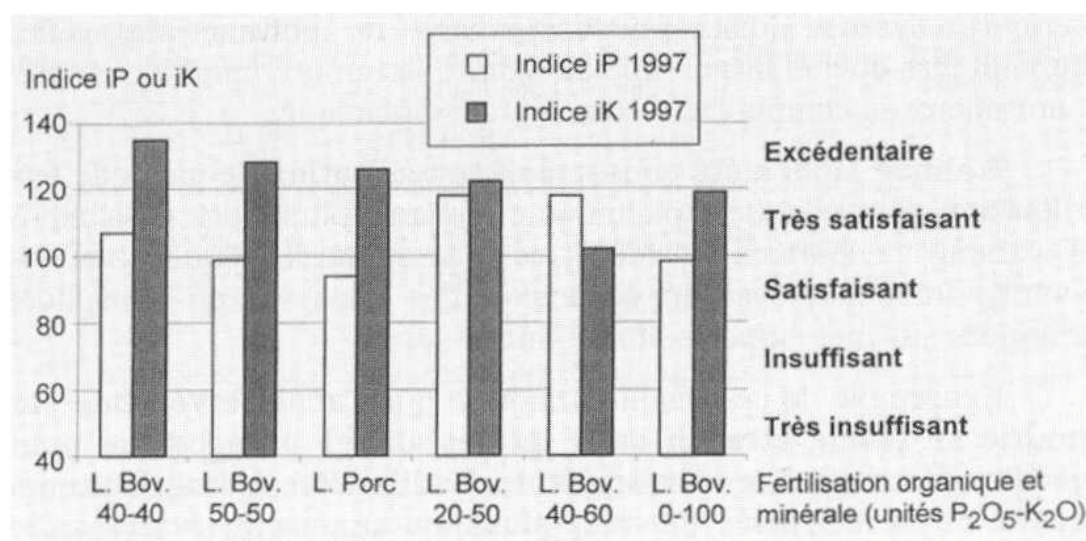
L'année suivante, soit au printemps 1998, il a donc été proposé aux agriculteurs de refaire les mêmes observations sur les mêmes parcelles (mesure de production et analyse végétale NPK) en comparant cette fois-ci leur pratique habituelle avec le conseil issu des analyses de l'année précédente, à savoir une impasse minérale PK pour l'ensemble des parcelles. Les éleveurs ont ainsi pu constater que les indices P et K restaient satisfaisants suite à l'impasse minérale (figure 7). Seule la parcelle 6, suite à trois années consécutives d'impasse, voyait son indice P fortement diminuer. Cette deuxième série d'analyses a ainsi permis de vérifier et de confirmer auprès des agriculteurs qu'il était possible de réduire la fumure minérale en prenant mieux en compte l'effet des fumures organiques.

L'année 1999 a été consacrée à la réalisation de plans de fertilisation pour chaque exploitation en tenant compte des possibilités d'épandage de leurs engrais de ferme et en optimisant l'utilisation des engrais minéraux avec en particulier des impasses en phosphore 2 années sur 3 et en potassium 1 année sur 2.

L'ensemble de ces résultats montre que l'analyse végétale sur prairie se révèle être un outil intéressant et pédagogique pour vérifier et adapter les pratiques de fertilisation des agriculteurs quand elle est utilisée pendant plusieurs années successives. De plus, cet exemple nous rappelle que l'échange de résultats au sein d'un même groupe d'agriculteurs permet de renforcer les messages de conseil.

Figure 6 : Indices phosphatés et potassiques de 6 parcelles de prairies du Puy-de-Dôme en 1997 (1^{re} coupe).

Figure 6 : P and K indices of 6 pastures plots in Puy-de-Dôme in 1997 (1st cut).



* Pas-de-Calais : un outil pour valider le conseil de fertilisation à l'échelle locale

L'analyse d'herbe a été testée trois années consécutives chez plus d'une trentaine d'éleveurs laitiers appartenant au Réseau d'Élevage pour le Conseil et la Prospective du Pas-de-Calais, du Boulonnais et du Ternois. Il s'agit pour la plupart d'exploitations à forte dominante élevage dont le chargement se situe entre 1,6 et 2,0 UGB/ha et la surface fourragère entre 65 et 100% de la SAU. Quelques exploitations sont cependant des exploitations de polyculture - élevage. Les prairies pâturées reçoivent de l'ordre de 50 à 60 unités d'azote minéral avant le premier passage tandis que les prairies fauchées reçoivent environ 80 unités d'azote avant la première coupe. Alors que les pâtures représentent un échantillon de parcelles relativement homogènes du point de vue de leur conduite, les prairies fauchées sont menées de façon plus hétérogène.

Les résultats obtenus sur 54 parcelles ont fait apparaître des états de nutrition souvent très satisfaisants, en particulier pour le phosphore, puisque seulement 12% des parcelles pour le phosphore (contre 25% pour le potassium) présentent des états de nutrition insuffisant à très insuffisant (indices < 80).

Tableau 1 : Indices de nutrition phosphatée et potassique sur 26 parcelles uniquement pâturées du Pas-de-Calais, en fonction des apports antérieurs.

Table 1 : P and K nutrition indices of 26 pasture plots in Pas-de-Calais, exclusively grazed, according to previous fertilizer dressings.

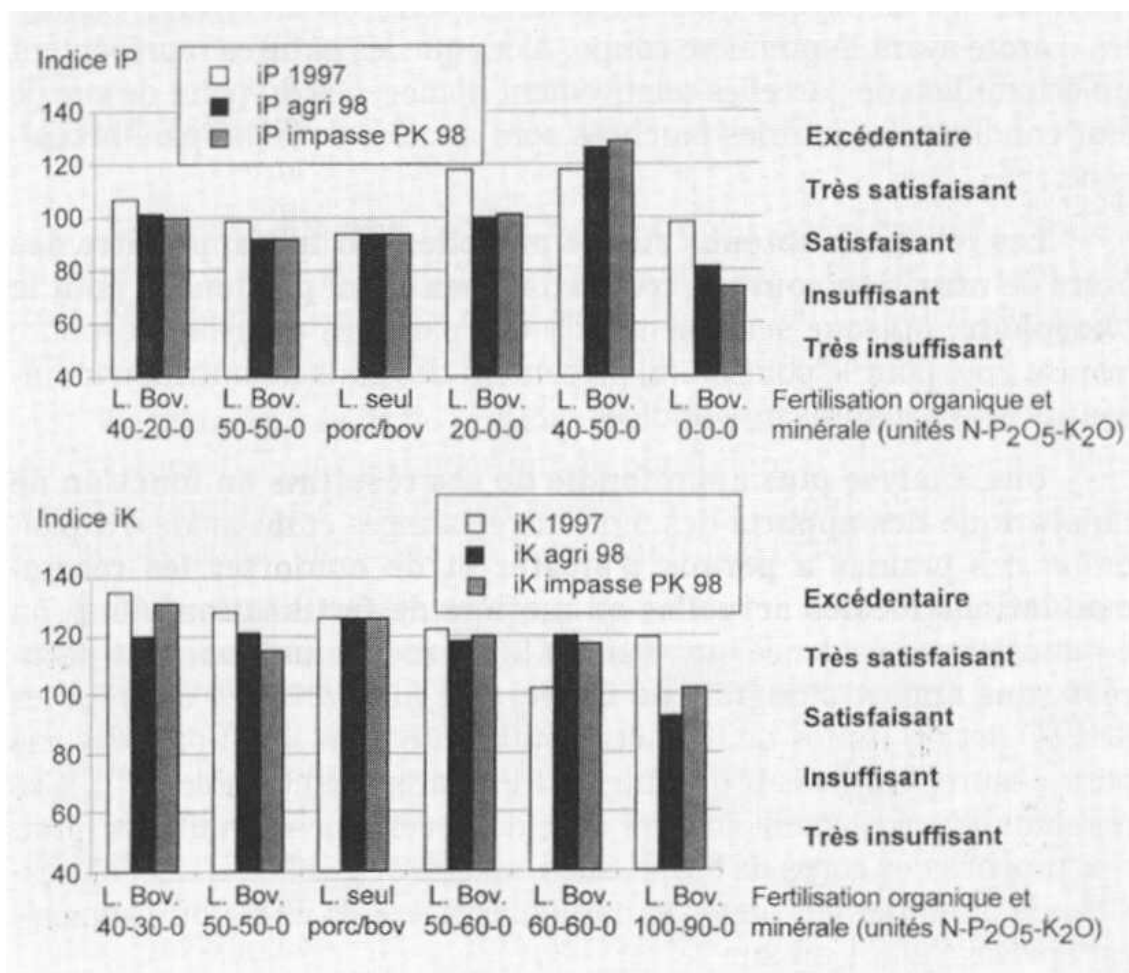
Apports P antérieurs (unités P ₂ O ₅ /ha/an)		iP moyen	% de parcelles	Apports K antérieurs (unités K ₂ O/ha/an)		iK moyen	% de parcelles
Niveau moyen	Apport moyen		avec iP > 80	Niveau moyen	Apport moyen		avec iK > 80
Impasse	0	96	60	Impasse	0	72	60
1 - 30*	20	100	60	1 - 80	61	96	60
30 - 50	40	126	100	80 - 100	85	114	100
> 50	60	120	100	> 100	115	110	100

* Peu de parcelles dans cette classe.

Une analyse plus approfondie de ces résultats en fonction de l'historique des apports des 5 dernières années et du mode d'exploitation des prairies a permis d'ajuster et de conforter les recommandations locales actuelles en matière de fertilisation. Ainsi, on a pu mettre en évidence que, sur les 26 parcelles uniquement pâturées sans apport d'engrais de ferme, une fumure de 20 à 30 unités de P_2O_5 et 60 unités de K_2O était suffisante dans la plupart des cas pour assurer un niveau de nutrition PK satisfaisant (tableau 1). Ces résultats ont également montré que, dans certaines conditions (prairies proches des corps de ferme, silos ouverts dès juillet...), il était possible de diminuer ces apports, particulièrement en P_2O_5 où l'impasse est envisageable 1 an sur 2.

Figure 7 : Comparaison des indices P et K des 6 parcelles du Puy-de-Dôme suite au conseil d'impasse PK en 1998 (iP et iK agri 98 : indices mesurés sur la partie de la parcelle sur laquelle l'agriculteur a conservé sa pratique habituelle d'apport minéral ; iP et iK impasse PK 98 : indices mesurés sur la partie de la parcelle sans fertilisation minérale PK en 1998).

Figure 7 : Comparison of the P and K indices of the 6 pastures plots in Puy-de-Dôme following the advice given in 1998 (iP and iK agri 98 = indices measured on those parts where the usual mineral fertilizer dressings were maintained ; iP and iK impasse PK 98 = indices measured where no mineral PK fertilizer was applied in 1998).



Sur les prairies à la fois fauchées et pâturées sans apport d'engrais de ferme, le nombre de parcelles analysées plus restreint (11 parcelles) ainsi que leur relative hétérogénéité de conduite incite à plus de prudence dans l'interprétation. Néanmoins, au vu de ces résultats, avec une fauche chaque année sans apport de fumure organique maîtrisable, les apports satisfaisants semblent de l'ordre de 30 - 40 unités de P_2O_5 et 100 unités de K_2O /ha/an. L'impasse en potassium apparaît nettement plus risquée (tableau 2). Des conseils suivant la même logique ont été élaborés sur des parcelles recevant des engrais de ferme.

Tableau 2 : Indices de nutrition phosphatée et potassique sur 11 parcelles fauchées et pâturées du Pas-de-Calais en fonction des apports antérieurs.

Table 2 : P and K nutrition indices of 11 pasture plots in Pas-de-Calais, mown and grazed, according to previous fertilizer dressings.

Apports antérieurs (unités P ₂ O ₅ /ha/an)		iP moyen	Apports antérieurs (unités K ₂ O/ha/an)		iK moyen
Niveau moyen	Apport moyen		Niveau moyen	Apport moyen	
Impasse	0	94	Impasse	0	55
1 - 50	45	121	1 - 80	70	79
50 - 70	55	111	80 - 120	110	101
> 70	90	107	> 120	170	105

Cet exemple montre une utilisation de l'outil intéressante. Les auteurs ont travaillé sur un assez grand nombre de parcelles d'une petite région, triées par classe en fonction de facteurs qui semblent avoir un effet sur la nutrition phosphatée et potassique, à savoir, le mode d'exploitation, l'historique de la fertilisation PK et les apports d'engrais de ferme. Cela leur a permis de réduire les fourchettes des préconisations d'apports de la figure 4, laissées volontairement larges, et d'ajuster leurs recommandations à l'échelle de la petite région.

Conclusion

L'analyse d'herbe est un nouvel outil opérationnel, facile à mettre en œuvre et relativement peu coûteux. C'est de plus un outil très pédagogique que les éleveurs appréhendent rapidement et qui peut être facilement utilisé avec des groupes d'éleveurs.

Le bilan à l'échelle de l'exploitation, présenté en introduction, met en évidence le recyclage important du phosphore et du potassium dans les exploitations d'élevage et la possibilité de réduire sensiblement les achats d'engrais minéraux PK. Le diagnostic d'herbe offre la possibilité de sécuriser l'éleveur et le technicien par rapport à cette réduction de l'utilisation des engrais minéraux. Il permet de vérifier et de confirmer la capacité des prairies à valoriser le phosphore et le potassium des engrais de ferme. Enfin, il contribue à ajuster localement les recommandations de fertilisation PK.

Cependant, l'analyse d'herbe ne constitue qu'un outil de diagnostic en "temps réel" d'un état nutritionnel. C'est un outil de terrain dont l'objectif n'est pas d'expliquer les processus ni le "pourquoi" de l'état de nutrition. Il ne permet pas non plus d'avoir un pronostic à moyen ou à long terme sur la fertilité. En cela, l'analyse de sol peut être complémentaire de l'analyse de plante. En effet, certains paramètres de l'analyse de sol peuvent nous donner des indications sur le fonctionnement du sol et sur son devenir à moyen terme. Cependant, pour que cette complémentarité soit opérationnelle, il nous faut mieux "codifier" l'analyse de sol pour les prairies tant du point de vue des conditions de prélèvement de sol (profondeur de prélèvement notamment) que des paramètres à mesurer et de leur interprétation. Enfin, il reste également à mieux comprendre les mécanismes des transferts de phosphore et de potassium dans le sol et dans la plante. Des recherches sont en cours depuis peu sur ce dernier point mais elles sont axées uniquement sur les cultures annuelles. Certains seulement de ces éléments sont transposables aux prairies...

Accepté pour publication, le 26 décembre 2000.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Duru M., Théliet-Huché L. (1997) : "N and P-K status of herbage : use for diagnosis on grasslands", *Diagnostic procedures for crop N management, Les colloques de l'INRA*, n° 82, 125-138.

Duru M., Balent G., Gibon A., Magda D., Theau J.P., Cruz. P., Jouany C. (1998) : "Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemple des Pyrénées centrales", *Fourrages*, 153, 97-113.

Lemaire G., Gastal F., Salette J. (1989) : "Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content", *XVIth Int. Grassland Congr.*, Nice, 179-180.

Salette J., Lemaire G. (1981) : "Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution", *C.R. Acad. Sc. Paris*, 292, 875-878.

Salette J., Huché L. (1991) : "Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairies par analyse de végétal : principes, mise en œuvre, exemples", *Fourrages*, 125, 3-18.

Thélier-Huché L., Bonischot R., Contat F., Salette J. (1996) : "Incidence à long terme d'une absence prolongée de fertilisation phosphatée sur prairie permanente", *Fourrages*, 145, 53-62.

Thélier-Huché L., Farruggia A., Castillon P. (1999) : *L'analyse d'herbe, un outil pour le pilotage de la fertilisation des prairies temporaires et permanentes*, Plaquette COMIFER-ACTA, Institut de l'Elevage-ITCF, 31p.

SUMMARY

Herbage analysis as a means of steering the phosphatic and potassic fertilization of pastures. Examples of the application of this method

The analysis of a representative sample of herbage from a pasture gives evidence of insufficient or excessive absorptions of P and K. Herbage analysis, as an a posteriori evidence of the availability of these nutrients (in the soil and through mineral or organic dressings) and of the pasture's aptitude to take them up, is a very useful diagnostic tool for the steering of the P and K fertilization of the pastures.

The P and K nutrition indices of a pasture were calculated from herbage analysis results, on the basis of the physiological considerations described in this paper. The agricultural interpretation of these indices and the method of herbage sampling are given. Two levels of diagnosis may be considered, according to one's objectives, the one bearing on the farmer's fertilizing practices, and the other giving an assessment of the short-term availability of the P and K reserves in the soil. Two examples are given to illustrate how this method can be applied as a regional tool of development : one in Puy-de-Dôme, for a group of farmers, and the other in Pas-de-Calais, on the scale of a small region.