

Présentation proposée au Colloque Comifer-Gemas, 8 et 9 novembre 2017

Une nouvelle équation simple et robuste pour estimer la minéralisation en azote de la matière organique des sols français de grandes cultures.

Auteurs :

Eric Justes^{a*}, Hugues Clivot^b, Matthieu Valé^c, Jean-Pierre Cohan^d, Luc Champolivier^e, François Piraux^d, François Laurent^d, Bruno Mary^b

Affiliation des auteurs :

^a INRA, UMR INRA/INPT 1248 AGIR, Auzeville, CS 52627, F-31326 Castanet Tolosan cedex

^b INRA, UR 1158 AgrolImpact, site de Laon, F-02000 Barenton-Bugny

^c AUREA, F-45160 Ardon

^d ARVALIS - Institut du Végétal, F-91720 Boigneville

^e Terres Inovia, Centre INRA de Toulouse, CS 52627, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex

Auteur correspondant :

* Eric Justes, INRA, UMR INRA/INPT 1248 AGIR F-31326 Castanet Tolosan

Email : eric.justes@inra.fr

Résumé:

Il est essentiel de disposer d'un modèle simple (ou équation simple) pour prédire la minéralisation nette d'azote de la matière organique du sol (MO) pour une large gamme de sols français et de systèmes de culture, ceci pour améliorer la gestion de l'azote et réduire les pertes autant que possible. Cela nécessite aussi de simuler la dynamique saisonnière de cette fourniture d'azote gratuite par le sol. Le premier objectif de nos travaux a été de quantifier avec précision les taux de minéralisation nette de la MO du sol en combinant les mesures de la teneur en eau du sol et en azote minéral dans le profil du sol et un modèle de calcul nommé LIXIM (Mary et al., 1999). Le second objectif a été de développer un nouveau modèle prédictif du taux de minéralisation nette de la MO *in situ* basé sur les propriétés basiques du sol et de déterminer les variables explicatives de la variabilité du taux de minéralisation à prendre en compte. De plus, si des facteurs supplémentaires

liés à l'histoire du système de culture, aux fractions de matière organique ou à la biomasse microbienne pouvaient améliorer les qualités prédictives et explicatives du modèle. Le nouveau modèle proposé vise à compléter l'équation k2 utilisée en France depuis quatre-vingt-trois décennies en France, en particulier dans la méthode de l'équilibre N (COMIFER, 2013). Par ailleurs, pour compléter ce travail, nous proposons de mieux rendre compte de la dynamique saisonnière de minéralisation en prenant en compte les facteurs clés qui déterminent l'effet de l'humidité du sol sur la vitesse de minéralisation, ceci afin de rendre compte du climat du sol en interaction avec la température.

Nous avons sélectionné un ensemble de 65 expérimentations de terrain représentatives des systèmes de grandes cultures en France qui ont été réalisées en situation de sol nu, sans ajout récent de résidus de culture ou amendement organique, et dans des systèmes conventionnels. Dans ces expérimentales *in situ*, les teneurs en eau du sol et en azote minéral ont été surveillées sur le profil du sol (0-90 à 0-150 cm de profondeur, 3 à 5 couches) pendant 100 à 555 jours (valeur médiane de 272 jours). Le modèle de calcul de LIXIM a permis de simuler de façon satisfaisante les teneurs en N et en eau ($EF = 0,58-0,80$) dans les différentes couches, permettant de démêler les deux principaux processus impliqués dans les changements de l'azote minéral, à savoir : minéralisation de l'azote organique du sol et lixiviation des ions nitrate, ceci afin de calculer la vitesse de minéralisation *in situ*. Les taux réels de minéralisation en azote de la MO du sol varient largement d'un facteur 8, entre les sites, s'étageant de 0,13 à 1,10 kg N /ha/jour, respectivement des sols très sableux des Landes aux sols organiques limoneux de la Bretagne, les sols argileux et calcaires étant également représentés dans notre base de données. Les taux potentiels de minéralisation en azote de la MO du sol (nommé V_p pour vitesse potentielle), calculés dans des conditions standard d'humidité et de température du sol, ont variés d'un facteur 10, entre 0,17 et 1,67 kg N/ha/jour normalisé (jour « normalisé » à 15 ° C et capacité au champ).

Un nouveau modèle avec une structure multiplicative et une approche séquentielle a été développé en incluant des fonctions expliquant la relation entre le taux de minéralisation (variable prédite, V_p) et les variables explicatives. Le stock d'azote organique du sol (SON) était la variable la plus corrélée

avec V_p ($r = 0,51$, $p < 0,001$) et une relation linéaire était la première fonction introduite dans le modèle. Des fonctions non linéaires de la teneur en argile du sol, du pH, du rapport C/N de la matière organique du sol et de la teneur en CaCO_3 ont ensuite été introduites pour améliorer la prédiction, aboutissant à un « modèle de sol » basé sur 5 paramètres fondamentaux du sol, facilement mesurables. Deux fonctions relatives à la fréquence du colza et des légumineuses en rotation ont permis d'améliorer encore la qualité prédictive du modèle de sol, expliquant finalement 72% de la variance V_p (« sol-history model »). Les fractions de matière organique (matière organique particulaire ou extractible) n'expliquent pas significativement plus de variance de V_p en raison de leurs fortes corrélations avec le SON. La biomasse microbienne (« paramètre biologique ») n'a expliqué que 2% de variance supplémentaire de V_p par rapport au « modèle d'histoire du sol ». Au final, le « modèle sol-histoire » a permis d'optimiser le rapport entre le nombre d'informations et l'explication de la variance et d'améliorer fortement la prédiction de la minéralisation du sol basée sur l'équation k_2 (de 30% à 72% avec le nouveau modèle). Notre travail suggère que l'utilisation de ce nouveau « modèle d'histoire du sol » basé sur seulement 5 caractéristiques du sol mesurées en routine (organique-N, argile, CaCO_3 , C/N et pH) et qualitatives sur les systèmes de culture pourrait remplacer avantageusement l'équation k_2 actuellement mis en œuvre dans les systèmes d'aide à la décision afin d'améliorer la prédiction de la dynamique de l'azote dans les sols et d'améliorer les recommandations en matière d'engrais azoté.