

# N'EDU : CREATION ET DEPLOIEMENT DE PARCOURS DE FORMATION ET RESSOURCES PEDAGOGIQUES PRATIQUES SUR LA GESTION DE L'AZOTE

Gaillard J.<sup>1</sup>, Le Roux C.<sup>2</sup>, Cahurel J.Y.<sup>3</sup>, Grynia-Bousquet B.<sup>4</sup>, Heurtaux M.<sup>5</sup>, Leclercq C.<sup>6</sup>, Maurice A.<sup>7</sup>, Parnaudeau V.<sup>8</sup>, Revalier C.<sup>9</sup>, Teyssandier J.P.<sup>10</sup>, Vassal N.<sup>11</sup>, Guiard Van Laethem C.<sup>1</sup>

## Contexte et objectifs du projet

Face aux enjeux de la fertilisation azotée (accroissement de la demande alimentaire, exigences de qualité, limitation des impacts environnementaux...), il est indispensable de généraliser les outils d'aide à la décision (OAD) en les rendant plus transparents et lisibles pour les utilisateurs afin de faciliter l'acceptation et l'utilisation par tous les agriculteurs.

Le projet N'EDU vise à rendre les conseils ou indicateurs environnementaux proposés par ces outils plus compréhensibles par les utilisateurs et, de fait, acceptés par ceux qui mettent en œuvre les conseils de fertilisation. Pour ce faire, les organismes de formation tiennent à mettre au point les outils nécessaires à cette appropriation. Pour l'enseignement initial, il s'agit de s'assurer que les étudiants maîtrisent à la fin de leur formation les connaissances nécessaires à la compréhension des outils qu'ils seront amenés à utiliser en tant que professionnels. Pour la formation continue des agriculteurs, les formateurs souhaitent disposer des éléments facilitant la compréhension des outils et la transmission des dernières connaissances sur le cycle biogéochimique de l'azote et leur application pratique.

Les objectifs du projet sont donc de diffuser les nouvelles connaissances par (i) la création de parcours pédagogiques de formation associés à diverses ressources pédagogiques adaptées à différents publics cibles : conseillers et techniciens, agriculteurs, élèves et étudiants en agriculture, enseignants. Et (ii) par une meilleure compréhension des OAD par l'exemple d'AzoFert® en gardant la précision du modèle mais en facilitant l'accès via l'ergonomie.

## Partenariat et méthode

Le projet, issu du Réseau Mixte Technologique Fertilisation et Environnement, s'appuie sur un partenariat mêlant organismes de recherche (LDAR, INRA, IFV), de conseils et de formation continue pour un public d'agriculteurs (Chambres d'agriculture de l'Aisne et du Loiret), de formation initiale en agriculture du niveau BAC pro à ingénieur (Lycées agricoles représentés par la Bergerie Nationale de Rambouillet, UniLasalle, VetAgroSup), de formations de formateurs (ENSFEA), et de production et édition d'outils pédagogiques (AgroSup Dijon, Eduter/Educagri Editions).

Il repose sur un programme de travail structuré en trois volets dont l'axe principal porte sur la création et la mise en œuvre de parcours de formation associés à des ressources pédagogiques, destinés à faciliter l'appropriation rapide des nouvelles connaissances disponibles sur le cycle biogéochimique de l'azote par les différents apprenants.

- Identification des besoins de parcours pédagogiques par catégorie d'utilisateurs
- Réalisation de parcours pédagogiques
- Communication et diffusion des parcours de formations associés à des ressources pédagogiques

### ***Identification des besoins de parcours pédagogiques par catégorie d'utilisateurs***

Afin d'adapter au mieux les parcours pédagogiques et ressources afférentes aux différents publics de formateurs et apprenants, une première étape d'identification du niveau actuel de connaissances et de recensement des besoins était nécessaire. Dans un premier temps, douze auditions ont été menées auprès de différents utilisateurs potentiels (conseillers agricoles et enseignants). Les réponses recueillies lors de ces entretiens ont servi de base, avec les référentiels de formation et de diplôme,

pour construire un questionnaire d'enquête à destination d'un panel plus large. Ils ont notamment montré la nécessité de réaliser des questionnaires d'enquêtes spécifiques aux trois publics que sont les conseillers agricoles, les enseignants des établissements d'enseignement agricole (jusqu'au niveau BTS) et les enseignants du supérieur (école d'ingénieur, licences, master).

L'enquête a été réalisée en ligne. Les questionnaires ont été construits avec un maximum de questions fermées afin d'en faciliter l'exploitation.

81 personnes ont répondu à l'enquête, représentant 163 situations de formation. Cette enquête a mis en évidence que les formateurs adaptent bien leurs objectifs de formation au niveau des apprenants. Une grande proportion de formateurs utilise peu de ressources mises à leur disposition sur Internet (plus de 50%) et ignore les logiciels professionnels (pratiquement 100%). Les outils de mise en pratique sont beaucoup plus fréquemment utilisés (bilan papier, réglette colza, N'tester®, etc...).

A la question des difficultés rencontrées par les formateurs pour enseigner sur la thématique de l'azote, la première réponse est l'hétérogénéité du niveau du public à former. L'accès aux documentations semble assez facile, mais certains formateurs reconnaissent ne pas maîtriser parfaitement le sujet, manquer d'expérience de terrain et avoir des difficultés à mettre en œuvre des situations pratiques. La difficulté d'accès aux références locales est également mentionnée surtout dans l'enseignement technique agricole. A ceci s'ajoutent pour certains des problèmes logistiques (budget, logiciels payants, accès à des salles informatiques). Les formateurs identifient également un certain nombre de difficultés chez les apprenants quel que soit le niveau du public auquel ils s'adressent : la maîtrise des calculs de base, le manque de pré requis, les capacités de schématisation, etc... Si on peut s'attendre à rencontrer ces faiblesses dans les filières pré-baccalauréat, on s'interroge davantage pour les filières post-bac.

Les formateurs n'ont pas recours aux mêmes documentations pour la préparation de leurs interventions et pour assurer la veille scientifique. Ainsi, l'enseignement supérieur s'appuie davantage sur les publications scientifiques, les publications du CORPEN, du COMIFER. L'enseignement technique agricole va multiplier ses sources et privilégier des documents de Chambres d'agriculture, des ouvrages tel que celui de Dominique Soltner et s'appuie peu sur les publications du GREN (Groupe Régional d'Expertise Nitrates). Enfin, le conseil agricole se réfère essentiellement à la méthode du COMIFER, aux publications des GREN et du CORPEN ainsi qu'aux documents de Chambres d'agriculture disponibles en ligne.

Les demandes des formateurs en ressources sont très variées et peuvent prendre différentes formes : vidéos, diaporamas, photos, logiciels, etc... Elles passent en particulier par un besoin de recensement des ressources déjà existantes avant d'en créer d'autres. Toutefois, les formateurs sont davantage à la recherche d'outils et de ressources que de parcours pédagogiques à utiliser « clé en main ». Si le conseil agricole et l'enseignement supérieur demandent d'accéder à des logiciels professionnels de calcul de bilan azoté, que ce soit en ligne ou sur postes fixes, l'enseignement technique est moins demandeur car confronté souvent à des problèmes de salles et de budget pour des outils payants. Des demandes de formations émanent de tous les formateurs sur la prise en main de logiciels et d'outils.

### ***Réalisation de parcours pédagogiques et des ressources afférentes***

Les enquêtes réalisées auprès des enseignants ont montré leur attachement dans la maîtrise du contenu et du déroulé des parcours de formation. Les enseignants de lycées participants au projet N'EDU ont confirmé cet aspect : l'un des objectifs du projet, à savoir la création de parcours pédagogiques n'est pas pertinent, il faut se limiter à des exemples de parcours.

Dans le but de rédiger ces exemples de parcours, un cahier des charges a été construit sous la forme d'une grille descriptive des séquences pédagogiques. Cette grille doit permettre de décrire le déroulé des séquences pédagogiques séance par séance (objectifs, scénarios...) y compris les ressources mobilisées.

N'EDU prévoyait la conception et la production d'une gamme de ressources pédagogiques (diaporama, manuels, TP et TD...) en fonction des besoins relevés dans les enquêtes et devant s'insérer dans les exemples de parcours pédagogiques qui devaient être créés.

Néanmoins dès la conception du projet, deux catégories de ressources à créer ont été fixées dans la liste des objectifs sans attendre les résultats de l'enquête : les ressources en ligne Educagrinet et le logiciel pédagogique basé sur un OAD (Outil d'Aide à la Décision) professionnel : AzoFert®.

AzoFert® est un outil d'aide à la décision qui fournit un conseil sur la fertilisation azotée des cultures à la parcelle. Mis au point par l'INRA (Laon-Reims-Mons) et le LDAR, il est basé sur la méthode d'un bilan d'azote minéral complet. A partir d'une mesure du reliquat d'azote minéral, il permet de calculer la dose optimale d'azote à apporter à une parcelle. L'outil intègre les dernières connaissances agronomiques. Il estime notamment la dynamique temporelle des fournitures d'azote, la minéralisation nette de l'azote humifié du sol et des différentes sources organiques, la lixiviation des nitrates, la volatilisation et l'organisation microbienne de l'engrais.

Les ressources en ligne Educagrinet correspondent à des supports de formation sur internet pouvant être utilisés pour de l'autoformation à distance.

Si le logiciel pédagogique répond clairement à une attente des formateurs comme l'a confirmé l'enquête, le besoin en support pour de la formation à distance a été, dans un premier temps, contesté par les enseignants participants au projet. La possibilité de les valoriser en présentiel a été une condition sine qua non à l'implication des enseignants dans le projet.

Ces deux types de ressources demandant une part importante de développement informatique et donc de temps (conception, programmation, tests...), elles ont bénéficié d'un traitement prioritaire sur les parcours et autres ressources.

## **Les productions de N'EDU**

### ***Logiciel pédagogique N'EDU***

Le projet N'EDU a permis la production du logiciel N'EDU. C'est un logiciel pédagogique accessible en ligne basé sur AzoFert®. Avec une ergonomie repensée par et pour l'enseignement, il permet aux apprenants d'appréhender par la manipulation les principes de la méthode du bilan. Il concilie la puissance du modèle professionnel développé par l'INRA et le LDAR de l'Aisne, avec la didactique nécessaire pour la formation.

Le logiciel N'EDU est constitué d'une interface web, d'un moteur de calcul et de fichiers de paramétrage. L'interface permet la saisie des données d'entrée et l'affichage des résultats. L'interprétation des données est réalisée par le moteur de calcul d'AzoFert® qui est hébergé au LDAR de l'Aisne. Les transferts des données se font sous forme de flux informatiques par web service. Le logiciel pédagogique N'EDU utilise le même moteur de calcul que celui utilisé en routine par le LDAR. Cette architecture permet l'intégration continue des évolutions du moteur et garantit que les utilisateurs bénéficient donc de la version la plus à jour d'AzoFert®. Le paramétrage est spécifique au logiciel pédagogique. Il intègre une liste de cultures, de sols et de climats limités mais permettant d'effectuer des calculs pour les situations les plus fréquemment rencontrées et pédagogiquement représentatives.

Il a été conçu afin d'être facilement utilisé dans le cadre d'une séance de formation dirigée par un enseignant. Il intègre deux profils au choix, enseignant ou apprenant, et un mode de connexion par session. Ainsi l'enseignant peut créer une session, saisir une situation exemple qui pourra être consultée par l'ensemble des apprenants se connectant à la même session. Les stagiaires peuvent également saisir des situations, les dupliquer et faire varier des données d'entrée. L'enseignant peut suivre l'état d'avancement de chaque stagiaire.

L'interface d'entrée du logiciel intègre des info-bulles avec des commentaires adaptés au niveau de l'apprenant (Figure 1). Le contrôle de cohérence intégré à AzoFert® permet d'identifier les éventuels défauts ou erreurs de saisie (Figure 2). La visualisation des résultats peut se faire sous forme tabulaire ou graphique.

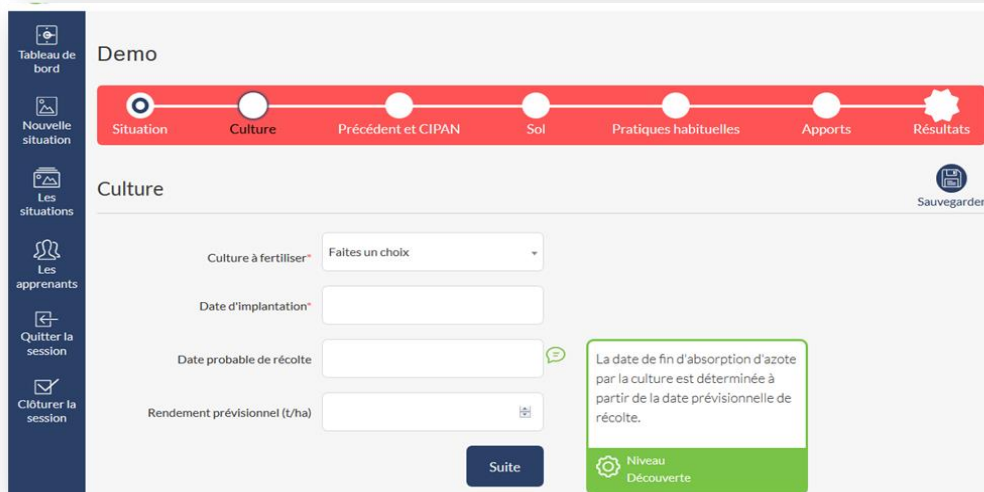


Figure 1 : L'interface de saisie du logiciel N'EDU



Figure 2 : Affichage du contrôle de cohérence intégré à AzoFert®

Le logiciel N'EDU permet notamment de simuler des situations diverses et de visualiser via des interfaces comparatives, les impacts des principaux facteurs sur les postes du bilan (Figure 3).

Simple  Avancé

Poste du bilan d'azote	Essai azote kg N/ha	Stage 2017 kg N/ha
Besoin en azote de la culture	220	210
Azote restant dans le sol après la culture	22	37
Azote déjà absorbé pendant l'automne-hiver	0	0
Reliquat d'azote minéral dans le sol en sortie d'hiver	46	87
Minéralisation de l'humus	17	23
Arrière effet prairie		
Effet culture intermédiaire	7	14
Minéralisation des résidus du précédent	0	-3
Effet direct des amendements organiques	5	
Apports pluviométriques	2	4
Apports par l'irrigation	0	14
Fixation symbiotique	0	0
Lixiviation de l'azote du sol	2	4
Organisation microbienne de l'azote de l'engrais	5	14
Volatilisation de l'azote de l'engrais	0	11
Apport prévisionnel en engrais minéral	160	136

Tableau

Figure 3 : Affichage des résultats comparatifs sous forme tabulaire

Le logiciel N'EDU est accessible depuis l'adresse : [www.nedu.fr](http://www.nedu.fr) après inscription et création d'un compte utilisateur.

## Ressources en ligne Educagrinet

6 ressources en ligne ont été créées :

- La dynamique de l'azote à l'échelle du système de culture
- La dynamique de l'azote à l'échelle de la parcelle
- La méthode du bilan prévisionnel
- Les enjeux environnementaux de la gestion de l'azote
- Les outils de pilotage de la fertilisation azotée
- L'azote dans les matières fertilisantes

Elles sont disponibles en ligne via la plateforme Educagri ([www.editions.educagri.fr](http://www.editions.educagri.fr)). Ces supports pédagogiques se présentent sous la forme de cours synthétiques. Le format est adapté à la navigation web. Les cours sont illustrés par des photos et des schémas dynamiques (Figure 4). Ils intègrent un glossaire et l'ensemble des références bibliographiques utilisées y compris les liens vers des sources externes.

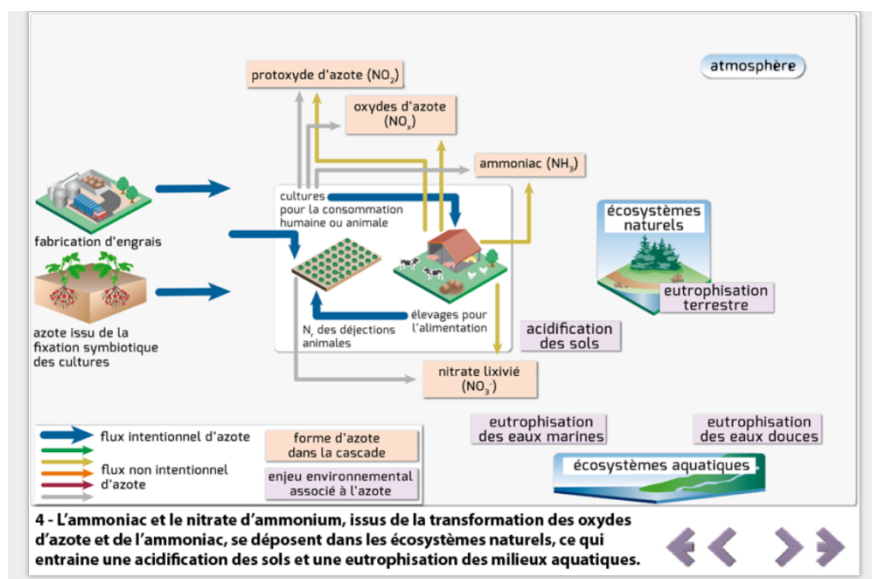


Figure 4 : Exemple d'illustration dynamique : « la cascade de l'azote ». Extrait de la ressource « Les enjeux agro-environnementaux de l'azote »

Ces ressources peuvent être valorisées pour de la formation à distance ou en présentiel. Le formateur ayant la possibilité d'utiliser comme il le souhaite le contenu de ces ressources.

## Premières utilisations des ressources N'EDU

Les ressources N'EDU ont pu être testées notamment lors de sessions de formation d'enseignants et de webinaires.

Les retours des utilisateurs sont très positifs, notamment pour le logiciel pédagogique. L'ergonomie du logiciel a été jugée agréable et son interface facile d'utilisation. La possibilité de comparer des situations afin d'illustrer l'impact d'une donnée d'entrée sur les postes du bilan est très appréciée.

Quant aux ressources en ligne Educagrinet, elles ont été également très appréciées tant au niveau de leur contenu que des illustrations et surtout pour leur fraîcheur.

## Conclusion et perspectives

N'EDU a permis de faire le lien entre les opérateurs techniques, la recherche et l'enseignement. Bien que le projet ait rencontré des difficultés en cours de réalisation entraînant des retards, N'EDU est une

réussite. N'EDU a produit des ressources pédagogiques innovantes, mobilisables aussi bien en formation initiale que continue, adaptées à différents niveaux d'apprenants et utilisables lors de formations en présentiel ou à distance.

Des améliorations pourraient être réalisées afin d'assurer la pérennité de l'accès aux ressources produites et de prévoir l'intégration de nouvelles connaissances et l'enrichissement continu des ressources. Des échanges entre les utilisateurs du logiciel pédagogique pourraient permettre de faire évoluer l'outil.

<sup>1</sup> Chambre d'agriculture de l'Aisne, 1 rue René Blondelle, 02007 Laon

<sup>2</sup> LDAR, pôle du Griffon, 180 rue Pierre-Gilles de Gennes, Barenton-Bugny, 02007 Laon

<sup>3</sup> IFV, 210 boulevard Vermorel, CS 60320, 69661 Villefranche sur Soane Cedex

<sup>4</sup> ENSFEA, 2 route de Narbonne, 31326 Castanet-Tolosan

<sup>5</sup> Acta - les instituts techniques agricoles, 149 rue de Bercy, 75595 Paris

<sup>6</sup> UniLaSalle, 19 rue Pierre Waguët, 60026 Beauvais

<sup>7</sup> AgroSup Dijon, 26 boulevard Docteur-Petitjean, 21079 Dijon

<sup>8</sup> INRA, Agrocampus Ouest, 65 rue de Saint Briec, 35042 Rennes

<sup>9</sup> Chambre d'agriculture du Loiret, 13 avenue des Droits de l'Homme, 45921 Orléans

<sup>10</sup> Bergerie Nationale de Rambouillet, Parc du Château, 78514 Rambouillet

<sup>11</sup> VetAgro Sup, 89 avenue de l'Europe, 63370 Lempdes