

# Comme les inhibiteurs de l'uréase, l'additif VNT4 apporté en mélange aux engrais azotés améliore le rendement et l'efficacité d'usage de l'azote du blé tendre : une solution alternative pour demain ?



V. MAIGNAN<sup>1,2</sup>, J.-C. AVICE<sup>1</sup>, R. VECRIN<sup>3</sup>, R. COQUEREL<sup>1</sup>, P. GÉLIOT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Normandie Univ, UNICAEN, INRAE, UMR EVA, SFR Normandie Végétal FED4277, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen

<sup>2</sup> Via Végétale, 44430 Loroux Bottereau – Correspondance : victor.maignan@unicaen.fr

<sup>3</sup> Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie, 6 Rue des Roquemonts, 14000 Caen



## Introduction

Indispensable pour optimiser la productivité des systèmes agricoles, l'utilisation des fertilisants azotés engendre des pertes par volatilisation ( $\text{NH}_3$ ), des émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  (Citepa, 2018) et le lessivage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). Ces fuites ont des conséquences environnementales importantes mais aussi économiques pour l'agriculteur. Actuellement, des solutions telles que les retardateurs de la nitrification et les inhibiteurs d'uréase existent (Abalos et al., 2014). Mais peu d'additifs aux fertilisants azotés agissant sur le métabolisme de la plante sont présents sur le marché. Or, pour assurer les rendements et une production de qualité tout en limitant l'impact sur l'environnement, il est essentiel d'améliorer l'efficacité d'usage (Hawkesford et al., 2018) et de remobilisation de l'azote (N) vers les grains (Kong et al., 2016). Pour répondre à ces défis agro-environnementaux, des travaux de recherche visant à évaluer l'impact de nouvelles formulations de fertilisants sur la croissance et la physiologie de la culture de blé ont été réalisés dans le cadre d'une thèse CIFRE au sein de l'UMR 950 Université de Caen Normandie – INRAE Ecophysiologie Végétale et Agronomie (EVA). Ces formulations sont composées d'un complexe organo-minéral à base d'acides aminés dont l'apport en N est très négligeable. La première étape visait à cribler différents additifs aux fertilisants azotés dans des conditions contrôlées (Maignan et al., 2020). La seconde étape se déroule dans le cadre du projet FIELD-Prot en partenariat avec la Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie (CRAN) et la coopérative Agrial (Maignan et al., 2021).



Fertilisants innovants pour le rendement, la qualité protéique et environnementale du blé

<https://www6.rennes.inrae.fr/umreva/>

## Matériels et Méthodes

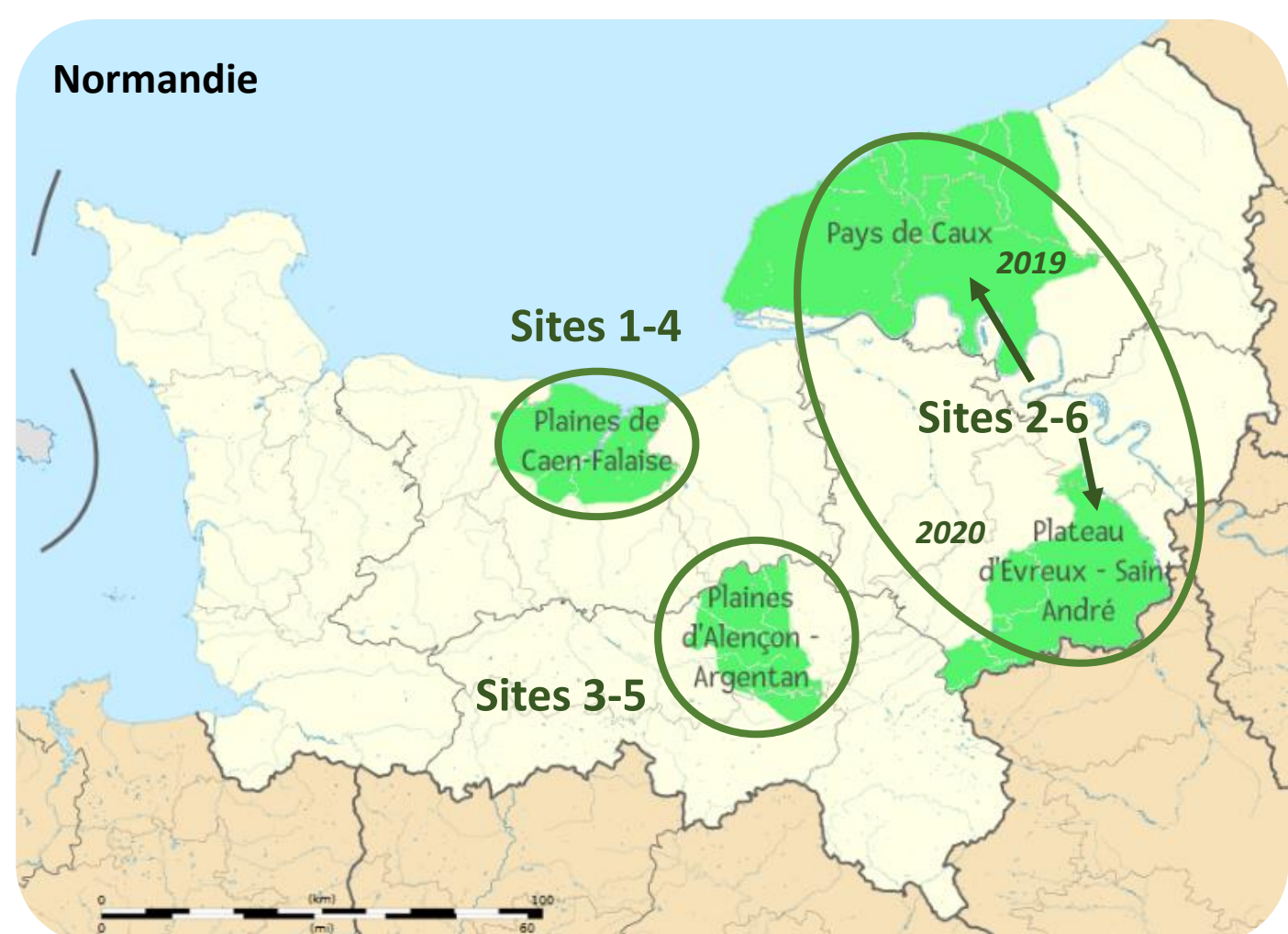


Figure 1 : Localisation des parcelles d'expérimentation

A l'issue de l'expérimentation en conditions contrôlées (Maignan et al., 2020), l'additif VNT4 (AdGreen) a été retenu pour être testé au champ en mélange à la solution azotée. Par ailleurs, une modalité contenant une solution azotée additivée d'un inhibiteur de l'uréase a été ajoutée au dispositif afin de pouvoir comparer VNT4 à cette technologie.

Six parcelles situées dans des conditions pédoclimatiques normandes très contrastées ont été sélectionnées : dans le Pays de Caux (Limon profond – cv. Libravo en 2019), la plaine de Caen (Limon argileux en zone de polyculture élevage – cv. Sacramento en 2019, Limon profond, cv. Adoration en 2020), dans la plaine d'Argentan (Argilo-calcaire superficiel – cv. Chevignon en 2019, cv. Extase en 2020) et sur le Plateau d'Evreux (Limon profond, cv. Boregar en 2020) (Fig. 1).

La fertilisation azotée a été fractionnée en 3 apports selon la méthode des bilans tout en conservant 40 unités d'azote pour le dernier apport à épiaison correspondant au « bq » conseillé par Arvalis dans l'objectif d'assurer une production de qualité. La dose bilan a été apportée en 2019 alors qu'en 2020, une dose suboptimale a été apportée (-40 unités par rapport à la dose préconisée par la méthode du bilan). L'ensemble des paramètres de rendement et d'efficacité d'usage de l'azote ont été analysés après la récolte. De plus, en 2020, sur le site 4, l'ensemble de la solution azotée apportée a été marquée au  $^{15}\text{N}$  afin de suivre précisément son devenir et des récoltes intermédiaires ont été effectuées.

## Résultats

### Bilan agronomique :

Suite aux deux années d'expérimentations au champ, il ressort que VNT4 augmente significativement le rendement de 3,6 quintaux / Ha, l'azote exporté par les grains de 9,8 kg N / Ha et l'efficacité d'usage de l'azote de 2,2 kg / kg. Cela s'explique par une amélioration de la croissance en début de cycle, se traduisant par une biomasse aérienne supérieure de 10,7% par rapport à la solution azotée seule.

	Epiaison	Floraison	Remplissage du grain
S	+31% *	+22% *	+14%
Mo	+62%	+59%	+19% **
Zn	+14%	+38% **	+33%

### Meilleures performances agronomiques :

1. Rendement : + 3,6 quintaux \*
2. Azote exporté : + 9.8 kgN/ha \*
3. Efficacité d'Usage de l'Azote : + 2.2 kg/kg \*

Cette optimisation de la croissance du blé tendre a finalement permis d'augmenter le nombre d'épis par  $\text{m}^2$  ou le nombre de grains par épi en fonction des sites. En moyenne, cela a induit une amélioration de +781 grains par  $\text{m}^2$ . Concernant la nutrition azotée, l'ajout de VNT4 à la solution azotée augmente fortement son absorption en fin de cycle (+47,6%), ce qui a pour conséquence une plus grande quantité d'azote total (+9,3%) et de solution azotée (+19,4%) dans la plante à maturité. Cette amélioration de l'efficacité de la solution azotée s'accompagne de plus fortes teneurs en soufre, molybdène et zinc (éléments qui interagissent étroitement avec l'azote) dans les feuilles drapeaux au moment de l'épiaison, de la floraison et jusqu'au remplissage des grains.

### Bilan environnemental :

La meilleure efficacité de la solution azotée permet d'absorber environ 9% d'azote en plus dans la plante, soit 13 kg N / ha, et de maintenir davantage d'azote dans le sol (42 kg N / ha). Ainsi, l'apport de VNT4 réduit de 15,4% les pertes d'azote dans l'environnement, 55 kg N / ha. Plus précisément, VNT4 diminue les pertes de 58 kg eq $\text{CO}_2$  de  $\text{N}_2\text{O}$ , de 15% sous forme de  $\text{NH}_3$  et de 46 kg N / ha sous forme de  $\text{NO}_3^-$  (estimé par le modèle Syst'N).

Table 1 : Répartition de la solution azotée sur le site 4 à la récolte

	Témoin	AdGreen	Delta (kg/ha)	Delta (%)
Azote total dans les parties aériennes (kg N/ha)	143	156	+ 13	+ 9.1%
Azote total dans le sol à la récolte (0-60 cm, kg N/ha)	3 079	3 121	+ 42	+ 1,4%
Azote volatilisé ou lessivé (kg N/ha)	357	302	- 55	- 15,4%

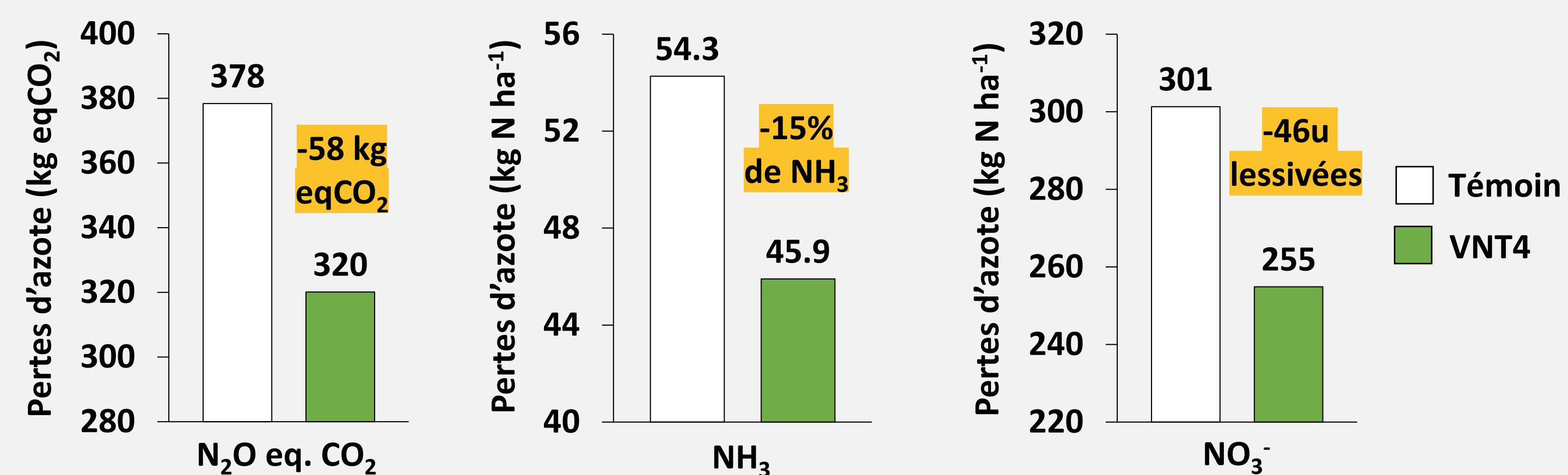


Figure 3 : Répartition des pertes d'azote issues de la solution azotée sur le site 4 à la récolte

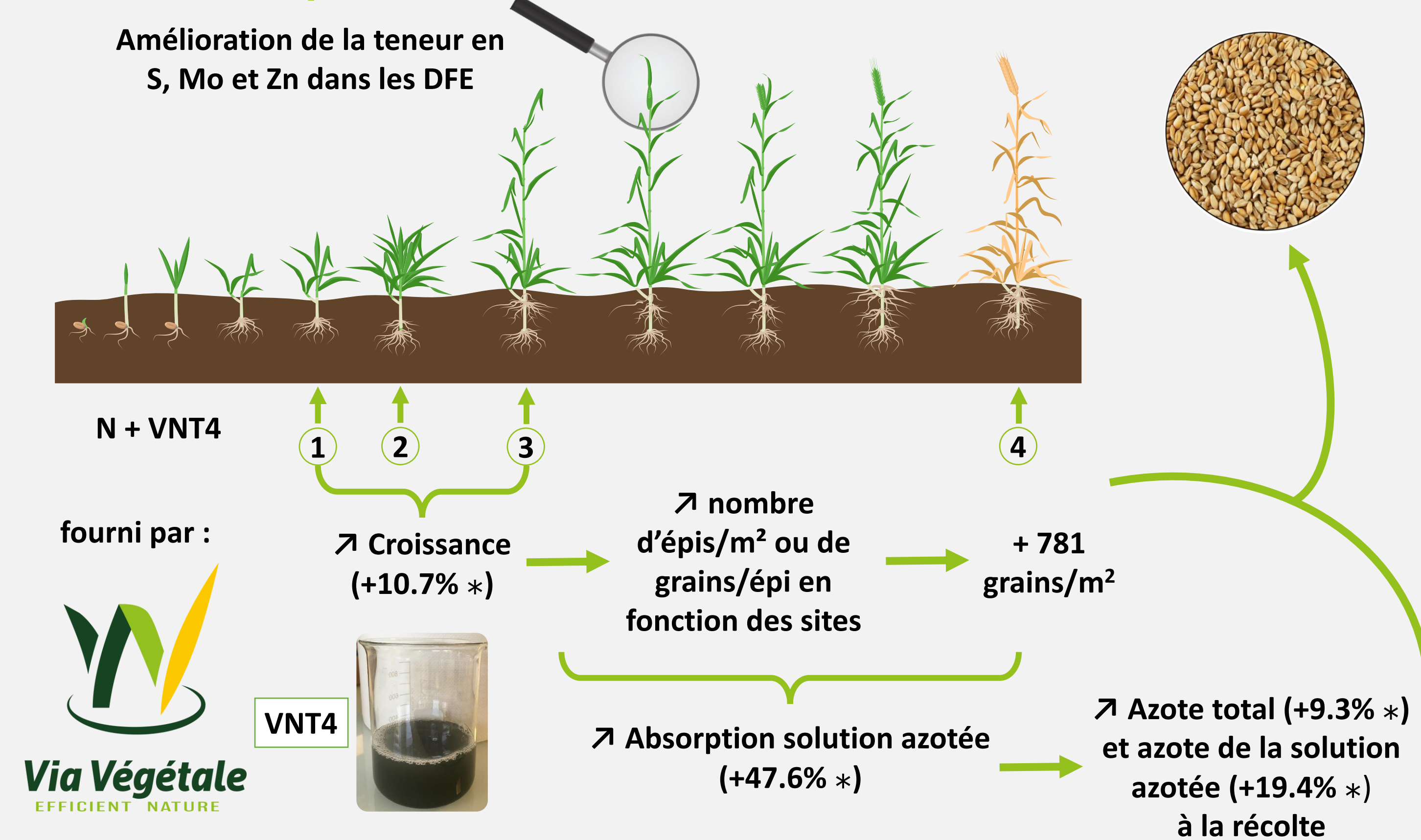


Figure 2 : Synthèse des principaux des résultats significatifs de l'expérimentation sur deux ans

## Conclusions et Discussions

Les résultats obtenus au cours de cette expérimentation sur deux ans montre les intérêts agronomiques et environnementaux de l'additif VNT4 en mélange à la solution azotée. Cette synthèse multisites révèle le potentiel de VNT4 pour améliorer l'efficacité d'utilisation de la solution azotée par le blé tendre au profit de sa croissance et de son rendement sans impact sur la teneur en protéines. De façon intéressante, ces résultats sont identiques à ceux constatés suite à

l'apport d'un inhibiteur de l'uréase (NBPT). VNT4 semble donc être une alternative intéressante pour améliorer le bilan agronomique et environnemental de la solution azotée alors qu'il s'agit d'un engrais azoté toujours très utilisé en France. De nouvelles expérimentations seront conduites afin d'évaluer le potentiel de VNT4 sur des programmes de fertilisation pratiqués par les agriculteurs.

## Références

1. Maignan V, Bernay B, Géliot P, Avice J.-C. 2020. Biostimulant effects of Glutacetine® and its derived formulations mixed with N fertilizer on post-heading N uptake and remobilization, seed yield and grain quality in winter wheat. *Frontiers in Plant Science*, 11.
2. Maignan V, Coquerel R, Géliot P, Avice J.-C. 2021. VNT4, a Derived Formulation of Glutacetine® Biostimulant, Improved Yield and N-Related Traits of Bread Wheat When Mixed with Urea-Ammonium-Nitrate Solution. *Agronomy* 11, 1013.
3. Abalos D, Jeffery S, Sanz-Cobena A, Guardia G, Vallejo A. 2014. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 189, 136–144.
4. Citepa. 2018. Les composés atmosphériques de l'azote  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  Des défis à court terme.
5. Hawkesford MJ, Buchner P, Riche AB. 2018. Nutrient Dynamics in Wheat. *Annual Plant Reviews online*. American Cancer Society, 1–14.
6. Kong L, Xie Y, Hu L, Feng B, Li S. 2016. Remobilization of vegetative nitrogen to developing grain in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research* 196, 134–144.

## Remerciements

Expérimentation réalisée avec la collaboration de la coopérative AGRIAL (Pierre-Vincent PROTIN et Frédéric Cardon)

Etude financée par des fonds de l'ANRT et le projet FIELD-Prot (PEI (Partenariat Européen pour l'Innovation) de l'Union Européenne (FEADER) et de la Région Normandie).