

# Sol-AID : l'équilibre de la fertilisation sur maïs,

**Dans le contexte climatique de la Bretagne, les pertes par lixiviation des nitrates se produisent principalement pendant la période automnale et hivernale. Les quantités de nitrates présentes dans le sol au début de l'automne sont l'un des déterminants importants de ces pertes. Elles dépendent des conditions climatiques de l'année, de la culture et de son niveau de fertilisation. Nous avons cherché à mieux documenter la relation entre la valeur du reliquat d'azote et la fertilisation, dans le cadre du projet Sol-AID.**

Dans notre contexte climatique, les pertes par lixiviation des nitrates se produisent principalement pendant la période automnale et hivernale. Elles dépendent de la pluviométrie de cette période, de certaines propriétés du sol (texture et profondeur), de la minéralisation de l'azote organique du sol, et des quantités d'azote nitrique, aussi désignées par le terme de reliquat d'azote\*, présentes dans le sol avant la reprise du drainage. Ce reliquat d'azote est en principe mesuré sur le profil d'enracinement des cultures, mais il est communément mesuré sur le profil de sol 0-90 cm, en trois horizons de 30 cm, ou parfois en deux horizons dans le cas de sols peu profonds. Cet azote peut être partiellement ou totalement entraîné par les pluies vers les eaux souterraines durant la période automnale et hivernale, s'il n'est pas absorbé par une culture (colza par exemple) ou un couvert d'interculture efficace. L'implantation d'un tel couvert après maïs est difficile, voire impossible dans le cas du maïs grain, et il est alors important de chercher à obtenir des niveaux de reliquats début automne les plus faibles possibles. Pour cela, il appartient d'ajuster la fertilisation azotée aux besoins de la culture. Il est en effet connu que la sur-fertilisation des cultures peut conduire à une augmentation des valeurs de reliquat, mais la relation entre le niveau de fertilisation azotée et le reliquat après culture de maïs est peu documentée.

Nous avons donc mis à profit le réseau des parcelles expérimentales Sol-AID pour préciser cette relation. Ce réseau est constitué de 24 parcelles cultivées en maïs en 2017 et 2018, sur lesquelles nous avons appliqué six doses d'azote différentes, afin de déterminer la dose d'engrais azoté optimale. Ces essais ont donc aussi permis d'identifier les doses d'azote générant de la sous-fertilisation ou de la sur-fertilisation. En 2018, nous avons mesuré les reliquats post récolte du maïs,

pour l'ensemble des traitements appliqués. Ces mesures ont été faites entre le 20 août et le 4 octobre 2018.

## Une grande diversité de réponses du reliquat à la fertilisation N du maïs, selon les sites

Nous avons observé une variabilité importante de l'effet du niveau de fertilisation sur le reliquat d'azote ①, avec :

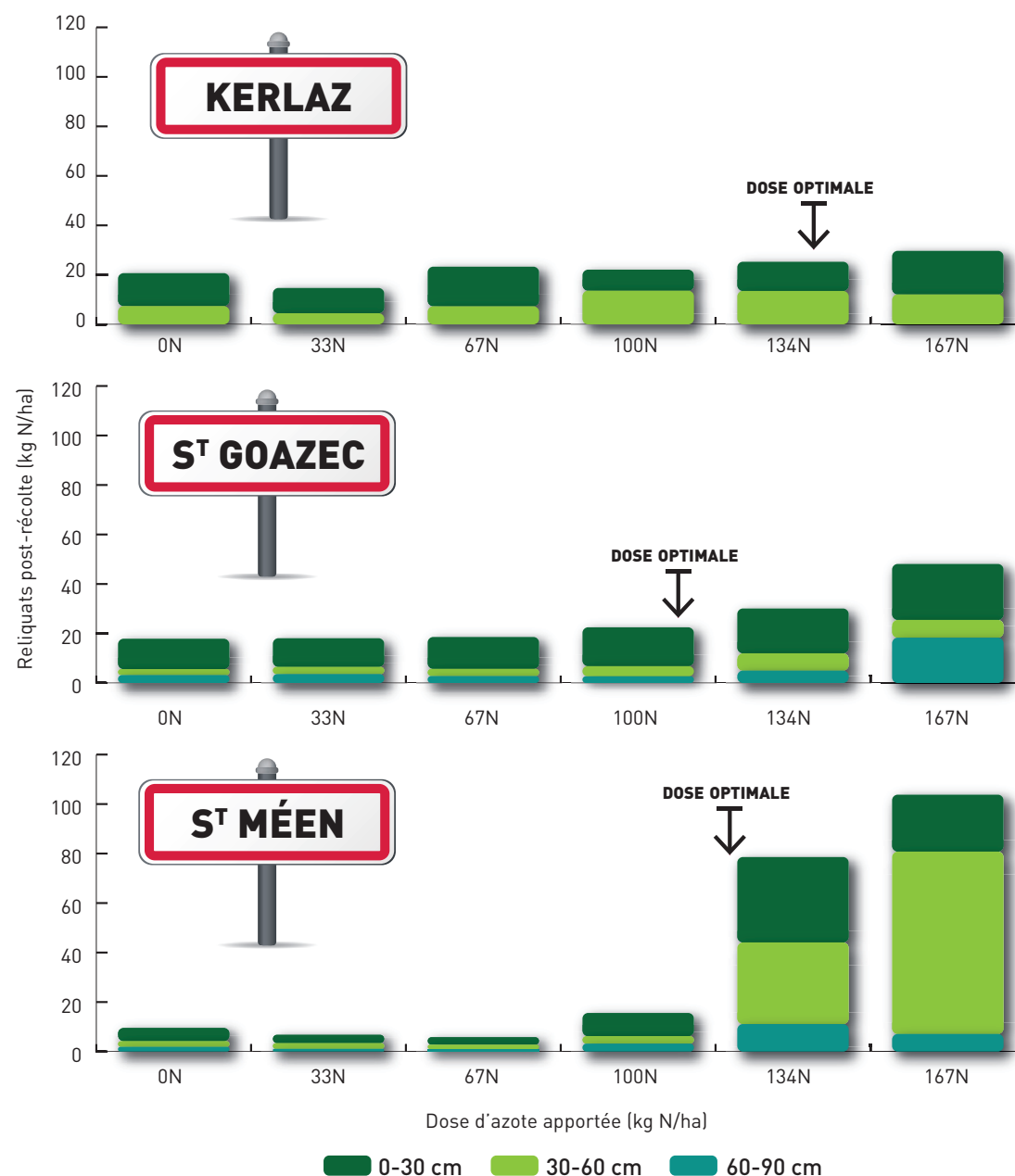
- Des essais pour lesquels le reliquat n'augmente pas, ou très peu, avec la dose N (Kerlaz), même aux doses supérieures à l'optimum.
- Des essais pour lesquels on observe une augmentation modérée du reliquat (S<sup>t</sup> Goazec).
- Des essais avec forte augmentation du reliquat (S<sup>t</sup> Méen).

La figure ① montre également la répartition de l'azote dans le profil, caractéristique des reliquats post culturaux, avec généralement de très faibles quantités de N minéral dans l'horizon 60-90 cm. L'azote majoritairement présent dans les horizons 0-30 et 30-60 cm résulte de la minéralisation de l'azote organique du sol après la fin de l'absorption d'azote par la culture, et d'un éventuel reliquat d'engrais non utilisé par la plante.

## Un effet significatif du niveau de fertilisation N sur le reliquat après maïs, à l'échelle du réseau

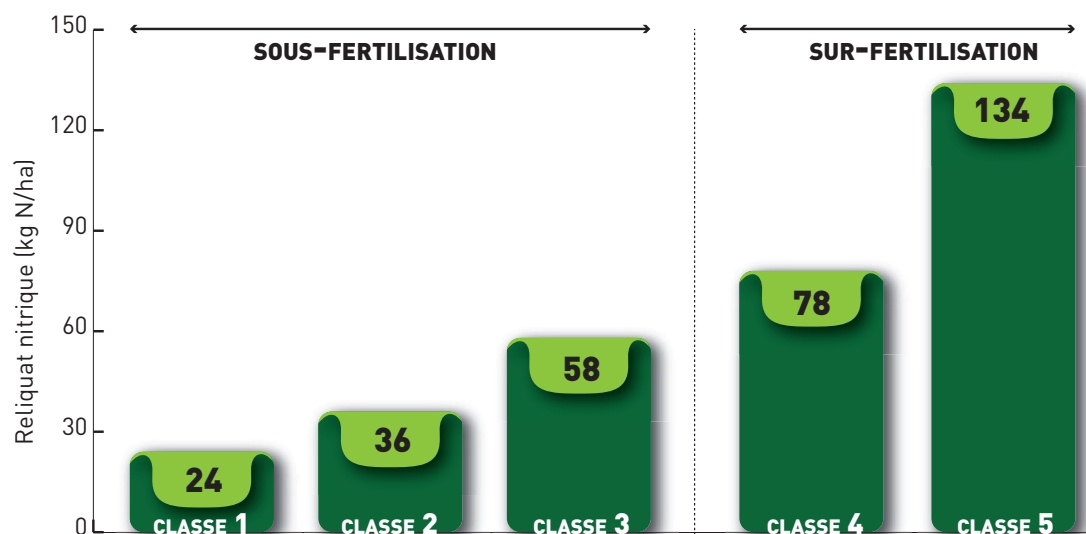
L'analyse globale des données du réseau a été réalisée par une démarche de classification des niveaux de fertilisation en 5 classes, correspondant à 3 niveaux de sous-fertilisation et 2 niveaux de sur-fertilisation (voir encadré).

### ① → La réponse du reliquat au niveau de fertilisation varie d'une parcelle à l'autre



# un moyen de limiter les fuites d'azote

2 → À l'échelle du réseau, globalement, le niveau de fertilisation impacte fortement le niveau de reliquat



La figure 2 présente la valeur moyenne du reliquat calculée pour chacune des classes, et met en évidence une réponse significative et non linéaire de la valeur du reliquat post récolte au niveau de la fertilisation. On observe en effet, une diminution modérée mais sensible du reliquat post récolte en situation de sous-fertilisation, et une augmentation très importante du reliquat, lorsque la sur-fertilisation est supérieure de 50 kg N/ha, par rapport à la dose optimale.

## Un reliquat de 59 kg N/ha en moyenne, à l'équilibre de fertilisation

Les données du réseau ont également permis d'estimer le reliquat moyen à l'équilibre de fertilisation ; cette valeur moyenne, égale à 59 kg N/ha, est proche de la valeur moyenne de 55 kg N/ha issue des référentiels régionaux, utilisée dans l'outil Territ'Eau\*\*. Bien qu'étant relativement modéré, ce niveau de reliquat mesuré après la récolte du maïs est associé à un niveau de risque environnemental assez élevé, en l'absence de piégeage du nitrate par un couvert d'interculture. D'où l'importance de développer les pratiques d'implantation de Cipan sous couvert de maïs ou immédiatement après la récolte des maïs ensilage.

## L'équilibre de la fertilisation : un levier incontournable pour limiter les fuites d'azote

L'analyse de ces données a permis d'étudier la relation entre niveau de fertilisation et niveau de reliquat post-récolte après culture de maïs, et conduit à formuler les conclusions suivantes :

- Compte tenu de la diversité des réponses observées, on ne peut pas conclure qu'un reliquat azoté élevé mesuré isolément sur une parcelle est un indicateur fiable de sur-

fertilisation. À l'échelle du réseau, nous observons en effet que 15 % des reliquats mesurés en situation de sur-fertilisation sont inférieurs à 55 kg N/ha, et inversement 12 % des reliquats mesurés en situation de sous-fertilisation sont supérieurs à 55 kg N/ha.

- Par contre, à une échelle plus globale, correspondant à celle de l'exploitation, du bassin versant..., les données du réseau Sol-AID montrent l'effet très hautement significatif du niveau de fertilisation sur le reliquat. Elles confirment donc l'importance de viser l'équilibre de fertilisation, sur l'ensemble des parcelles cultivées d'un territoire, pour limiter les fuites de nitrates à cette échelle.

Il est enfin important de préciser que les reliquats mesurés sur le réseau Sol-AID s'inscrivent dans le contexte de l'année 2018, caractérisée par des niveaux de reliquat plutôt faibles, par rapport aux années précédentes, et d'un précédent cultural constitué d'une culture de maïs fourrage. Or, les actions menées sur les baies algues vertes depuis dix ans ont clairement montré que les reliquats azotés dépendent du contexte agronomique et climatique. Il est bien établi par exemple que les reliquats post culturaux

## Niveaux de fertilisation

**Classe 1** : sous fertilisation forte, plus de 100 kg N/ha par rapport à la dose optimale.

**Classe 2** : sous fertilisation comprise entre 50 et 100 kg N/ha.

**Classe 3** : faible sous fertilisation, moins de 50 kg N/ha, à la fertilisation équilibrée.

**Classe 4** : fertilisation équilibrée à faible sur-fertilisation, au plus de 50 kg N/h.

**Classe 5** : sur-fertilisation, plus de 50 kg N/ha par rapport à la dose optimale.

d'un maïs après prairie sont significativement supérieurs aux reliquats après un précédent maïs ou céréales.



Yvon Lambert, Laure Beff  
Chambre d'agriculture de Bretagne  
Thierry Morvan - Inrae

\* Ce terme de reliquat est d'ailleurs impropre, car les quantités d'azote nitrique évoluent en permanence : elles sont augmentées par la minéralisation de l'azote organique du sol, qui n'est interrompue que lorsque la température du sol est proche de zéro, et peuvent être diminuées en cas d'absorption d'azote par un couvert végétal.

\*\* [https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ\\_eau/](https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau/)

## → INFO

Le projet Sol-AID a été conduit par la chambre régionale d'agriculture de Bretagne et l'Inrae UMR SAS. Avec la participation financière de : Crab, Agence de l'eau Loire Bretagne, État (Draaf Bretagne), Région Bretagne.

## → PROCHAIN RENDEZ-VOUS

Lors de notre prochain rendez-vous, nous ferons un focus sur les résultats obtenus sur le réseau de parcelles expérimentales Sol-AID.



> Prélèvement de sol pour mesure de reliquat avec une tarière mécanique.