

Fertilisation azotée, stockage de carbone et réduction de l'empreinte carbone : effet des formes d'azote appliquées à une monoculture de maïs et à une rotation colza-blé-orge

Contexte et objectifs

La finalité de la fertilisation azotée réside essentiellement dans l'augmentation de la production de biomasse récoltée. Mais augmentant proportionnellement la quantité des résidus de culture elle joue également un rôle dans le stockage du carbone dans la matière organique du sol. Le carbone ainsi stocké limite l'empreinte carbone brute engendrée par la fertilisation et contribue ainsi aux objectifs de l'initiative 4/1000. En complément de l'outil Cool Farm Tool utilisé pour établir les empreintes carbonées, le logiciel SIMEOS-AMG a été déployé sur différents réseaux d'essais pour comparer l'évolution du carbone organique du sol en fonction des types d'engrais azotés utilisés sur les cultures.

Méthodologie

L'outil SIMEOS-AMG développé par Agro-Transfert Ressources et Territoires et par l'INRA fonctionne par l'intermédiaire d'un bilan humique (entrée de carbone – sortie de carbone) et a été déployé pour cette étude sur une durée de 20 ans. L'outil Cool Farm Tool® développé par la Cool Farm Alliance, permet d'évaluer le bilan carbone d'une culture grâce à l'Analyse Cycle de Vie (ACV). Les résultats établis avec les 2 outils s'appuient sur 2 réseaux d'essais courbe de réponse à l'azote réalisés par Yara France avec, d'une part, 33 situations en maïs grain comparant ammonitrate (Ammo) et urée (U) et d'autre part, 21 situations sur colza-blé-orge comparant urée (U), ammonitrate (Ammo) et solution azotée (S39). Toutes les comparaisons sont réalisées à la dose d'azote prévisionnelle établie par la méthode bilan du COMIFER, pour des engrais d'origine européenne.

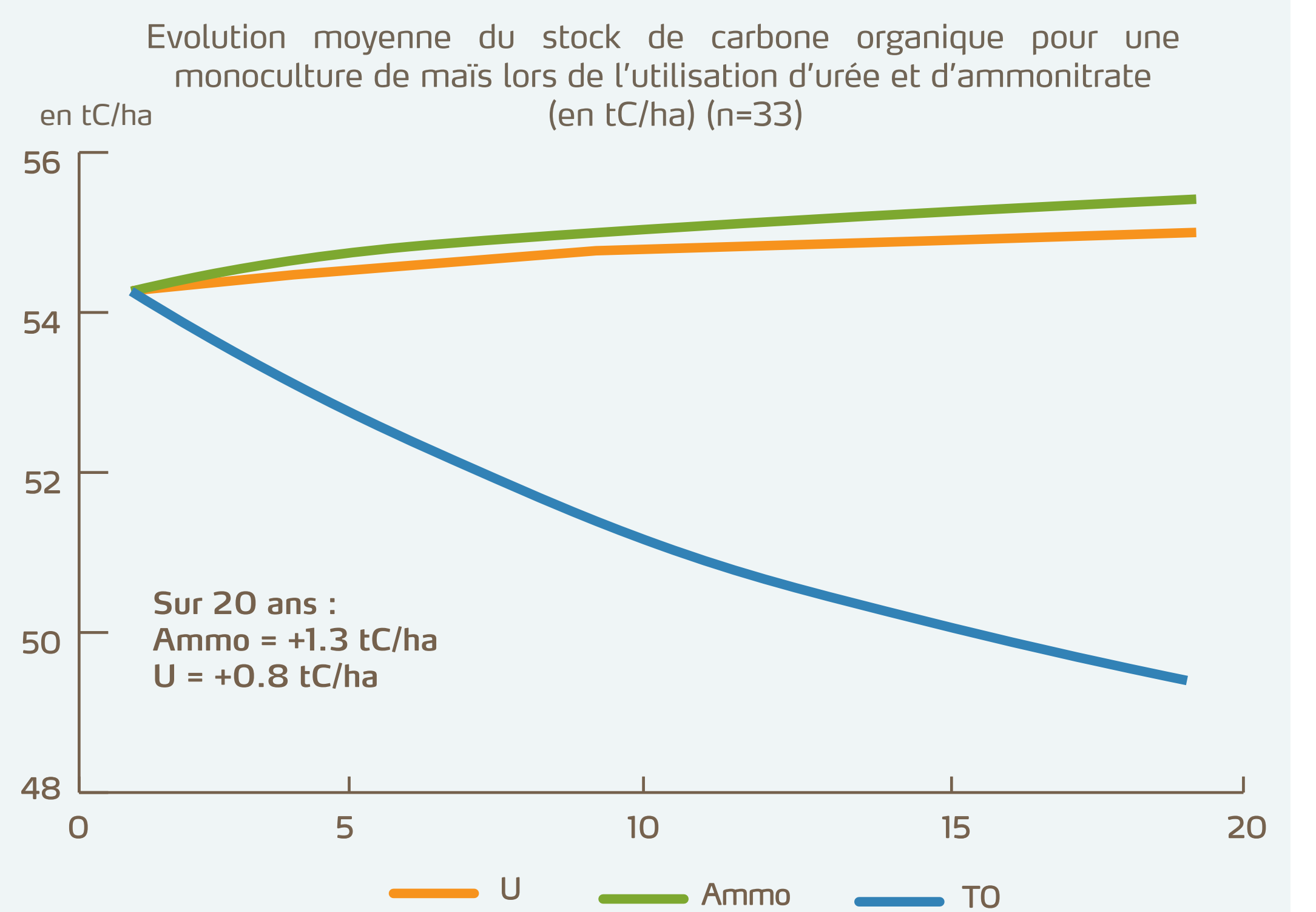
Conclusions

L'utilisation d'engrais azotés minéraux en monoculture de maïs et sur une rotation colza-blé-orge permet d'augmenter le stock de carbone organique du sol, à condition que les résidus de culture soient restitués. La prise en compte de ce stockage grâce à SIMEOS-AMG permet de réduire l'empreinte carbone brute établi avec Cool Farm Tool. La combinaison de ces 2 approches permet de faire ressortir l'intérêt de choisir la forme d'azote la plus efficace sur le plan agronomique, peu sensible aux pertes environnementales et produite dans des unités de production à faibles émissions. Enfin, la comparaison de ces résultats au scénario du 4/1000 permet d'évaluer les performances réelles de chaque forme d'azote sur la base d'un objectif concret.

Résultats Monoculture maïs grain

Sur 20 ans, les simulations réalisées sur monoculture de maïs, montrent une différence significative de stockage de carbone en faveur de l'ammonitrate (+1.3 t C/ha) comparé à l'urée (0.8 t C/ha) (différence = 41.4% ***). Cet écart trouve sa source dans les différences de rendement et donc dans les quantités de résidus de culture entre les 2 formes d'azote. En effet, un rendement élevé entraîne une quantité de résidus plus importante, d'où un stockage de carbone organique plus élevé.

Comparativement au concept du « 4/1000 » qui stipule que « si l'on augmentait de 0.4% par an la quantité de carbone contenue dans les sols, on stopperait l'augmentation annuelle de CO₂ dans l'atmosphère » (source www.4p1000.org) nos calculs permettent d'établir qu'en moyenne, le taux de croissance annuel de la quantité de carbone des sols augmente d'environ 0.12% dans le cas de l'utilisation d'ammonitrate et seulement 0.07% dans le cas de l'urée.

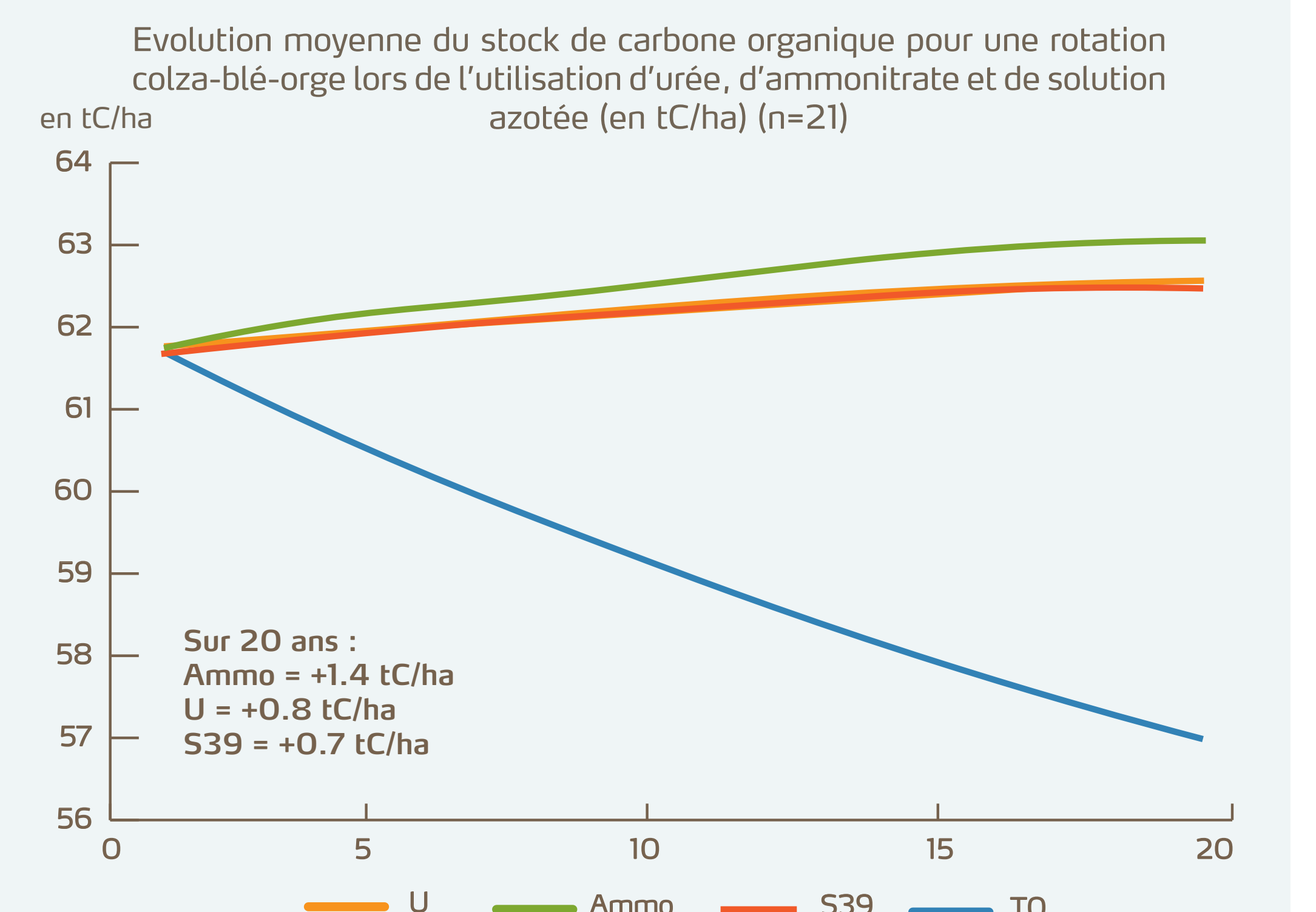


Succession Colza – Blé – orge

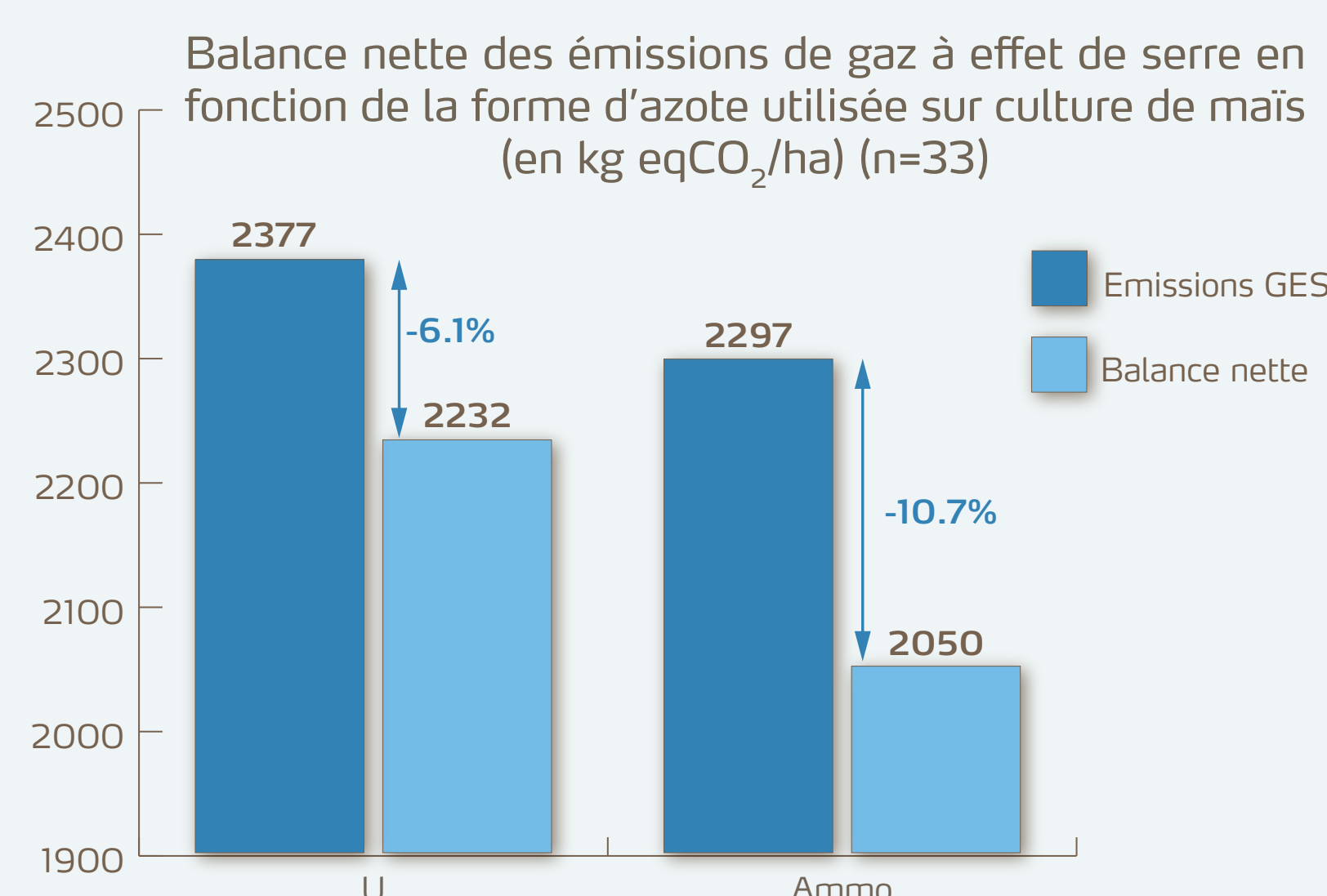
Les simulations réalisées sur la succession colza-blé-orge, ont révélé un écart significatif de stockage de carbone organique dans le sol entre les différents engrais. Sur 20 ans, les écarts en faveur de l'ammonitrate sont de +0.6 t C/ha vs Urée (+40% ***) et de 0.7 t C/ha vs Solution azotée (+47% ***). Comme pour le maïs grain, ces différences s'expliquent principalement par les différences d'efficacité agronomique qui permettent de produire à la fois plus de grain et plus de résidus, précurseurs du carbone humifié du sol.

En moyenne, le taux de croissance annuel de la quantité de carbone des sols pour cette rotation colza-blé-orge atteint 0.11% dans le cas de l'utilisation d'ammonitrate, contre 0.07% dans le cas de l'urée et 0.06% pour la solution azotée.

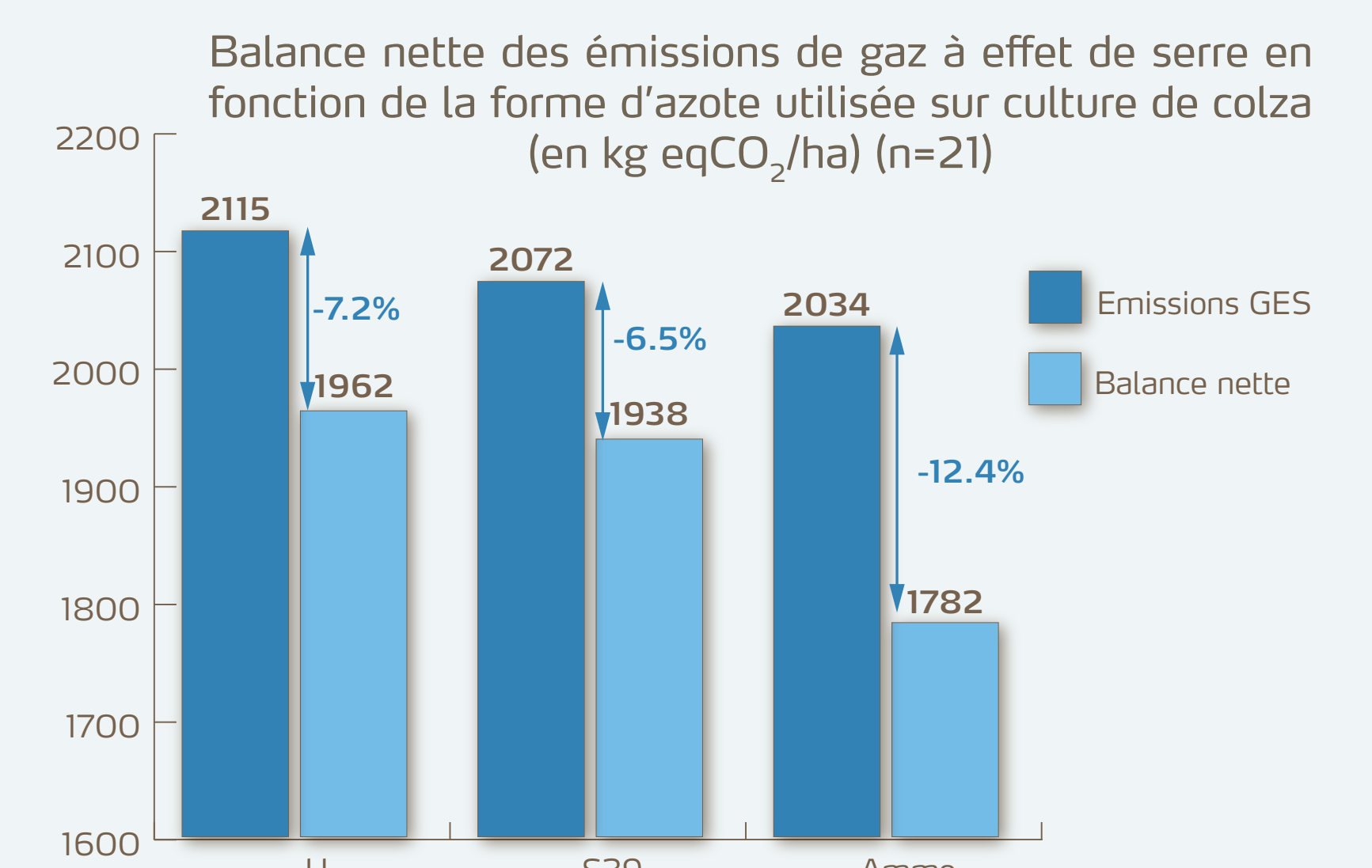
Nous constatons que, si le choix d'une forme d'azote ne permet pas d'atteindre seul l'objectif du 4/1000, il y contribue de manière significative. L'utilisation d'ammonitrate constitue un levier d'action plus efficace comparativement à l'urée et à la solution azotée.



Balance nette des émissions de GES



A la différence des situations non fertilisées qui montrent une chute de la teneur en carbone du sol dans les 2 rotations étudiées, les traitements fertilisés entraînent une croissance annuelle de la teneur en carbone des sols. Ainsi, il est possible de convertir cette quantité de carbone stocké en équivalent CO₂/ha/an afin d'obtenir une valeur indicative de séquestration annuelle de carbone, puis de soustraire cette valeur au bilan de gaz à effet de serre de la culture. On obtient une « balance nette » des émissions de gaz à effet de serre.



En monoculture de maïs comme pour la rotation céréalière, le bilan GES par ha est réduit d'environ 12% pour l'ammonitrate, entre 6.5 et 7.3% pour l'urée et de 6.5% pour la solution azotée. Le différentiel de stockage de carbone entre forme d'engrais renforce encore l'avantage de la forme ammonitrate sur le bilan gaz à effet de serre. Néanmoins l'ampleur de ces réductions dépend de l'intensité du stockage dans le sol, qui est très variable selon les conditions initiales de la parcelle (taux de MO).