QUANTIFICATION ET MODÉLISATION DE LA MINÉRALISATION D'AZOTE EN SOL DE CRAIE

APPLICATION AU DISPOSITIF LYSIMÉTRIQUE DE FAGNIÈRES

Beaudoin N., à partir des contributions de Mary B., Yin X., Clivot H., Ferchaud F., Strullu L., Chlébowski F., Leonard J., Ripoche D., Auturi I.G.C., Louarn G.

AgroImpact INRA, Agroclim INRA, P3F INRAt

Colloque du projet AUTO'N – 20/06/2018
avec le concours des projets ESBIC (AESN), SoléBIUM (PIVERT), VARILUZ (CasDar), RHIZOCARB (AGREENSKILLS)

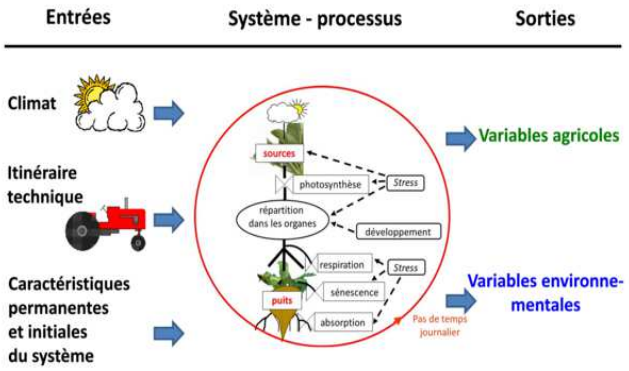
Problématique

- Autonomie d'azote → Rôle essentiel de la fourniture du sol en azote
- Minéralisation nette d'azote : **Mn = Mh + Mr**
  humus résidus
- Mh = f(sol, climat)
- Mr = f(sol, climat, culture, PRO, itk)
- Spécificités des sols de craie : $CaCO_3$, albédo, eau, enracinement, …
- Importance d'intégrer les conditions physico-chimiques particulières à la craie et la conduite des cultures

→ **Atouts de la modélisation dynamique intégrative**

Auto'N

Démarche d'amélioration / test du modèle STICS



1. Amélioration des modules **Mh** et **Mr** et paramétrage indépendant.
2. Conception d'une version de recherche (« pérennes ») simulant la dynamique racinaire au pas de temps journalier + calibration indépendante des paramètres
3. Mise en base des données du site lysimétrique de Fagnières
4. Test de l'ensemble contre la base de données Fagnières

20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 3

Auto'N

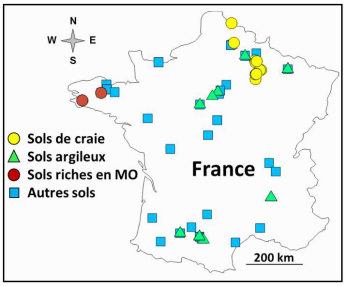
Evaluation du Module Mh de STICS sur une base de données de sols français

(Clivot *et al.*, 2017)

Mh = K2hum* Norg * f(H)* f(T)

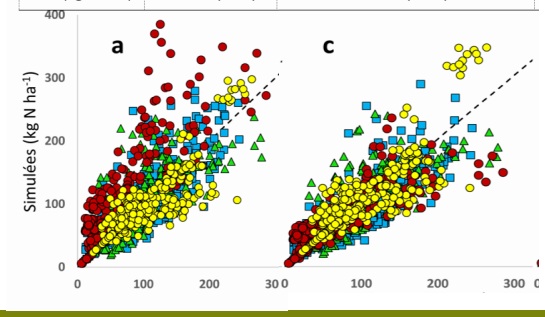
K2hum = k20 . g(*Argile*) . g($CaCO_3$) . g(*pH*) . g(*C/N*)

BDD INRA-Arvalis



Performances BDD Stics

	Stics 8	Stics 9
Efficience	**0.30** (0.04)	**0.65** (0.51)
rRMSE (%)	**47.2** (80.7)	**33.6** (57.9)
Biais (kg N ha^{-1})	**-12.0** (-8.5)	**-0.1** (-2.7)

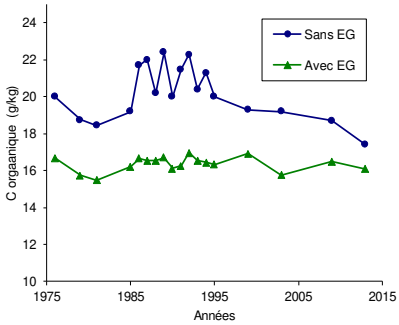


20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 4

Difficulté : quantification des stocks de C en sol de craie

(Mary *et al.*, 2017)

Evolution de la teneur en C mesurée pendant 40 ans dans un lysimètre à Fagnières (51)

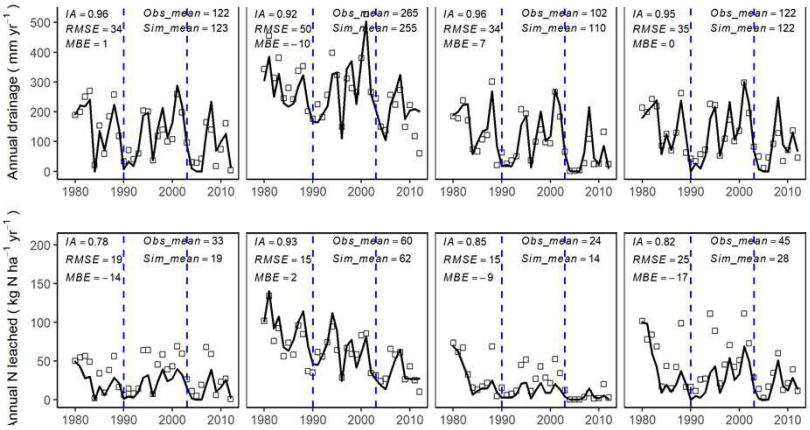


EG = éléments grossiers

- Très forte variabilité du stock de C organique avec les mesures standard (sans prendre en compte le refus au tamisage)
- La variabilité et la teneur diminuent très fortement lorsqu'on analyse la totalité de l'échantillon

Drainage et lixiviation : observations et simulations sur 35 ans à Fagnières (Yin *et al.*, 2018)

Calibration/sol Test sol nu Test avec CIPAN Test sans CIPAN



Calibration :
- prof. minéralisation,
- prof. enracinement sur certains lysimètres

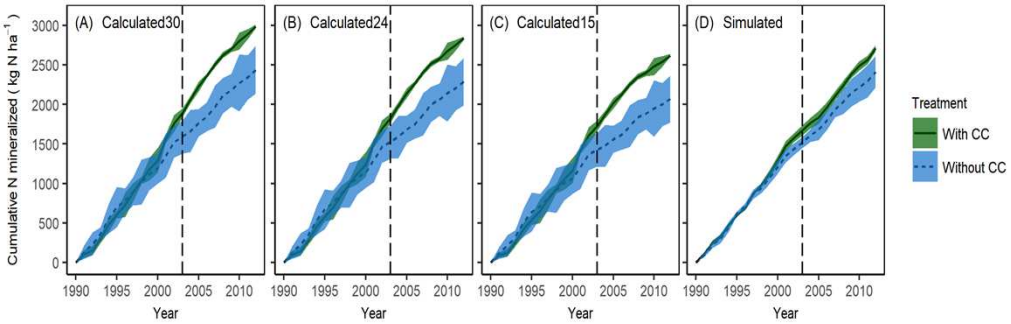
Lixiviation sensible à :
- prof. enracinement
- Fixation symbiotique
- Résidus de culture

Minéralisation N cumulée observée et simulée avec ou sans CI

3 hypothèses sur les pertes par voie gazeuse

(Yin *et al.*, 2018)

Pertes 30% *Pertes 24%* *Pertes 15%* Simulé



- Observations sensibles au taux de pertes par voie gazeuse
- Simulation très satisfaisante de la minéralisation du sol nu à long terme (non montré) = validation de **Mh**
- Simulation assez satisfaisante de la minéralisation en sol couvert = validation de **Mh+Mr**

Conclusion

- **Mh** est prédit sans biais à long terme par le nouveau module de minéralisation, à Fagnières et sur l'ensemble des sols de craie
- Sa prédiction annuelle en parcelle agricole devrait être correcte sous réserve :
  - que l'humidité et la température du sol de la couche minéralisante soient bien prédites
  - que les informations d'entrée du modèle soient correctes : sol, techniques et climat.
- La luzerne a été paramétrée et évaluée avec succès (Strullu, 2017)
- Le modèle Stics reste à améliorer pour la prédiction du rapport grain/paille et le paramétrage du système racinaire pour d'autres espèces cultivées.

EVALUATION DES FLUX D'AZOTE ET DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RÉSEAU DE PARCELLES AUTO'N

APPLICATION DU MODÈLE STICS

Toky RAMANANJATOVO

Etudiant en Master – INRA, UR AgroImpact de Laon

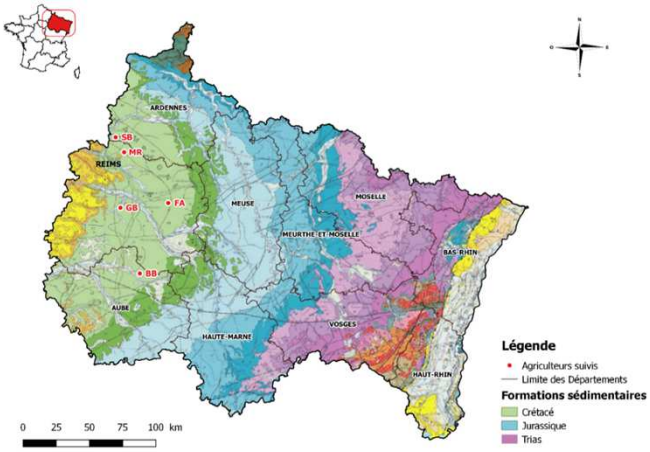
Objectifs de l'étude

- Tester l'application du modèle STICS au réseau de parcelles AUTO'N (2015-2017) pour évaluer les flux d'azote des pratiques testées par les agriculteurs à l'échelle annuelle et pluriannuelle
- Quantifier les variables d'intérêts non mesurées pour l'évaluation multicritère globale : NH_3 volatilisé, N_2O émis, NO_3 lessivé, N provenant de la minéralisation de l'humus
- Evaluer la durabilité des systèmes de culture face au changement climatique

  1. **Etude fréquentielle** (climats passés)
     - Simulation des effets annuels des pratiques réalisées
  2. **Etude à long terme** (climats futurs)
     - Simulation des effets cumulés des rotations sur le long terme

Auto'N

Présentation du cas d'étude



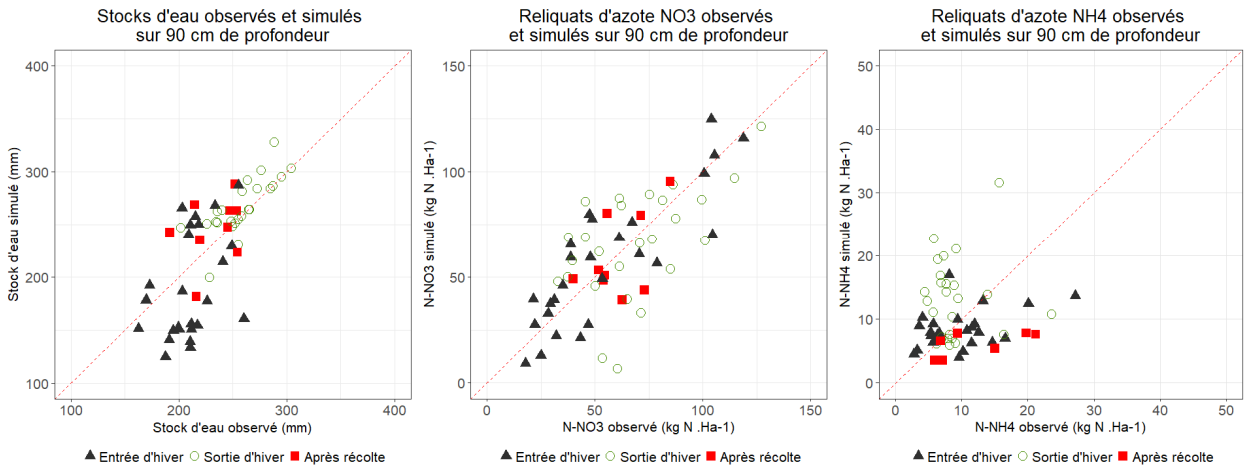
- **Etude réalisée sur 9 parcelles de 5 agriculteurs AUTO'N**
- **Données disponibles :**
  1. Pratiques culturales 2015-2017
  2. Variables agricoles : **Rendement, biomasse, teneur en N et protéines des grains, N prélevé par la plante, …**
  3. Données sur les sols : **mesures d'humidité du sol et de reliquats d'azote**, profil pédologique, …

En **rouge** : données ayant servi au test d'application du modèle

20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 11

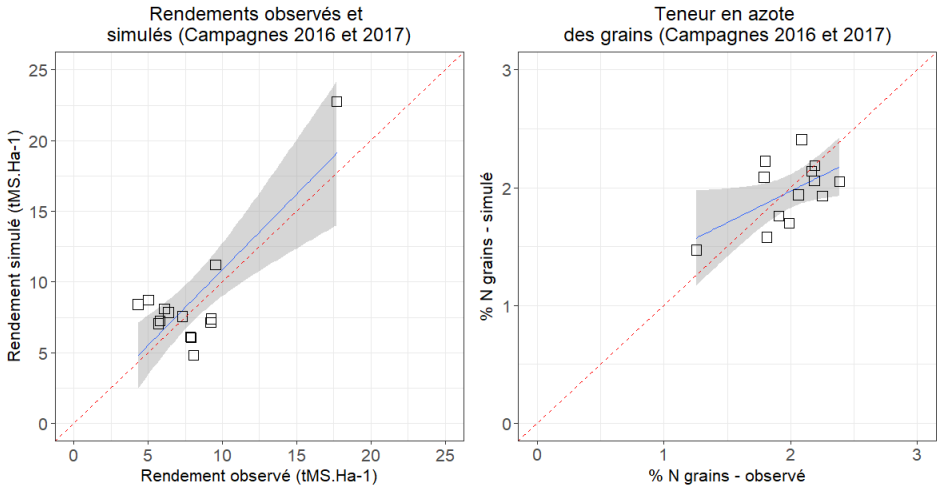
Auto'N

Test d'application de STICS sur les parcelles Auto'N (1)



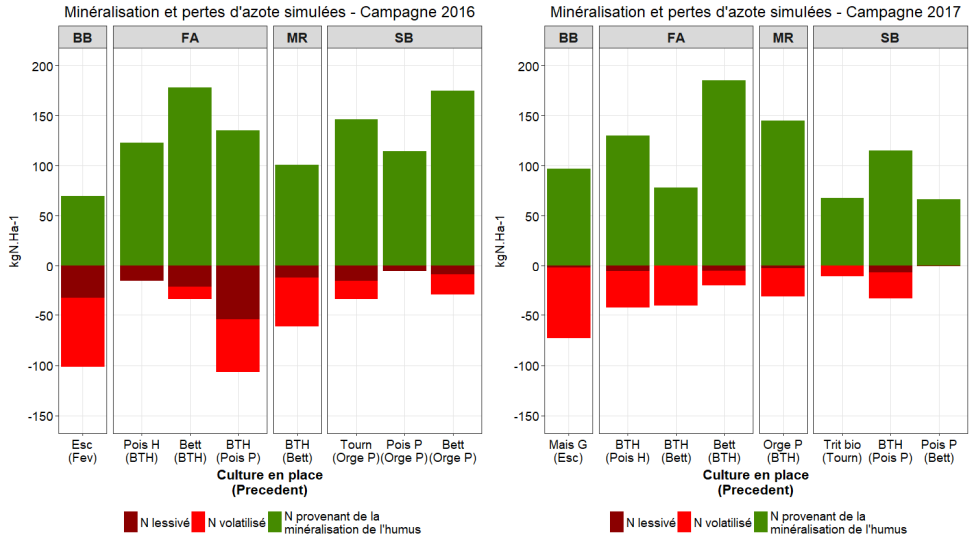
20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 12

Test d'application de STICS sur les parcelles Auto'N (2)



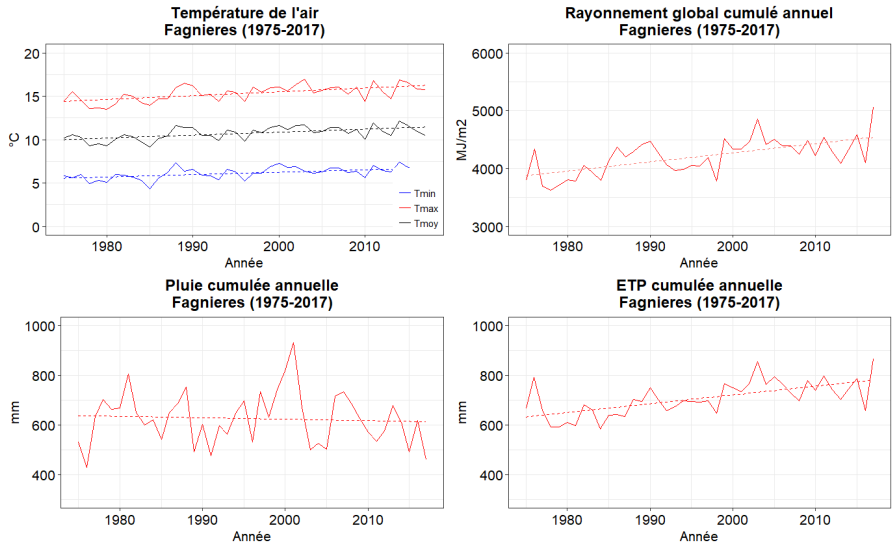
20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 13

Minéralisation et pertes d'azote simulées sur les parcelles

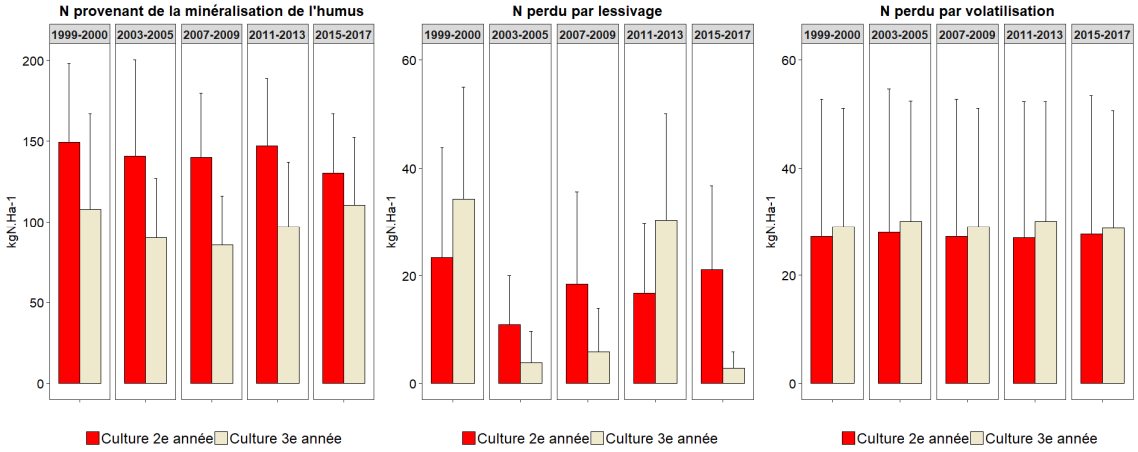


20/06/2018 Colloque Auto'N - Vers l'autonomie azotée des systèmes de culture 14

Evolution du climat au cours des 40 dernières années

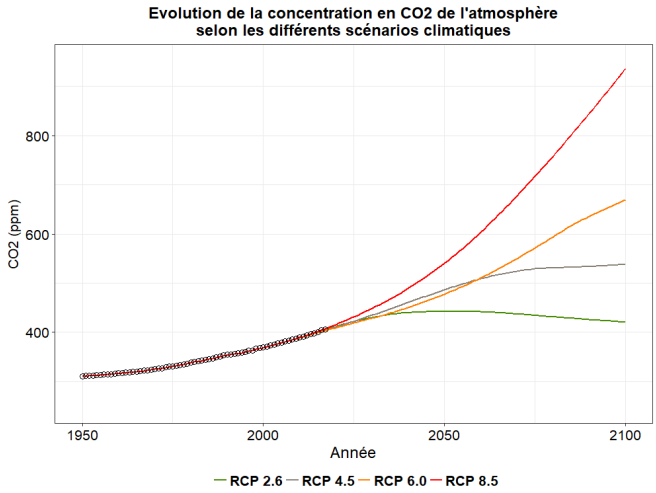


Effets du climat sur la minéralisation et les pertes d'azote



- 1ère année : initialisation des simulations
- Valeur moyenne sur 8 parcelles
- **Perte par lessivage plus sensible au climat**

Perspective de travail : évaluation des impacts du changement climatique sur les rotations conçus par les agriculteurs



Evaluation suivant les 2 scénarios extrêmes

1. Scénario pessimiste : RCP 8.5
   - reste probable car correspond à la prolongation des émissions actuelles
2. Scénario optimiste : RCP 2.6
   - intègre les effets d'une politique de réduction des émissions susceptible de limiter le réchauffement planétaire à 2°C en 2100

MERCI DE VOTRE ATTENTION