



**HAL**  
open science

## Adaptation du modèle sol-culture STICS à des agroécosystèmes du Québec pour simuler les dynamiques à long terme du carbone et de l'azote

Nomena Ravelojaona, Noura Ziadi, Antoine Karam, Guillaume Jego, Christian Morel, Alain Mollier, Jean Lafond

### ► To cite this version:

Nomena Ravelojaona, Noura Ziadi, Antoine Karam, Guillaume Jego, Christian Morel, et al.. Adaptation du modèle sol-culture STICS à des agroécosystèmes du Québec pour simuler les dynamiques à long terme du carbone et de l'azote. 35. Congrès annuel & 1. congrès virtuel de l'AQSSS " TERRE À TERRE EN VIRTUEL ", Jun 2021, Québec, Canada. hal-03307381

**HAL Id: hal-03307381**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03307381v1>**

Submitted on 29 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Adaptation du modèle sol-culture STICS à des agroécosystèmes du Québec pour simuler les dynamiques à long terme du carbone et de l'azote

NOMENA RAVELOJAONA<sup>1,2,3,4</sup>, NOURA ZIADI<sup>1,2</sup>, ANTOINE KARAM<sup>1</sup>, GUILLAUME JEGO<sup>2</sup>, CHRISTIAN MOREL<sup>3</sup>, ALAIN MOLLIER<sup>3</sup> ET JEAN LAFOND<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada ; <sup>2</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Centre de recherche et développement de Québec, Québec, Canada ; <sup>3</sup>INRAE, Bordeaux Science Agro, UMR 1391 ISPA, Villenave-d'Ornon Cedex, France ; <sup>4</sup>Université de Bordeaux, France ; <sup>5</sup>AAC, Ferme expérimentale, Normandin, Canada

35<sup>e</sup> congrès annuel de l'AQSSS, 15 au 17 juin 2021

## Contexte et objectif

- ✓ **L'azote (N)** tient un rôle majeur au niveau de la quantité et la qualité de la production agricole. Le **carbone organique du sol (COS)** constitue l'un des critères clés de la fertilité d'un sol de par leur capacité à réguler le flux de nutriments du sol
- ✓ Ces éléments peuvent présenter des risques environnementaux et sanitaires à travers la contamination des milieux aquatiques (cas du N) et de l'émission de pollution vers l'atmosphère (cas de C et N).
- ✓ Les **modèles de culture génériques comme STICS** sont des outils puissants de prédiction du fonctionnement complexe des agroécosystèmes et d'évaluation multicritère.
- ✓ STICS a été conçu et utilisé notamment en condition tempérée de l'Europe, mais a déjà également été appliqué en milieu semi-aride et tropical (Coucheney et al., 2015)
- ✓ L'application de STICS aux conditions des régions froides et humides **reste encore limitée à la saison de croissance** :
  - Le modèle affiche une moindre performance quant à la simulation pluriannuelle des processus du sol (C et N) (Jing et al., 2017)
- ✓ D'importants processus de transformation de C et de N peuvent se produire sous la neige durant l'hiver en régions nordiques (Virkajärvi et al., 2010; Clark et al., 2009)

**L'objectif de l'étude est de** paramétrer les sous-modules de STICS décrivant les transformations du C et de N dans le sol pour permettre d'effectuer des simulations pluriannuelles (plusieurs décennies) des agroécosystèmes aux conditions des régions froides et humides du Québec

## Modèle sol-culture STICS

- ✓ Modèle développé par l'INRAE depuis 1996 (Brisson et al., 1998), au pas de temps de calcul journalier et à l'échelle de la parcelle agricole
- ✓ Simulation du fonctionnement du système sol-culture sur un cycle de culture ou sur plusieurs cycles de culture pour simuler des rotations

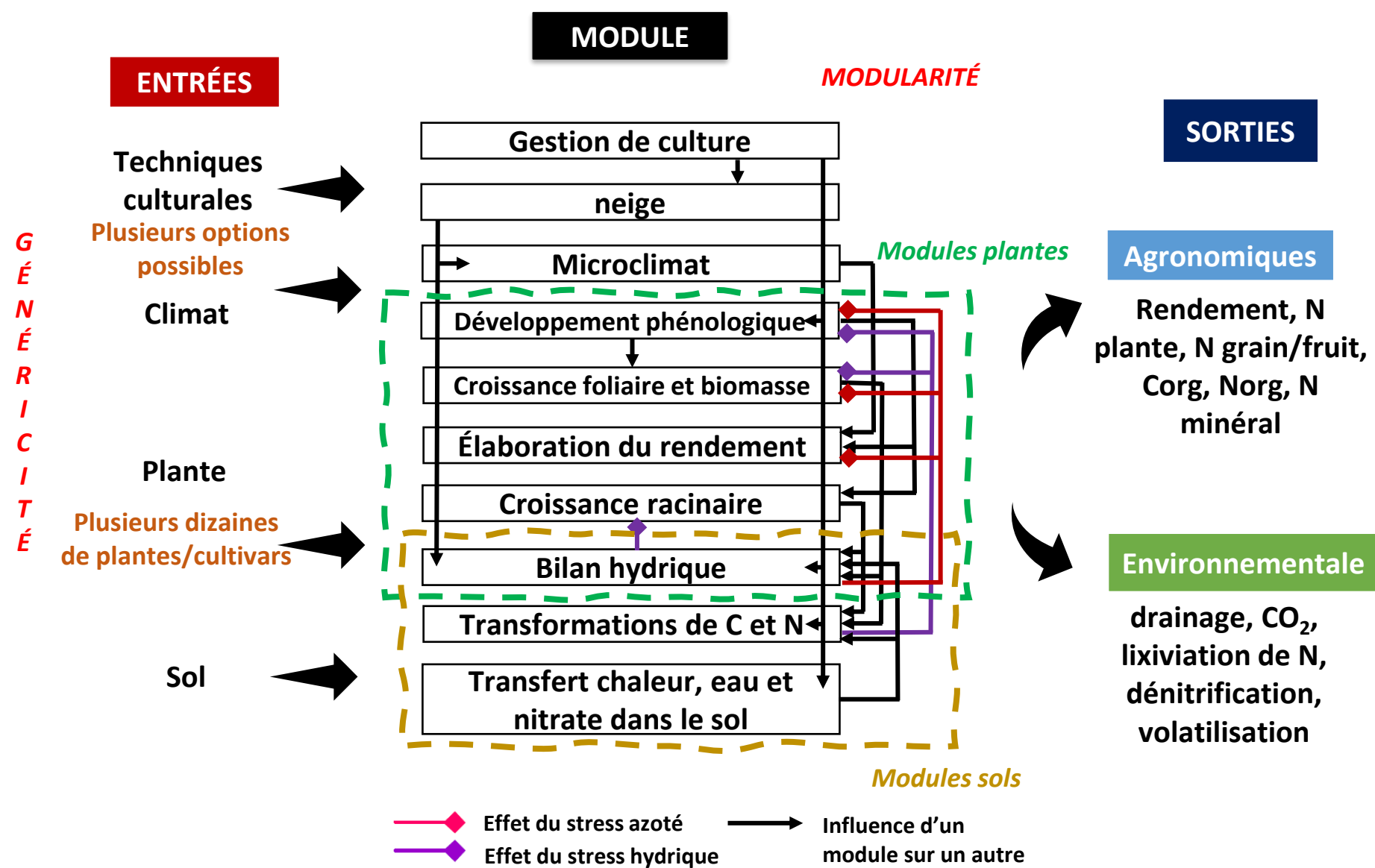


Fig. 1 : Organisation et fonctionnement des modules de STICS

## Méthodologie

- ✓ Mobilisation de bases de données des projets antérieurs d'AAC, **deux essais de longue durée** :
  - Normandin (Saguenay-Lac-Saint-Jean) : 1990-2019
  - Acadie (Saint-Jean-sur-Richelieu) : 1992-2017
- ✓ Mesures expérimentales :
  - **Sol** : C organique et N organique, densité apparente, teneur en eau et en N minéral
  - **Plantes** : rendement grains, biomasse des pailles et fourrages et teneur en N
- ✓ **Démarche de paramétrage du modèle** :
  - Sélection aléatoire des jeux de données de paramétrage (50%)
  - Paramétrage avec les données expérimentales
  - Paramétrage à partir de la bibliographie : **fonctions des effets de la température sur les processus de transformations de C et N du sol en zones froides**
  - Optimisation des paramètres par ajustement : pour les paramètres des modules sol n'ayant pas de signification biologique ou physique pour minimiser l'écart SIM/OBS
- ✓ **Évaluation du modèle** :
  - Évaluation avec les jeux de données de validation (50%)
  - Critères statistiques : erreur quadratique moyenne (RMSE, RMSEu, RMSEs), efficacité du modèle (EF), coefficient de détermination ( $R^2$ )

Tab. 1 : Description des dispositifs expérimentaux

Facteurs	Modalités	
	Site Normandin	
Séquence de culture	Monoculture d'orge	Rotation de céréales fourrages
Type travail du sol	Charrue à burin (10 cm)	Charrue à versoirs (20 cm)
Fertilisation N	Minéral ≈ 70 kg N ha <sup>-1</sup>	Organique: 50 m <sup>3</sup> lisier bovin
Site Acadie (rotation bisannuelle de maïs-soja)		
Type travail du sol	Semis direct	Labour conventionnel
Fertilisation N	0, 80 et 160 kg N ha <sup>-1</sup>	

## Module de transformations de C et N de STICS

- ✓ Minéralisation des résidus de matières organiques (MO) et de l'humus : modèle à 3 compartiments de Nicolardot et al., (2001)

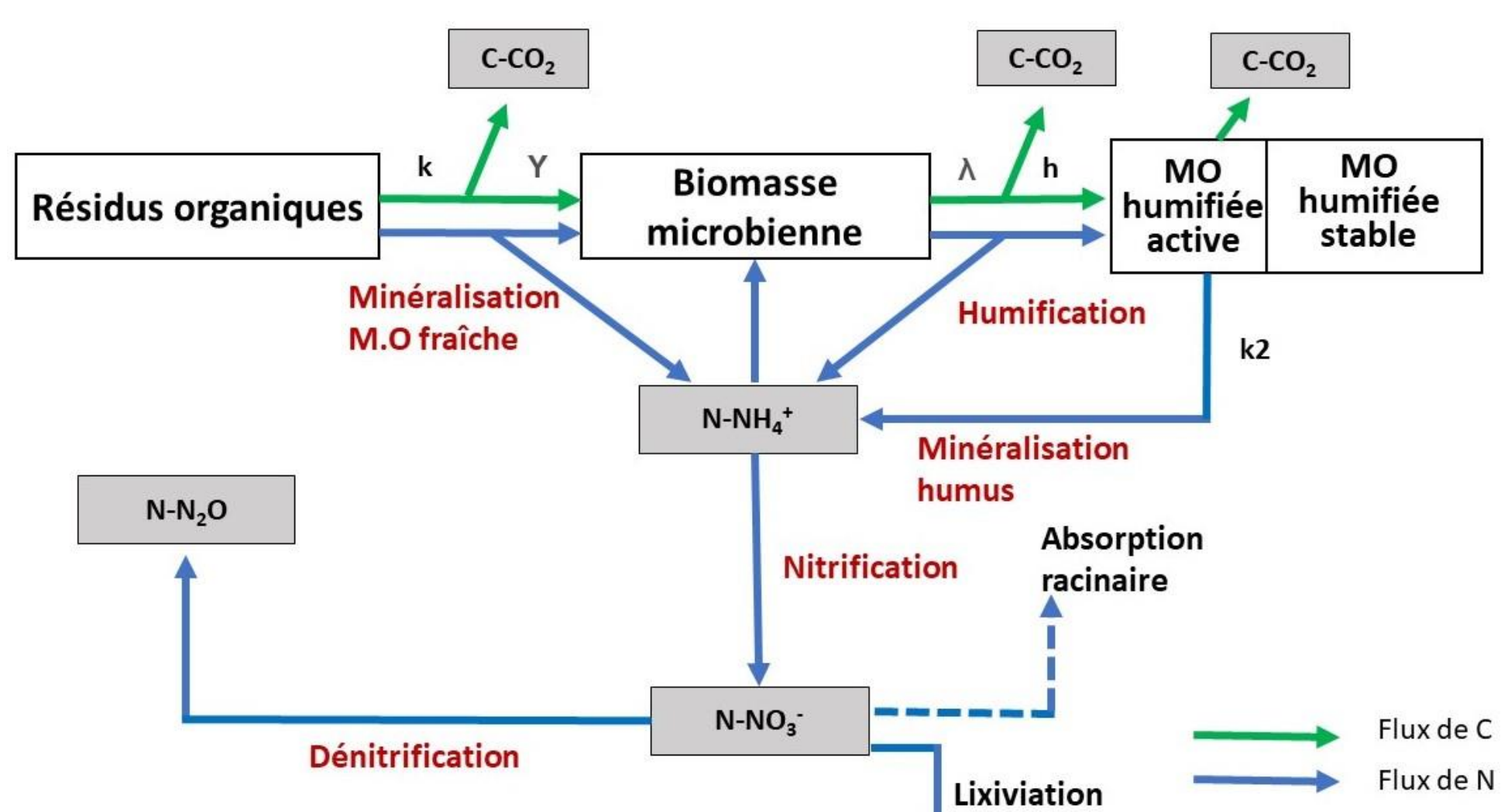


Fig. 2 : Schéma conceptuel de transformations de C et de N dans les modules sol

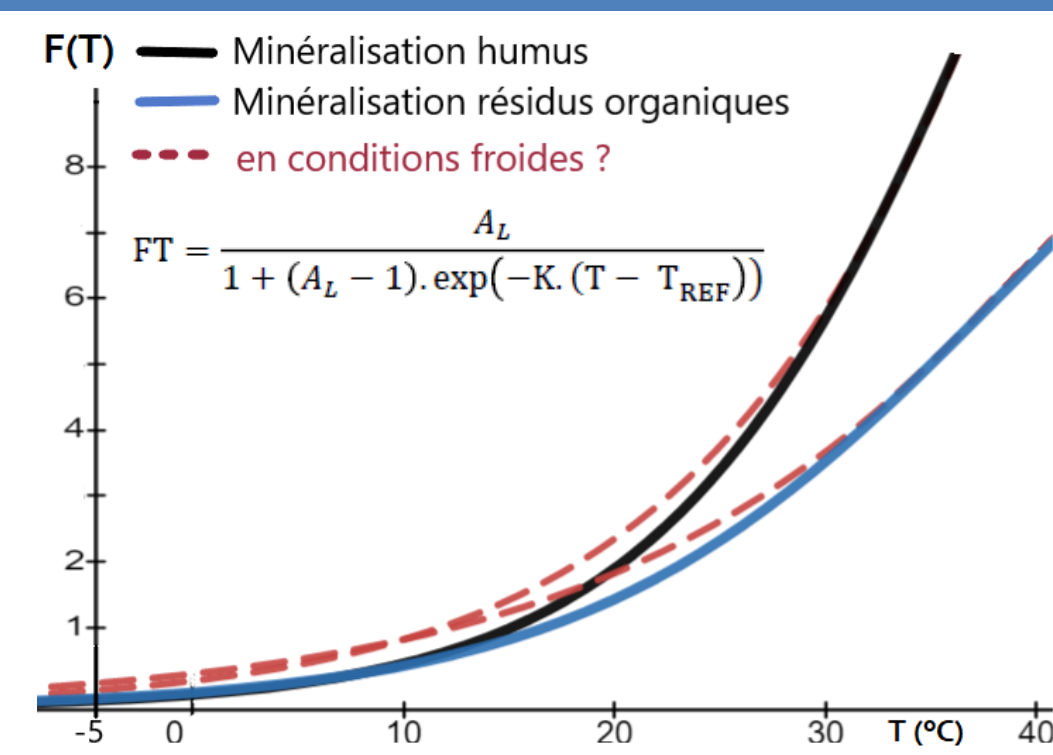


Fig. 3 : Effet de la T° sur la minéralisation en zones tempérées

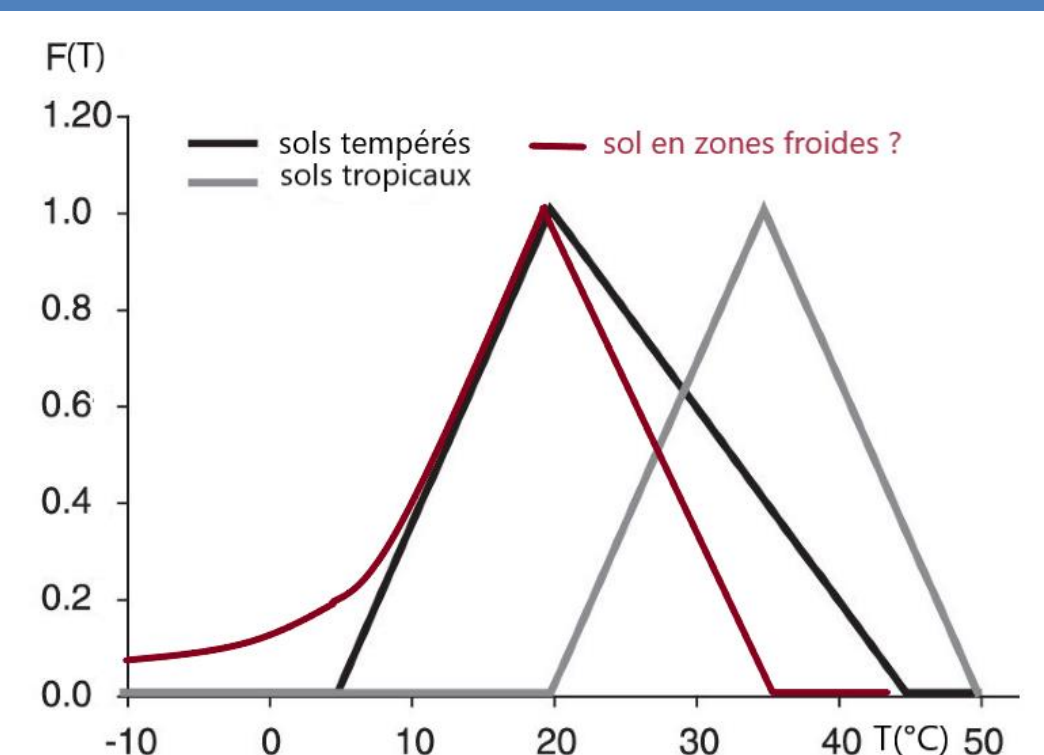


Fig. 4 : Effet de la T° sur la nitrification

Courbes des facteurs température du sol F(T)

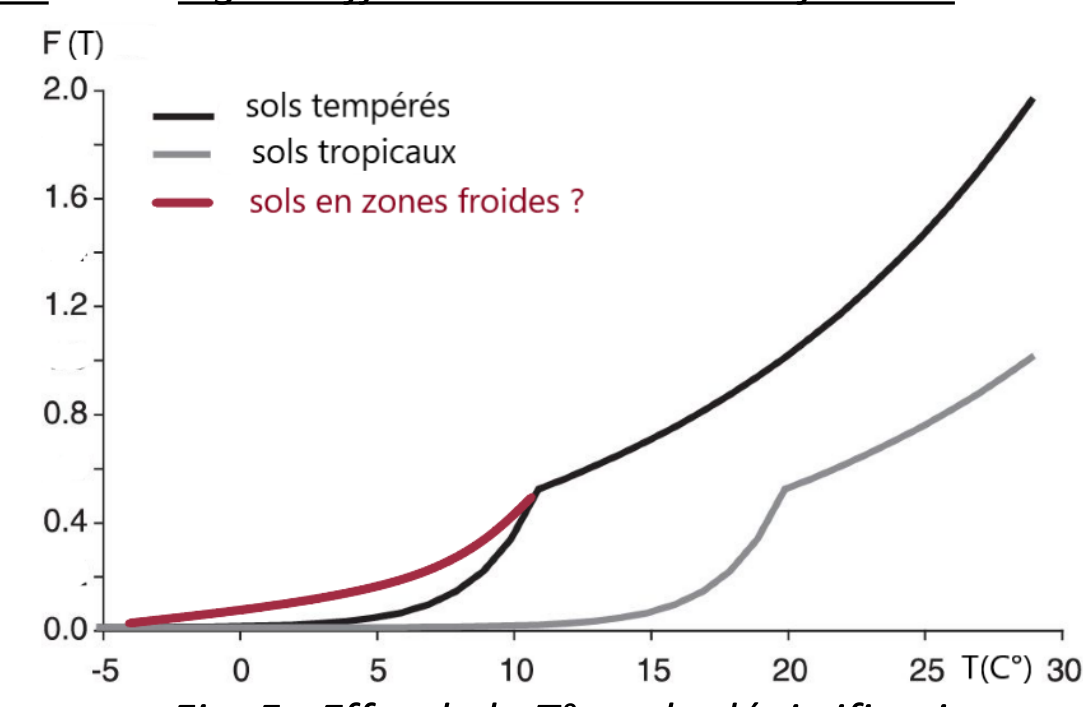


Fig. 5 : Effet de la T° sur la dénitrification

## Résultats attendus et perspectives

- ✓ Avoir un modèle sol-culture qui tient compte de l'influence du climat froid et humide du Québec sur les processus de transformation de C et N des sols
- ✓ Les résultats de l'étude permettront d'élargir le domaine d'application de STICS et de confirmer sa généralité :
  - Simulation pluriannuelle de différents systèmes de culture au Québec pour des évaluations agroenvironnementales
  - Exploration et analyse in silico des impacts du changement climatique sur les mécanismes sous-jacents contrôlant la dynamique du C et de N du sol

## Références

- ✓ Brisson, N et al., 1998. Agronomie, 18(5-6), 311-346.
- ✓ Clark, K. et al. 2009. Soil Biology and Biochemistry, 41(2), 348-356.
- ✓ Coucheney, E. et al., 2015. Environmental Modelling & Software, 64, 177-190.
- ✓ Nicolardot, B., Recous, S., Mary, B. 2001. Plant and Soil, 228(1), 83-103.
- ✓ Jing, Q. et al., 2017. Field Crops Research, 201, 10-18.
- ✓ Virkajärvi, P. et al., 2010. Agriculture, Ecosystems & Environment, 137(1), 59-67