

# Le modèle AMG



## Les actualités du CONSORSIUM

Hélène Lagrange (Arvalis) ;  
Annie Duparque, Jean-Christophe Mouny (Agro-Transfert-RT)



# Consortium AMG

## Petit historique.... incomplet

- **Thèse d'A. Andriulo (1997-1999) INRA Laon => Andriulo, Mary, Guérif. 1999**
- **Etude de Richard Wylleman et B. Mary, 1999,**  
*porteur : INRA Laon ; partenaires : Experts fonciers, Chambres d'agriculture de Picardie*
- **Projet régional CARTOPAILLE (2004-2007), => Saffy et Mary, 2008**  
*porteur : FRCA ; partenaires INRA Laon, Arvalis, Lasalle Beauvais, Agrotransfert-RT*
- **Projet régional de Gestion et Conservation de l'Etat Organique des Sols »**  
*(GCEOS , 2004 – 2011), Porteur Agro-Transfert-RT, partenaires : INRA Laon, LDAR, Chambres d'agriculture de Picardie, Lasalle Beauvais, Experts fonciers, FRCA*
- **Projet CasDAR « AMG », 2009-2012) => Consortium « AMG »**  
*porteur Arvalis, partenaires : INRA, Agro-Transfert-RT, LDAR*
- **Projet CasDAR « Réseau PRO »- (2011-2014)-**  
*Porteur : INRA Ecosys Grignon, Partenariat large (30 partenaires)*
- **Projet SOLÉBIOM AàP SAS Pivert (2015 – 2018) => Clivot et al, 2019**  
*Porteur Agro-Transfert-RT ; partenaires : INRA Agroimpact Laon et Ecosys Grignon, Terres Inovia, Arvalis*
- **Projet 'C and N models inter-comparison and improvement to assess management options for GHG mitigation in agro-systems worldwide' (CN-MIP, 2014- 2017) => Farina et al. 2020**





# Le consortium AMG, c'est...

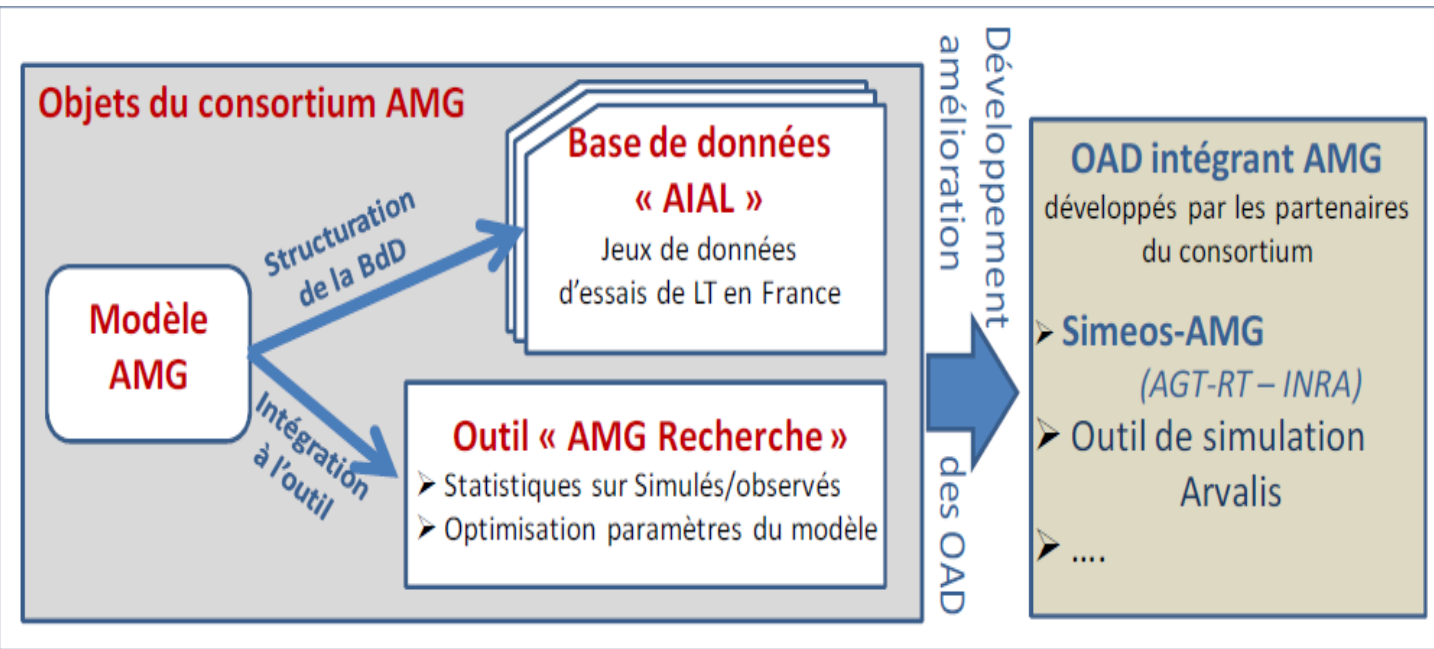
Animation jusqu'à début 2022

...qui ?



Animation depuis début 2022

...quoi ?



# Le consortium AMG, c'est...

## ...pourquoi ?

**Le « consortium AMG » a été créé pour :**

- de maintenir un coeur de modèle commun (formalisme et paramétrage de référence), de faciliter son évaluation, de permettre son amélioration et sa validation dans un cadre scientifique et technique reconnu,
- puis de faciliter sa mise a disposition auprès d'autres partenaires scientifiques.

L'outil « AMG Recherche » est **l'outil de référence** pour les travaux d'améliorations du modèle.

# Le consortium AMG, c'est....

## ...pourquoi ?

**Les missions actuelles du consortium AMG sont aussi :**

- de **faire connaître le modèle AMG et les travaux qui sont conduits**, par les membres du consortium ou des tiers, pour poursuivre son évaluation et son **adaptation à de nouveaux contextes pédoclimatiques et agricoles**,
- de **fournir une évaluation de la conformité** des outils dérivés « AMG-X », nécessaire pour se référer à AMG et ainsi permettre la **certification de ces outils** exigée par le **Label Bas Carbone**

# Travaux sur le modèle AMG

## *Récents et en cours*

**Projet CSOPRA** : proposer un dispositif abouti d'application des méthodes d'inventaire Tier I et Tier 3 des stocks de C org, pour les terres cultivées hors prairies

**Projet OAD-MO** : Développer AMG pour la vigne

**Projet CE-Carb** : Développer AMG pour cultures pérennes telles que Miscanthus

**Projet StoreSoil-C Methode RockEval** : Mesurer la fraction de C org stable du sol et évaluer cette mesure comme paramètre d'AMG

**Evaluer AMG en conditions tropicales**

# Travaux sur le modèle AMG - Récents et en cours

CSOPRA Projet REACTIF ADEME 2015-2017 ; porté par INRAE (M. Martin)

Estimer l'évolution du stockage de carbone dans les sols français en lien avec l'évolution dans le temps du climat et des systèmes de culture?

- Poursuite du projet CSOPRA (Manuel Martin et Bertrand Guenet)

Comparaison AMGv2 vs RothC vs Century

Données AIAL + quelques sites européens en jachères nues de longue durée

Calcul des entrées de C : « méthode AMGv2 » (racines fixes)

Travaux à finaliser

+ *comparaison entrées de C calculées à partir des rendements issus des statistiques agricoles*

# CE-CARB (2018-2021) : Projet GRAINE (ADEME)

porté par : F. Ferchaud, INRAE, Partenaires : Agro-Transfert-RT, Arvalis,

- **Objectifs :**

- ✓ Nouvelles **références** concernant l'impact des cultures énergétiques sur le C organique du sol
- ✓ Identifier les **déterminants** des variations des stocks de C observés
- ✓ Évaluer les **conséquences sur le bilan GES**
- ✓ **Adapter/paramétrer AMG** pour les cultures énergétiques pérennes

- **Focus sur deux plateformes expérimentales mises en place en 2006 :**

- ✓ Dispositif « Biomasse & Environnement » INRAE (Estrées-Mons, 80)
- ✓ Plateforme du GIE GAO (Montgaillard-Lauragais, 31)
  - ➔ Augmentation des stocks sous miscanthus et switchgrass après 12 ans sans effet fertilisation
  - ➔ Importance des entrées de C souterraines pour expliquer l'augmentation des stocks
  - ➔ Pas d'augmentation de la protection physique (% du C dans les micro-agrégats)

- **Paramétrage d'AMG pour le miscanthus :**

- ✓ Utilisation des 2 sites (B&E et GIE GAO) + 6 sites Eu issus de Poeplau & Don (2014) pour le C4
- ✓ Estimation des entrées aériennes
- ✓ Optimisation des entrées de C souterraines sur la base des stocks C4





# CE-CARB (2018-2021)

**Entrées de C org**

$$\frac{\Delta C}{dt} = \sum k_1 \cdot m - K \cdot Ca$$

## Sorties de C org

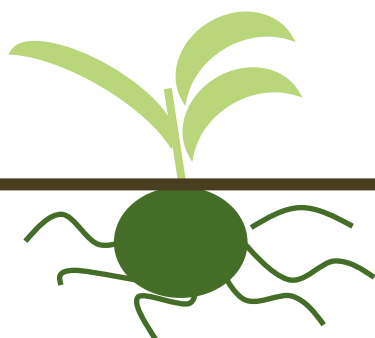
*D'après les cinétiques des stocks de COS en C3 :  
pas de changements dans la fonction de minéralisation*

**Année I :  
implantation**

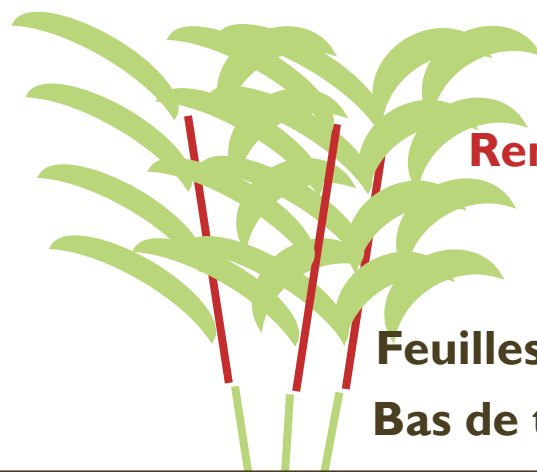
**Année n : production**

**Année f : destruction**

**Bas de tige + feuilles :  
forfait**



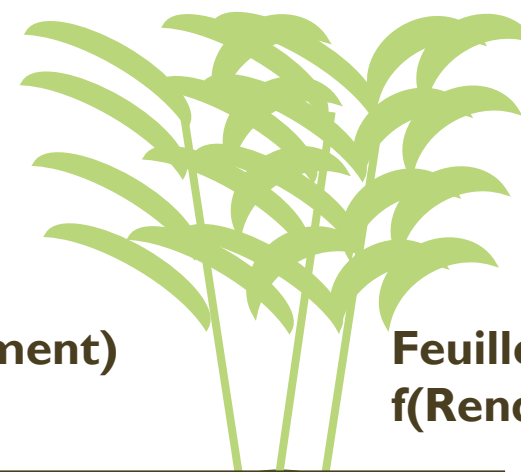
**Pas de renouvellement  
racinaire**



**Rendement**

**Feuilles = f(Rendement)  
Bas de tige : forfait**

**Renouvellement racinaire =  
f(Température, Rendement)**

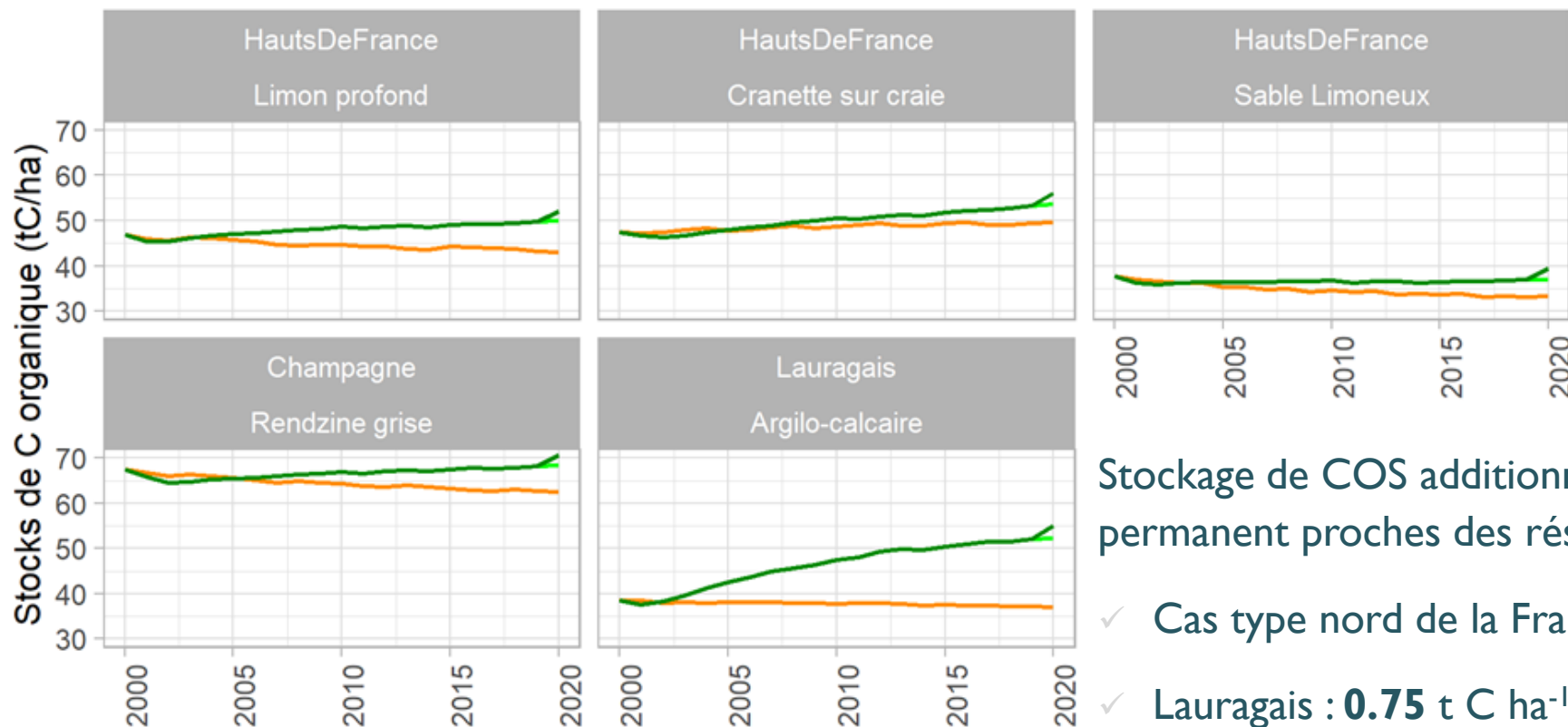


**Feuilles + tiges =  
f(Rendement)**

**Restitution racinaire = forfait**

# CE-CARB (2018-2021)

- Simulations (AMG) sur 30 ans de scénarios de production de miscanthus :



Stockage de COS additionnel sous miscanthus permanent proches des résultats B&E et GIE GAO:

- ✓ Cas type nord de la France : **0.25 ± 0.08 t C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>**
- ✓ Lauragais : **0.75 t C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>**

Systèmes : — Référence — Miscanthus perm. — Miscanthus destr.

# OAD-MO : Adaptation du modèle AMG à la vigne

## Contexte

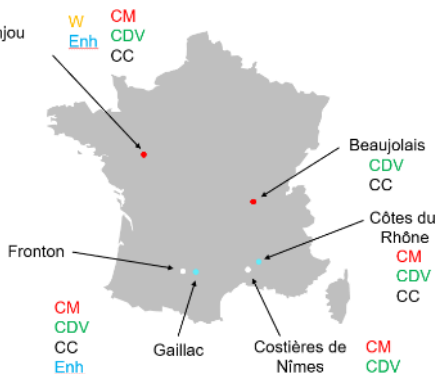
Premier paramétrage d'AMG sur vigne : projet **CASDAR « RéseauPRO »** (Caruel 2013)

**Chinon (Morlat 2008)**

**Réseau national d'expérimentations** en parcelles viticoles (2008-2019)

**Val-de-Loire, Beaujolais, Vallée du Rhône, Languedoc, Sud-Ouest**

**Projet OAD MO** : Elaboration d'un outil d'aide à la décision pour la gestion du patrimoine organique des sols viticoles. Paramétrage et validation du modèle AMG. (2017-2019)



**Objectif : Etablir des références et Améliorer le conseil de gestion de la matière organique :**

- meilleure connaissance du type de produit à apporter en liaison avec les besoins du sol et les effets attendus,
- prendre en compte les conditions pédoclimatiques et les conditions d'entretien du sol
- prendre en compte les exigences régionales en termes de vin à élaborer.

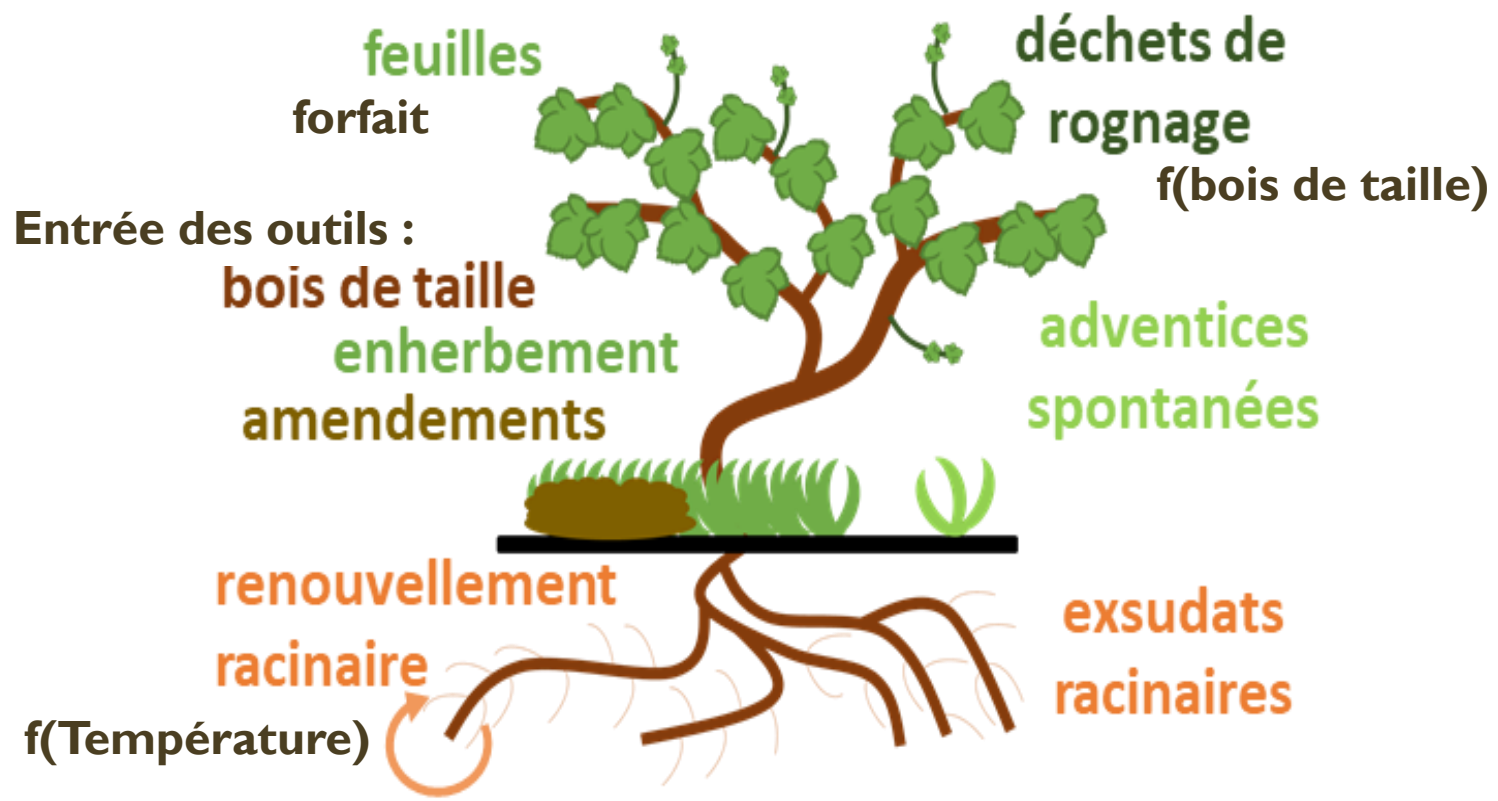
# OAD-MO : Adaptation du modèle AMG à la vigne

## Le modèle

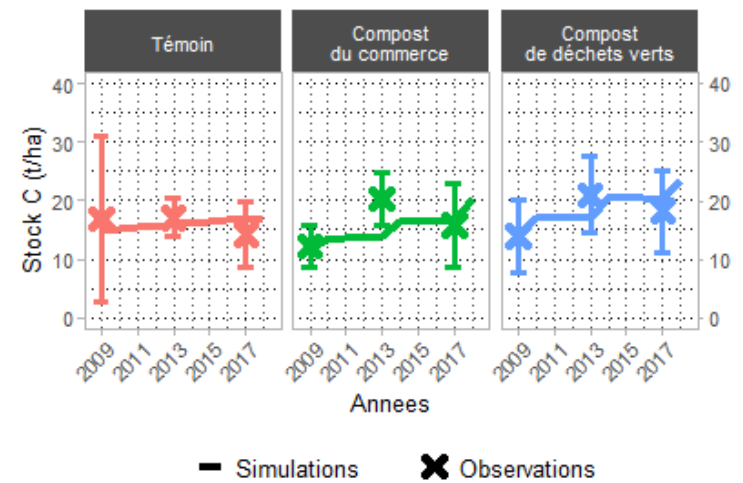
Entrées de C org

$$\frac{\Delta C}{dt} = \sum k_1 \cdot m - K \cdot Ca$$

Sorties de C org



Hypothèse :  $K_{AMG}$  robuste  
 → Optimisation du  $C_{ACTIF}$  (20%)

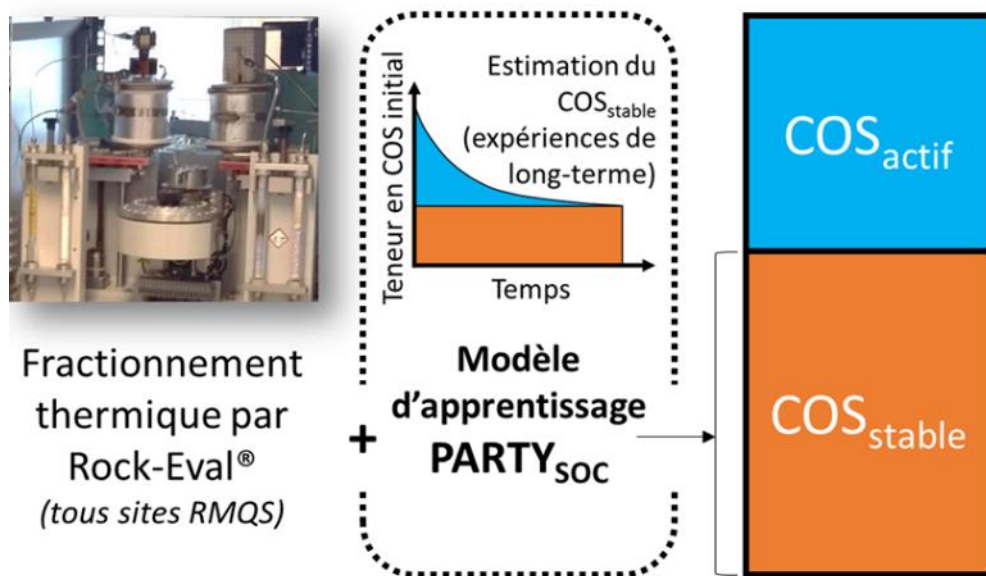


# StoreSoilC (2018-2021)

- Projet ANR 2018-2021 → WP.1.2 : « Investigate whether pool size indicators (from Rock-Eval) can improve soil C prediction with SOC models compared to the default initialization method. »

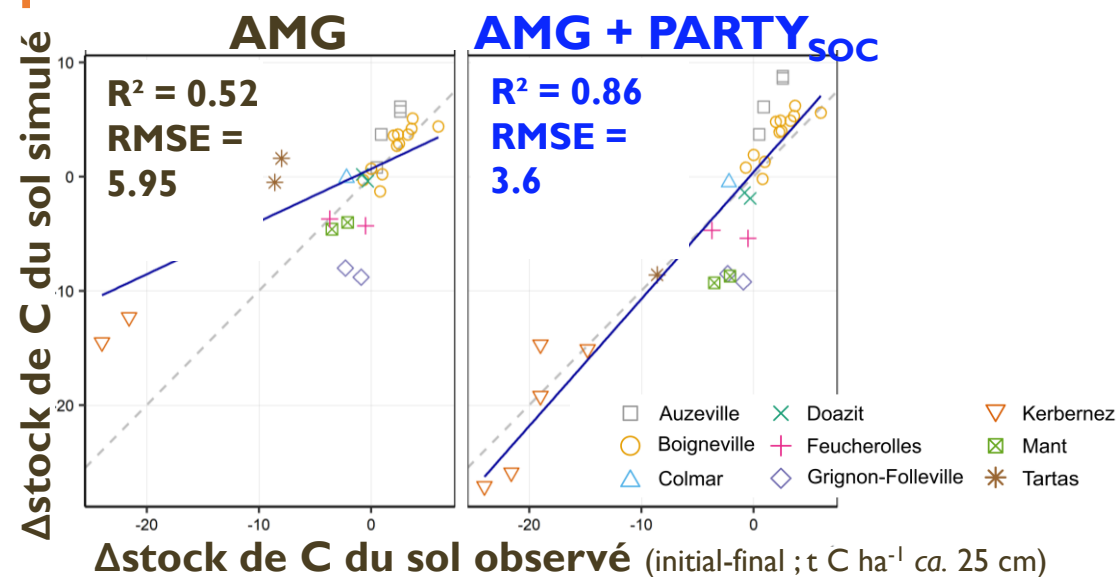
→ Collaboration Laboratoire de Géologie de l'ENS (Pierre Barré, Loïc Cécillon, Eva Kanari) et INRAE (Bruno Mary, Hugues Clivot, Fabien Ferchaud, Florent Levavasseur, Sabine Houot)

## L'analyse thermique Rock-Eval® :



Fractionnement thermique par Rock-Eval® (tous sites RMQS)

## L'initialisation PARTY<sub>SOC</sub> améliore les performances d'AMG :



Cécillon et al. (2018, 2021)

Kanari et al. (Biogeosciences, 2022)

# Travaux sur le modèle AMG - *Récents et en cours*

## Mobilisation d'AMG en conditions tropicales et volcaniques - CIRAD

AMG sous les tropiques

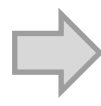
Contexte:


**4 pour 1000 Outre-mer**  
 Partager les connaissances sur la séquestration du carbone dans les sols d'outre-mer

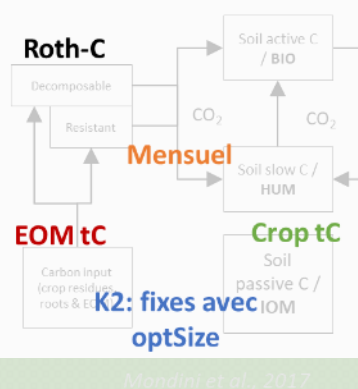
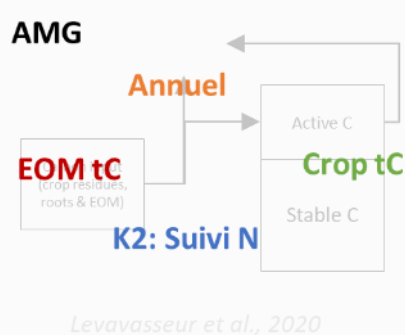
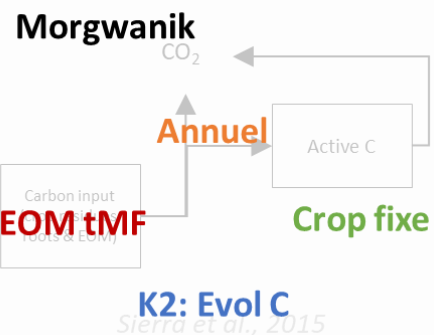
- Développement du LBC, quels outil pour le développer dans les tropiques?



Trouver un modèle de bilan humique adapté aux tropiques



Evaluer les modèles sur la base de 9 essais longue durée, I I MAFOR  
Comprendre et améliorer les modèles



- Pour les 3, erreurs relatives (RRMSE) plus élevées que celle de 5,3 % obtenue en métropole
- Mais grande variabilité interannuelle sur mesures

# Travaux sur le modèle AMG - *Récents et en cours*

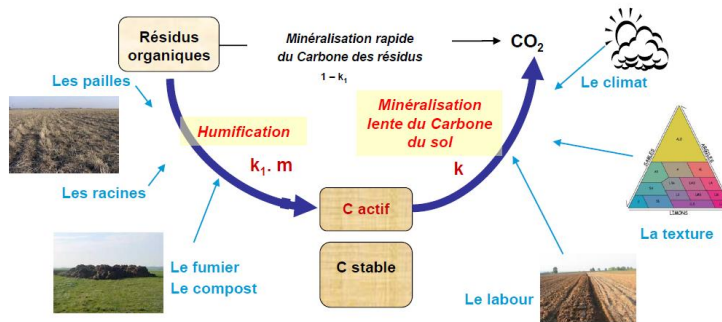
## Mobilisation d'AMG en conditions tropicales et volcaniques - CIRAD

AMG sous les tropiques

### Les défis de sa tropicalisation:

- 7 nouvelles cultures paramétrées sur base Bolinder: canne à sucre, igname, manioc, riz, banane, ananas, coton

Cultures originales



Mafor originales

- 1/3 du C-MAFOR est en réalité dans le 15-30 cm et 1/3 dans le 30-60 cm

- Situations hors du domaine de validité:

Constante de minéralisation valide ?

|        | Domaine validité              | Conditions tropicales   |
|--------|-------------------------------|---|
| argile | 2 -40% argile granulométrique | Pertinence argile granulo en sol tropicaux? -> sols très altérés ou sols volcaniques. Qu'est ce qui joue le rôle des argiles pour lier la MO? |
| SOC    | 27 à 147 t/ha                 | De 2 à 240 tC/ha (Corg de 2 à 15%)  |
| pH     | 5.7 à 8.4                     | 4.2 à 8. La moitié des surfaces <5.5  |
| climat | 1an = 250JN                   | 1an jusqu'à 1100JN<br>Entre 1500 et >3000mm/an  |

Partitionning actif/stable ?

Testé en utilisant RockEval, mais RockEval non validé en sol tropicaux.  
L'utilisation n'améliore pas les perf

# Travaux sur le modèle AMG *à venir*

Projet Quantica (2022-23) => Lien entre la télédétection et AMG, couverts intermédiaires (Arvalis, CESBIO, Airbus, Ca32, E2L)

Projet Root2RES (2022-2027) => projet Horizon Europe porté par Arvalis sur le phénotypage et génétique racinaire. travaux de phénotypage racinaire; modélisation de l'architecture racinaire; exsudats racinaires; colonisation microbienne -> possible prise en compte dans AMG?

Projet IMMORTAL (2021-2022) => INRAE, CNRS, CIRAD Initialisation de Modèles de la dynamique des Matières Organiques des sols par analyses Thermiques rock-evAL.

- ✓ 1) Etendre l'initialisation PARTY<sub>SOC</sub> du modèle AMG à de nouveaux contextes
- ✓ 2) Evaluer l'intérêt de l'analyse Rock-Eval pour initialiser d'autres modèles (STICS, RothC, Century)
- ✓ 3) Tester l'approche Rock-Eval pour améliorer la prévision de la minéralisation de l'azote organique du sol

Projet CarboSeq (2021-2024) => the assessment of the European SOC-sequestration potential summarised in an interactive map for Europe. RothC sera utilisé, mais possible d'utiliser aussi AMG.

Intercomparaison des modèles (RothC, Armosa, EPIC, FarmSim, AMG, STICS)

Program FaircarboN (2022-2027) => différentes actions à suivre:

- ✓ bases de données et modèles numériques partagés (BDD commune, développement de mesures rapide de stocks de C, mise à disposition de données, évaluation de modèles existants sur la BDD constituée, développement de nouveaux modèles)
- ✓ AAP FairCarbon



# Travaux sur le modèle AMG à venir

Et aussi de nombreuses idées de travaux à conduire:

## Formalismes du modèle:

- Initialisation C stable
- Meilleure prise en compte du C profond
- Minéralisation: autres pédoclimats, dépendante de la profondeur?
- Meilleure prise en compte des racines, excudats
- etc...

## Pour des Systèmes de culture spécifiques:

- Cultures pérennes (vigne, prairies permanentes ou temporaires, miscanthus...)
- ACS, AB
- Biochars
- Etc...

## Pour son évaluation et sa promotion:

- Evaluation Europe
- Spécifiquement en bassin méditerranéen
- Tropiques et Antilles
- Etc...



Tout en veillant à maintenir un modèle fiable, performant et utilisable



*Merci pour votre attention*

