




Développement d'outils d'aide à la décision pour gérer le stock de carbone organique des sols cultivés :

adaptation et mise en œuvre du modèle de
calcul de bilan humique à long terme AMG dans
une large gamme de systèmes de grandes
cultures et de polyculture- élevage

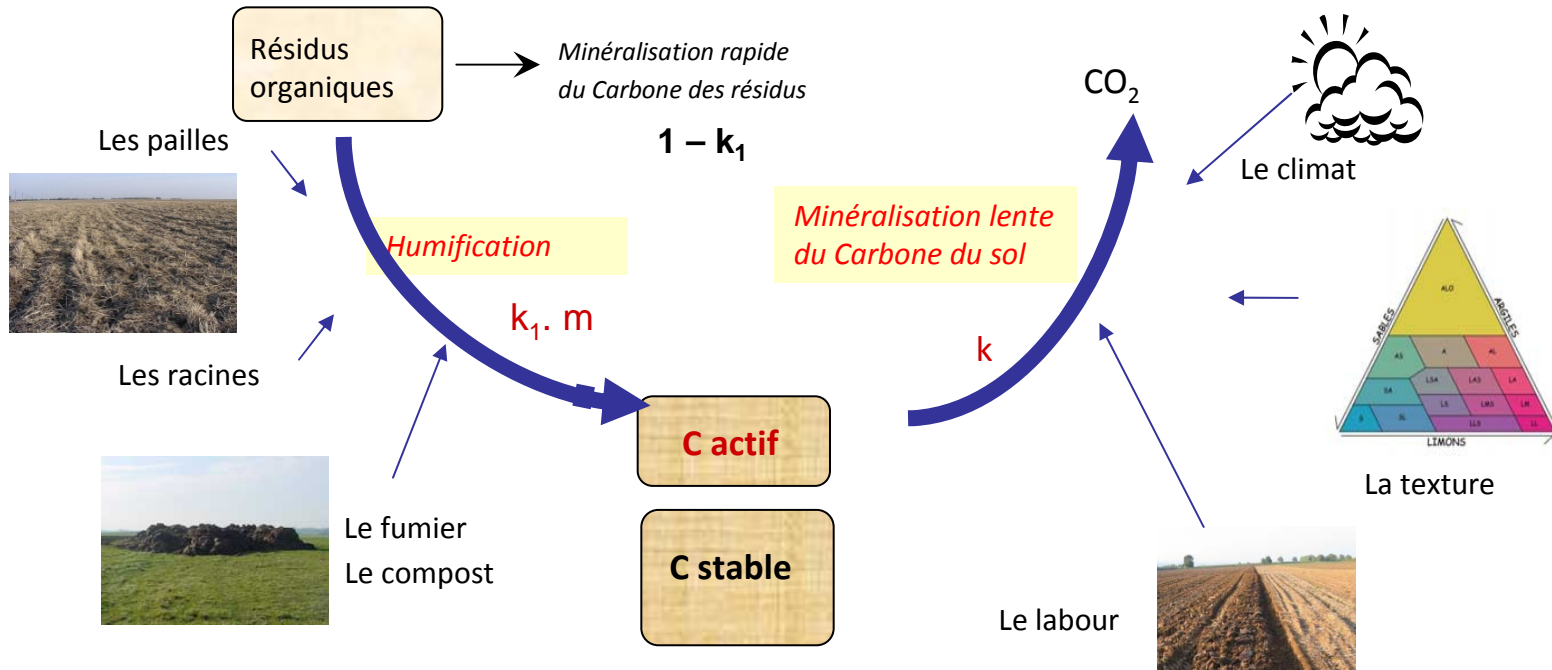
Octobre 2009-
Octobre 2012

Partenaires (par ordre alphabétique) :

-  AGRO-TRANSFERT RESSOURCES ET
Ressources et Territoires TERRITOIRES
-  ARVALIS – Institut du végétal (*Pilote*)
-  INRA US1158 AGRO-IMPACT
-  INRA – UMR TCEM Bordeaux
-  INRA EGC Grignon
-  LDAR

Un modèle simple de calcul de bilan humique à la parcelle : AMG*

*AMG, du nom de ses auteurs: Andriulo, Mary, Guérif - INRA de LAON



$$C_a \sim 33\% C_{org}$$

$$dC/dt = k_1 \cdot m - k \cdot C_a$$

$k = 0.02$ à 0.06 fonction teneur argile, calcaire, travail du sol, climat



Ressources et Territoires



Les 4 phases du projet

- ❑ Phase 1: Constitution d'une base de données d'essais de longue durée en vue de paramétrer/évaluer le modèle
- ❑ Phase 2: Extension et amélioration du paramétrage du modèle AMG puis évaluation sur une gamme de situations pédoclimatiques et culturelles variées et étude de sensibilité du modèle.
- ❑ Phase 3: Travail sur l'interprétation des résultats des simulations et construction d'outils de diagnostic et de conseil ²
- ❑ Phase 4: Communication et diffusion des outils et résultats obtenus dans le cadre du projet

Programme de travail / Échéancier

Janvier
2010

Janvier
2011

Janvier
2012

Décembre 2012

Phase 1 : Oct. 2009 - Déc. 2010

Constitution d'une Base de données

Phase 2 : Oct. 2009 - Mars 2012

Amélioration du paramétrage, extension domaine de validité
Évaluation sur une large gamme de situations pédoclimatiques

Phase 3 : Oct. 2011 - Oct. 2012

Règles d'interprétation des simulations
Construction outils de diagnostic et de simulation

Phase 4 : Oct. 2011 - Oct. 2012

Communication sur les
résultats du projet

Prévisionnel

Réalisé

Détail sur les 4 phases du projet

□ Phase 1: Constitution d'une Base de données

- Mobilisation de résultats expérimentaux et suivis de parcelles sur de longues durées (> 10 ans) : évolution du stock de MOS sous l'effet de modes d'occupation du sol, de techniques culturales...
- Cahier des charges sur données requises et précision.
- Compilation, retour sur données élémentaires, analyses complémentaires si échantillons de terre disponibles,
- Tri des jeux de données, notamment selon utilisation pour paramétrage et/ou évaluation du modèle,
- Complément de bibliographie pour collecte de données complémentaires à l'échelle internationale

Partenaires impliqués :

ARVALIS, LDAR, INRA (Laon, Bordeaux), AGROTRANSFERT

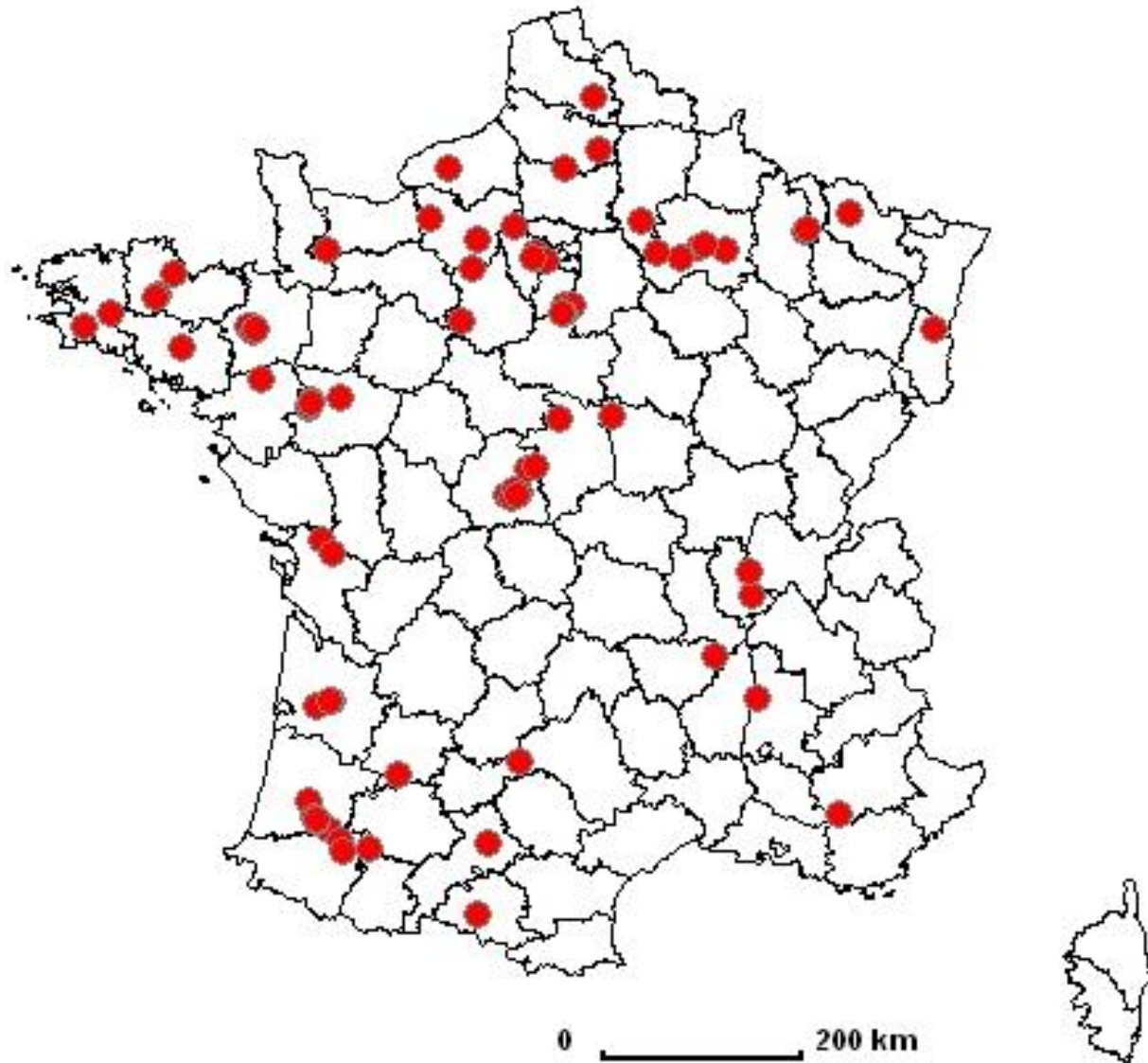
Travail réalisé en partie par une ingénieur en CDD de 6 mois (juillet décembre 2010), encadrée par ARVALIS

Inventaire des essais répertoriés à saisir dans la base de données

- total de **79 essais / suivis de parcelles** sélectionnés, au 09/09/10 selon un cahier des charges
- estimation d'**environ 300 traitements valorisables** au total

- Essais PRO : 19
- Essais PK : 24
- Essais ROTATION : 19
- Essais TRAVAIL du SOL : 5
- Essais CIPAN : 3
- Essais SYSTEME de CONDUITE : 2
- Parcelles de STATION - SUIVI AGRICOLE : 7

Répartition des essais répertoriés



Compléments d'analyses sur essais disposant d'échantillons de terre: essais PK principalement

Objectifs:

- Compléments d'analyses de teneurs en C et N organique, ^{13}C
- Caractérisation du sol: granulométrie après décarbonatation, CEC, carbonates, pH eau

Base de données

- Constitution de la base sous format Excel pour saisie des données,
- Collecte des données réalisée,
- Saisie des données en cours (1/3 des essais saisis fin décembre 2010)
- Conception d'une interface d'extraction des données connectée à la base et d'un outil AMG, prévue pour 1er semestre 2011, en vue de réaliser les différentes études prévues dans le cadre du projet.

Détail sur les 4 phases du projet

□ Phase 2: Extension et amélioration du paramétrage du modèle AMG puis évaluation sur une gamme de situations pédoclimatiques et culturales variées.

□ 2.1: Volets du paramétrage à développer:

□ 2.2: Études de sensibilité du modèle aux différents paramètres :

□ 2.3: Test du modèle sur jeu de données (essais et suivis de parcelles)

Partenaires impliqués :

AGROTRANSFERT, INRA, ARVALIS, LDAR

Détail sur les 4 phases du projet

□ 2.1: Volets du paramétrage à développer:

❖ Estimation des quantités de carbone entrant dans le stock de carbone actif du sol

- Résidus de cultures: compléter résultats étude C.Mametz, intégrer systèmes prairiaux, agriculture biologique, cultures à vocation énergétique
- Couverts intermédiaires
- Apports de PRO

❖ Calcul de la vitesse de minéralisation annuelle du carbone actif du sol (k) et quantification des effets

- Sol: texture, calcaire (sols de champagne crayeuse...)
- État hydrique sol et température (indicateurs climatiques simples)
- Travail du sol

❖ Recherche d'indicateurs du rapport Cactif/Corganique total du sol

- Inventaire bibliographique
- Évaluation (essais avec mesures)

Détail des tâches de la phase 2 sur chaque volet de paramétrage

Biomasse résidus de cultures (hors prairies et CI)

Tâches	Méthode de travail	Ressources (essais, bases de données...)
Référencement IR (*) et a' (*) pour - céréales à pailles et maïs déjà étudiées (MFE C.Mametz, 2009) - Compléments d'étude pour IR: voir si modulation IR selon conditions pédoclimatiques (déficit hydrique...), agriculture biologique...	- Analyse données expérimentales - Expertises étayées des spécialistes écophysiologie	- Réunions avec écophysio ARVALIS - jeux de données essais ARVALIS - Données LDAR
Référencement IR (*) et a' (*) pour autres cultures: - Pomme de terre, sorgho, maïs fourrage - Colza, tournesol, soja, - Légumes (Azofert)	- Analyse de données expérimentales - Expertises étayées	- Analyse jeux de données essais ARVALIS - contact CETIOM, - Données LDAR - UNILET, CTIFL, - données REGIX
Actualisation paramétrage de CR racines	- Étude bibliographique (colloque MOS en 2010)	

IR: indice de récolte

a': MS aé. toujours restituée / MS aérienne non récoltée

Détail des tâches de la phase 2 sur chaque volet de paramétrage

Biomasse cultures intermédiaires (CI)

Tâches	Méthode de travail	Ressources (essais, bases de données...)
Indicateurs d'estimation de biomasse aérienne (3 classes de biomasse)	Estimations MSA : - Enquêtes auprès d'organismes - Expérimentations - Bibliographie,	Données sur Biomasse totale, MSA, MSA/MStot
Part racinaire	- Étude bibliographique	

Biomasse et k1 prairies

Tâches	Méthode de travail	Ressources (essais, bases de données...)
Estimer k1m par simulation sur essais de longue durée avec prairie	- Étude bibliographique - - Bilans C sur essais Simulations AMG (modèle inversé)	Essais INRA Kerbernes (F. Vertes) ? Essais INRA Theix ? Essais La Jaillière, Jeu les Bois, autres essais ARVALIS (Kerlavic)? Essais DERVAL (CA44, IE) 2 Essais CRECOM: essai fertilité physique et essai compost sur prairie (CAB)

Détail des tâches de la phase 2 sur chaque volet de paramétrage

k1 résidus de cultures et cultures intermédiaires (CI)

Tâches	Méthode de travail	Ressources (essais, bases de données...)
Actualisation paramétrage K1 résidus ?	<ul style="list-style-type: none"> - Étude bibliographique - Retour sur étude incubations résidus (Justes et al, 2009) 	Données incubations de résidus et CI

k1 des PRO

Tâches	Type de travail et méthode	Ressources (essais, bases de données...)
Typologie des PRO selon valeur amendante organique	Études statistiques	Base de données ISMO, complétée d'analyses projet CASDAR caractérisation des PRO élevage
Estimation K1 sur incubations de longue durée avec analyses ISMO	Poursuite travaux communs INRA, AGT, LDAR 2008-2009	Incubations longues Résultats traitements STICS 2009 (méthodologie analogue à l'étude résidus et CIPAN)
Estimation K1 sur essais de longue durée avec analyses ISMO	Test du modèle AMG (Inversion)	Essais du CASDAR gestion durable des sols

Détail des tâches de la phase 2 sur chaque volet de paramétrage

Paramétrage de k

Tâches	Type de travail et méthode	Ressources (essais, bases de données...)
Effets humidité et température sur k	<ul style="list-style-type: none"> - Calcul jours normalisés/an avec STICS sur différents sols/climats - Ajustement sur critère climatique « simple » - Étude fréquentielle à l'échelle France (Spatialisation ?) 	Jeu de données sols/stations météo/systèmes de cultures
Adaptation AMG pour sols de craie et autres sols calcaires	<ul style="list-style-type: none"> - 1: <u>Revoir analyses de C org et d'Arg en sols calcaires (craie...)</u> => Études méthodologiques analytiques - 2: <u>Évaluer fonction calcaire modifiée de k sur la base modèle Nmin</u> => Test sur suivis parcelles craie LDAR => Test sur essais PK en sol de craie et autres sols calcaires 	<ul style="list-style-type: none"> - 2: Jeu de données analyses LDAR - 2: Essai de Thibie et essais PK en sol de craie et autres sols calcaires
Autres améliorations du paramétrage Sol <ul style="list-style-type: none"> - Effet pH - Effet hydromorphie 	<ul style="list-style-type: none"> - Test de AMG dans conditions variées de pH et hydromorphie 	<ul style="list-style-type: none"> - Essais et suivis de parcelles stations (Dispositif PCQE Jaillière et hydromorphie)

Détail des tâches de la phase 2 sur chaque volet de paramétrage

Paramétrage de Cactif/Ctotal

Tâches	Type de travail et méthode	Ressources (essais, bases de données...)
Paramétrage du rapport Cactif/Ctotal	<ul style="list-style-type: none">- Étude bibliographique- Analyses de ^{13}C sur essais avec maïs- Reprise analyses indicateurs activité de MO du projet CASDAR « gestion durable des sols »	<ul style="list-style-type: none">- Base de données CASDAR- Analyses ^{13}C sur essais PK avec maïs

Détail sur les 4 phases du projet

□ 2.2: Études de sensibilité du modèle à différents paramètres: 2 objectifs

- ❖ hiérarchiser les efforts à consentir à l'amélioration de la précision pour les différentes paramètres
- ❖ connaître les limites de précision et de validité pour un paramétrage donné et connaissant la précision des données d'entrée

□ 2.3: Test du modèle sur jeu de données (essais et suivis de parcelles) :

- ❖ Cadrage du domaine de validité du modèle

Détail sur les 4 phases du projet

□ Phase 3: Travail sur l'interprétation des résultats des simulations et construction d'outils de diagnostic et de conseil

Modèle performant ⇒ OAD pertinent ⇒ conseil adapté

Conditions de réussite portant sur :

- **Mise au point de l'aide à la décision** : règles de décision partagées intégrant des préoccupations agronomiques et environnementales (sur la base de la démarche « guide pailles Picardie), typologies de sols et de systèmes de culture
- **Conditions de mise en œuvre**: méthode de diagnostic fiable du statut organique du sol
- **Appropriation par l'utilisateur**: cahier des charges pour conception des outils, de supports de diffusion (sensibilisation, formation...) avec implication conjointe entre concepteurs, experts et utilisateurs

Partenaires impliqués :

AGROTRANSFERT, LDAR, ARVALIS, INRA

Détail sur les 4 phases du projet

Phase 3: Travail sur l'interprétation des résultats des simulations et construction d'outils de diagnostic et de conseil

Collaboration est prévue entre les partenaires du projet ITA et les responsables de l'axe 3 du RMT « Sols et Territoires » (O. Scheurer de l'Institut Lasalle Beauvais en particulier) :

2 stages de fin d'étude en 2011, encadrés par O. Scheurer porteront sur :

- la mise au point d'une méthode de couplage BDAT/ base de données Sol IGCS pour décrire et localiser la variabilité des teneurs et des stocks en Corg des sols ; puis le croisement des résultats de ce travail avec des données spatialisées sur les systèmes de culture,
- puis une mobilisation d'AMG sur les situations types ainsi décrites et spatialisées

Intégration de cette étude dans la phase 3 du projet

- Ces travaux doivent donner des bases pour établir une démarche d'interprétation des sorties du modèle, transposable à différents contextes pédoclimatiques et agricoles régionaux.
- La démarche mise au point à l'issue des stages de 2011 sera mobilisée, testée, appliquée à des cas régionaux concrets dans le cadre du projet ITA-AMG pour établir les bases du conseil sur différentes questions de gestion des MOs.

Détail sur les 4 phases du projet

□ Phase 4: **Communication et diffusion des outils et résultats obtenus dans le cadre du projet**

- **Destination agriculteurs**, sensibilisation sur effet de pratiques culturales
- **Destination techniciens**, en accompagnement des OAD (COMIFER, CORPEN, journée dédiée)
- **Publications scientifiques**
- **Mise à disposition des bases de données**: équipes de recherche
- **Intégration dans OAD des partenaires en particulier dans REGIFERT dans le cadre du RMT**

Partenaires impliqués :

ARVALIS, AGROTRANSFERT, LDAR,

Moyens en personnel permanent sur l'ensemble du projet:

❑ AGROTRANSFERT

- A.DUPARQUE, V.TOMIS,

❑ ARVALIS

- A.BOUTHIER, R.TROCHARD,

- I.FELIX, A.TAILLEUR, S.MARSAC, JP.PREVOT, P.HAUPRICH (phases 3 et 4)...

❑ INRA

- B.MARY, P.DENOROY, S.HOUOT...

❑ LDAR

- N.DAMAY, S. SAGOT