

# Modularisation de : mise en œuvre et implémentation sur les plateformes (Record, Eau-dysée)

**D. Ripoché<sup>1\*</sup>, P. Bernard<sup>2</sup>, P. Chabrier<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> INRA, AgroClim, Domaine St Paul, Site AgroParc, 84914 Avignon Cedex, France

<sup>2</sup> P&M Multimédia, Avignon

<sup>3</sup> INRA BIA, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

\*Auteur correspondant : [dominique.ripoché@avignon.inra.fr](mailto:dominique.ripoché@avignon.inra.fr)

## Introduction

Suite à la mise en œuvre délicate du couplage de Stics ([http://www.avignon.inra.fr/agroclim\\_stics](http://www.avignon.inra.fr/agroclim_stics)) avec d'autres modèles dans les années 2000 à 2007 (projets Orchidée-Stics, MIRAJE, Hi-sAFé), l'équipe Stics a décidé de s'orienter vers une réécriture du modèle Stics dans un souci de plus de modularisation et de redécoupage des sous-programmes en fonctions « externalisables » ou « remplaçables ».

Cette nouvelle version se veut modulaire avec une mise à disposition pour le monde scientifique d'une bibliothèque de fonctions algorithmiques (API ou DLL), qui étaient jusque là intégrées au logiciel et indissociables. A travers ces bibliothèques, les modélisateurs peuvent exploiter les fonctions de STICS au sein de leurs projets, notamment en terme de couplage ou d'interfaçage avec d'autres modèles informatiques. Cette réécriture doit simplifier au maximum le travail de mise à jour des versions.

Ce travail s'est réalisé en parallèle avec le développement de la plateforme de modélisation Record.

## Matériels et Méthodes

### 1. Modularisation phase 1 : rédaction du Cahier des charges

Un comité de pilotage s'est constitué en janvier 2007 avec les scientifiques concernés par les couplages, pour aider à la réalisation et valider le Cahier des Charges de la modularisation.

Ce cahier des charges a eu pour objectif, par la définition de protocoles et règles élémentaires et une analyse substantielle de l'existant, de permettre le développement d'une nouvelle version, robuste et pérenne, du logiciel qui réponde à l'ensemble des demandes et besoins exprimés les plus fréquemment.

Le fortran 77, langage utilisé dans les précédentes versions ne permettant plus de répondre aux objectifs, le choix du fortran 90 et 95 a été fait à ce moment dans un souci de compréhension par les scientifiques de l'équipe Stics. Le Cahier des charges a été validé en février 2008.

### 2. Modularisation phase 2 : réécriture des modules

Le travail de réécriture a démarré début 2008 sur la base de la v6.4 du modèle avec 4 phases identifiées :

- Structure de Stics : routine principale (main), boucle annuelle, moteur de calcul journalier (Stics fonction)
- Croissance et développement plante et transfert dans le sol
- Calcul des stress : calcul des offres, calcul des besoins, calcul des stress
- Gestion des entrées-sorties : lectures, initialisations, écritures

Les améliorations à apporter en regard du Cahier des Charges ont été définies :

- ✓ Suppression des variables globales et typage obligatoire des variables,
- ✓ Suppression des indices temporels (Module stics\_journalier indépendant),
- ✓ Identification des entrées/sorties de chaque module, en argument des routines avec 3 types de variables adoptés (IN, INOUT, OUT) et ajout des définitions et unités de chaque variable,
- ✓ Regroupement des variables en structures de données et allocation dynamique des tableaux,
- ✓ Eclatement des gros modules,
- ✓ Harmonisation de l'écriture du code pour plus de lisibilité.

Au premier semestre 2008, l'équipe Stics a validé les premiers modules choisis en tests (lixiviation).

Des tests ont également été mis en place pour vérifier sur quelques jeux de simulations choisis, parcourant l'ensemble des modules, l'égalité de réponse entre la version v6.4 de référence (fortran 77) et la nouvelle version modularisée v7 (fortran 90/95).

Une première version de la boucle journalière incluant quelques jeux tests et la documentation sur les entrées/sorties a été livrée en août 2009.

Cette version n'a été diffusée pour le moment qu'aux membres du comité de pilotage et une formation réunissant ces mêmes partenaires a été mise en place par l'équipe Stics en sept. 2009.

La version incluant la gestion des rotations de culture et les sorties journalières a été diffusée en déc. 2009.

### 3. Implémentations sur les plateformes

**Plateforme Record** (<http://record.toulouse.inra.fr/>) :

L'intégration de Stics dans Record (plateforme de modélisation du département E&A), a été réalisée en collaboration avec l'équipe responsable du projet sous 2 formes :

- Début 2008 : intégration de la v6.2 traduite en C par J.C. Poupa, au titre de modèle pilote.

- Mi 2008 : en parallèle mise en œuvre du prototype de la version modularisée v7 de Stics .

La collaboration consiste à mettre en place des procédures facilitant la création de composants STICS utilisables sous RECORD, ceci de manière la plus automatisée possible.

Dans un premier temps un travail d'intégration des premiers modules v7 fournis en tests (lixiviation) a été réalisé par P. Chabrier.

Ce travail est réalisable par l'encapsulation de chacun des modules fortran dans un module C.

Actuellement, on distingue 3 niveaux de composants:

- ✓ un module qui correspond au STICS global,
- ✓ des modules de haut niveau qui correspondent à des grandes fonctions.
- ✓ des modules de bas niveau qui composent les modules précédents.

La priorité porte sur les modules de haut niveau et le STICS global (hors boucle temporelle, spatiale, par ailleurs gérées par la plate-forme).

Un prototype Fortran de module de bas niveau, ainsi qu'un autre de haut niveau ont été encapsulés dans RECORD. Cette encapsulation a été effectuée sans transformation des modules STICS de référence. La nouvelle modularité de STICS facilite ce travail et RECORD a donc vérifié la compatibilité entre les 2 projets.

Les travaux à venir portent sur :

- ✓ L'automatisation de la génération des composants RECORD
- ✓ L'encapsulation du STICS global.

Outre l'intérêt de mettre le modèle STICS à la disposition des utilisateurs de RECORD, ce travail a permis de tester l'encapsulation de modèles développés en dehors de la plate-forme, et en particulier les modèles pré-existants au projet RECORD. Cette technique demande un travail d'ingénierie informatique au cas par cas, coûteux, et faiblement capitalisable. En conséquence, ce type de modélisation doit être choisi avec précaution, et ne se justifie que pour des modèles existants très important.

### **Plateforme Eau-dyssée**

Depuis quelques années, des efforts ont été menés pour développer une modélisation intégrée des hydrosystèmes capable de traiter des problèmes de pollutions diffuses ou de quantification des ressources en eau.

Cette modélisation s'appuie sur des modèles existants, et en particulier, sur le modèle hydrogéologique MODCOU, le modèle agronomique STICS, le modèle d'offre agricole AROPAJ, et le schéma de surface SURFEX, ainsi que sur le coupleur externe Palm. L'utilisation du coupleur Palm permet de faire interagir les modèles spécialisés avec un minimum d'intrusion dans les modèles, ce qui confère au modèle couplé des capacités d'évolution tout en permettant une grande efficacité dans les calculs via le calcul parallèle. A terme la nouvelle version de Palm Parasol devrait gérer le couplage entre les modèles 1D type Stics ou Aropaj-jstics et les modèles 2D type MODCOU ou ISBA.

L'introduction de la version V7 modularisée de Stics dans Eau-dyssée est en cours. Des développements sont prévus pour intégrer dans cette version un module phytosanitaire. Les trois principaux atouts d'Eau-dyssée par rapport à l'ancien « couplage » Stics-MODCOU-NEWSAM précédemment développé dans le cadre du PIREN-Seine sont : la modularité, l'évolutivité et l'interactivité.

### **Résultats et Discussion / Conclusion**

Les difficultés rencontrées lors de la réécriture du code ont été de plusieurs ordres :

- ✓ trouver le bon découpage des routines pour atteindre l'objectif fixé.
- ✓ identifier les variables d'entrées/sorties des modules volumineux
- ✓ optimiser la gestion des arguments tableaux et de leur taille pour éviter les débordements
- ✓ valider les routines modularisées avec les routines d'origine par comparaison des sorties :
  - Nécessité d'implémenter des routines de lecture/écriture pour chaque routine.
  - Avoir de bons outils pour traquer les différences
  - Déterminer l'origine des différences (bugs dans la réécriture, débordement tableau, problème d'initialisation des variables, différences de calcul lié à la compilation F77 vs F90)

Ce travail de modularisation doit permettre outre son intégration dans la plateforme de modélisation Record, son intégration dans des plateformes type eau-dysée ou Orchidée-Stics et permettre leur évolutivité par une mise à jour des modules de Stics simplifiée.

A l'horizon fin 2010, la version V7 modularisée sera la seule diffusée et maintenue.

### **Références bibliographiques**

- P. Bernard, D. Ripoche (2008). STICS Projet modularisation Cahier des charges. *Note technique Agroclim* N°4, 37 p.
- P. Bernard (2008). STICS Modularisation Phase 2 Ré-écriture du code Fortran du Modèle Etape 1 – Routines principales d'exécution du modèle Document de validation. *Note technique Agroclim* , 8 p.
- Garcia F., Raynal H (2008). rapport d'activité du projet record, rapport technique, 31 p.
- Poupa J-C.(2008). Intégration de modèles de cultures sur des plates-formes de modélisation agronomique et environnementales – Application au modèle STICS, rapport technique.