



Termes de Référence

Pôle de Simulation Numérique AGRICULTURE

Atelier de formation sur la prévision des rendements agricoles en Côte d'Ivoire avec le modèle CGMS-WOFOST

- Période de réalisation : 5 jours
- Date : 15-19 Décembre 2025
- Lieu : Centre National de Calcul de Côte d'Ivoire

1. Contexte et Justification : L'importance stratégique de l'agriculture en Côte d'Ivoire

L'agriculture occupe une place centrale dans l'économie ivoirienne. Elle contribue à près de 20 à 25 % du PIB national, emploie plus de 60 % de la population active, et constitue la principale source de revenus pour les zones rurales. Le pays est un acteur majeur de la production mondiale de cacao, café, hévéa, palmier à huile et anacarde, tout en développant progressivement les filières vivrières telles que le riz, le maïs, le manioc et l'igname.

Cependant, la productivité agricole reste fortement dépendante des conditions climatiques, en particulier des précipitations, de la température et de la disponibilité en eau. Dans un contexte de variabilité climatique croissante, la planification agricole et la sécurité alimentaire deviennent de plus en plus complexes, rendant cruciale la mise en place d'outils modernes de suivi, de modélisation et de prévision des rendements.

À ce jour, la Côte d'Ivoire ne dispose pas d'un système opérationnel intégré de prévision des rendements agricoles. Les estimations de production se fondent essentiellement sur des enquêtes statistiques, des observations de terrain et des évaluations ponctuelles après récolte. Ces approches, bien que nécessaires, demeurent coûteuses, chronophages et peu réactives face à la variabilité climatique intra-saisonnière. L'absence d'un système scientifique de prévision agricole constitue donc une lacune majeure dans la gestion des politiques de sécurité alimentaire, la planification des marchés, l'allocation des intrants et la gestion des crises alimentaires.

Le Crop Growth Monitoring System (CGMS) couplé au modèle WOFOST (World Food Studies) constitue l'un des systèmes les plus robustes et reconnus pour la modélisation et la prévision des rendements agricoles à différentes échelles spatiales. Développé initialement par le Joint Research Centre (JRC) de la Commission européenne, ce système simule la croissance des cultures en fonction des données climatiques, pédologiques et agronomiques, permettant de produire des estimations fiables de rendements potentiels et atteignables.

L'adoption du CGMS-WOFOST en Côte d'Ivoire représente donc une opportunité stratégique pour :

- Améliorer la **planification agricole nationale** ;
- Fournir des **alertes précoces** en cas de déficit hydrique ou de stress thermique ;
- Soutenir les politiques de **sécurité alimentaire** et de **gestion des risques climatiques** ;
- Favoriser une **transition vers l'agriculture intelligente face au climat**.

Le Centre National de Calcul de Côte d'Ivoire (CNCCI) joue un rôle stratégique dans la mise en œuvre du modèle CGMS-WOFOST, en raison de ses capacités avancées en calcul haute performance (HPC), en gestion de données massives et en modélisation numérique. Le CGMS-WOFOST requiert des infrastructures capables de traiter de grands volumes de données climatiques, pédologiques et satellitaires à haute résolution spatiale et temporelle. Grâce à son architecture informatique de pointe et à son expertise technique, le CNCCI constitue l'infrastructure idéale pour l'exécution, la calibration et la maintenance de ce modèle complexe. Il peut héberger la base de données nationale d'observations agricoles, automatiser les simulations saisonnières et assurer la reproductibilité scientifique des prévisions à travers des environnements numériques sécurisés et collaboratifs.

Par ailleurs, dans le cadre de la collaboration avec le CNCCI et dans la perspective de la création du Système National de Prévision des Rendements Agricoles de Côte d'Ivoire (SNAP-CI), le

CNCCI représente la colonne vertébrale technologique du dispositif. En centralisant le traitement, le stockage et la diffusion des résultats de simulation, le centre garantit la fiabilité, la continuité et la souveraineté des données agricoles nationales. Il permet également d'intégrer les flux d'information provenant des différents acteurs (météorologie, agriculture, recherche, statistique) dans une plateforme unifiée de prévision et d'aide à la décision. Ainsi, le CNCCI se positionne non seulement comme un pôle d'excellence numérique au service de l'agriculture de précision, mais aussi comme un levier institutionnel essentiel pour la transition vers une agriculture intelligente, anticipative et fondée sur les données en Côte d'Ivoire.

Au Maroc, le modèle CGMS-WOFOST a été adapté et intégré dans un système de prévision opérationnelle des rendements céréaliers dénommé CGMS-Maroc, porté notamment par l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), le Département de la Météorologie Nationale (DMN) et les structures statistiques. Le système combine la simulation biophysique (WOFOST) avec des analyses statistiques (régressions multiples, analyses de similarité) et des données satellitaires (NDVI) pour générer des prévisions de rendement au cours de la saison de croissance. Le système fonctionne en trois niveaux : (i) traitement et interpolation des données météorologiques, (ii) simulation du comportement des cultures via WOFOST, (iii) production de prévisions de rendements en ajustant les sorties modélisées à l'historique et aux données de télédétection.

La gouvernance de CGMS-Maroc repose sur une répartition des responsabilités entre les institutions nationales. Le Ministère de l'Agriculture (via l'INRA) assure la responsabilité scientifique, la calibration du modèle sur les cultures nationales et l'analyse agronomique des résultats pour guider les politiques agricoles. Le DMN (Service météorologique national) assure la collecte, le contrôle et la mise à disposition des séries climatiques (pluie, température, rayonnement) interpolées à l'échelle spatiale adaptée au modèle. Le service statistique / département des statistiques agricoles (Direction de la Stratégie et des Statistiques, DSS) intervient dans la validation, le recoupement avec les données de récolte officielles et la diffusion des bulletins de prévision. Chaque institution contribue à assurer la fiabilité des données, la mise à jour des paramètres, et la production systématique des bulletins à l'échelle nationale, provinciale ou agroécologique.

Les résultats principaux obtenus au Maroc montrent une amélioration significative de la capacité explicative des rendements céréaliers lorsque le modèle est adapté aux conditions locales. Par exemple, après calibrage des paramètres phénologiques et ajustement du schéma d'initialisation de l'humidité du sol, le coefficient de détermination (R^2) entre les rendements simulés et les rendements réels est passé d'environ 0,26 à 0,75 au niveau national pour certaines céréales. Le système CGMS-Maroc permet de produire des bulletins de prévision intra-saisonniers, et d'alerter les décideurs sur les risques de déficits ou de baisse de rendement, contribuant ainsi à la planification agricole, à la politique de sécurité alimentaire et à la gestion du risque climatique. **La formation en Côte d'Ivoire sera assuré par les experts marocains qui administrent CGMS-MAROC**

2. Objectifs de la Formation

Objectif général

Renforcer les capacités techniques et institutionnelles des acteurs du secteur agricole en Côte d'Ivoire pour la mise en œuvre et l'utilisation du modèle CGMS-WOFOST dans la prévision et la surveillance des rendements agricoles.

Objectifs spécifiques

- Présenter les fondements scientifiques du modèle CGMS-WOFOST et ses composantes (données climatiques, sols, cultures, paramètres physiologiques) ;
- Former les participants à la configuration, au calibrage et à la validation du modèle pour les principales cultures ivoiriennes (riz, maïs, mil, etc.) ;
- Introduire les techniques d'intégration de données issues de la télédétection et des stations météorologiques ;
- Initier les participants à l'utilisation de la plateforme et des scripts Python/R associés au CGMS-WOFOST ;
- Produire des simulations et cartes de rendements potentiels et atteignables à l'échelle régionale ;
- Favoriser la création d'une cellule technique nationale de prévision agricole appuyée par le CNCCI et les services météorologiques et statistiques.

3. Résultats Attendus

À la fin de la formation, les participants seront capables de :

- Comprendre les principes biophysiques et méthodologiques du modèle CGMS-WOFOST ;
- Collecter, harmoniser et préparer les jeux de données nécessaires (météo, sols, culture, phénologie) ;
- Exécuter des simulations de croissance et de rendement pour les principales cultures ivoiriennes ;
- Interpréter les sorties du modèle et produire des cartes et rapports de prévision ;
- Identifier les exigences institutionnelles et techniques pour l'opérationnalisation d'un Système National de Prévision Agricole (SNPA).

Durabilité : La mise en place d'un Système National de Prédiction des Rendements Agricoles (SNAP-CI) en Côte d'Ivoire appellera à une collaboration institutionnelle structurée entre la SODEXAM, le CNCCI et le CNRA, trois acteurs aux mandats complémentaires. La SODEXAM, en tant que service météorologique national, jouerait un rôle central dans la fourniture et la qualité des données climatiques (pluie, température, rayonnement, humidité, etc.), indispensables à l'alimentation du modèle CGMS-WOFOST. Elle assurerait également le suivi de la variabilité saisonnière et la mise à jour régulière des prévisions agroclimatiques. Le CNCCI, de son côté, fournirait l'infrastructure numérique et la puissance de calcul nécessaires pour exécuter le modèle à grande échelle et pour stocker, traiter et sécuriser les données multi-sources. Quant au CNRA, il garantirait l'expertise agronomique et scientifique, notamment dans la calibration et la validation du modèle pour les principales cultures ivoiriennes, ainsi que dans l'interprétation des résultats pour les besoins opérationnels et de recherche.

Pour assurer une gouvernance efficace du SNAP-CI, il serait pertinent d'instaurer à l'issue de la formation une structure d'animation multi-institutionnelle articulée autour d'un comité technique national de prévision agricole. Ce comité, hébergé au CNCCI, réunirait des représentants de la SODEXAM, du CNRA, du ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et de la Planification, ainsi que d'autres partenaires comme l'ANADER et l'INS. Il aurait pour missions la coordination des activités de modélisation, la validation des données, la production régulière de bulletins de prévision agricole, et la diffusion des informations aux décideurs et producteurs. Des groupes de travail thématiques (données climatiques, modélisation, communication, renforcement des capacités) pourraient compléter cette structure pour assurer une animation continue du dispositif.

4. Public Cible

L'atelier s'adresse à :

- Ingénieurs agronomes, agro-météorologues et agro-statisticiens ;
- Chercheurs et enseignants-chercheurs (INP-HB, CNRA, Universités) ;
- Techniciens et analystes des ministères (Agriculture, Environnement, Planification, Météorologie) ;
- Agents des structures de suivi de la sécurité alimentaire (ONDR, ANADER, CNRA, DGE);
- Experts en systèmes d'information géographique (SIG) et en télédétection.

5. Approche Pédagogique et Méthodologie

L'approche pédagogique combinera :

- Exposés théoriques : introduction au modèle, architecture du système CGMS, principes du WOFOST, concepts de croissance des cultures ;
- Travaux pratiques : calibration et simulation des rendements sur ordinateurs (utilisation de Python/R, modules CGMS) ;
- Études de cas réels : utilisation des données ivoiriennes (stations météo, sols, NDVI) ;
- Sessions collaboratives : discussion sur les besoins et opportunités de mise en œuvre du système à l'échelle nationale.

Les participants travailleront en groupes multidisciplinaires afin de renforcer les synergies entre institutions techniques et de recherche.

6. Programme Indicatif (5 jours)

Jour	Thèmes / Activités	Objectifs pédagogiques	Méthodes / Outils
Jour 1	Cérémonie d'ouverture Importance de la prévision agricole Introduction au CGMS-WOFOST	Comprendre les enjeux et la structure du modèle	Présentations, discussions
Jour 2	Données d'entrée : climat, sols, paramètres cultureux	Préparer et harmoniser les données pour le modèle	QGIS, Excel, Python
Jour 3	Calibration et exécution du modèle WOFOST	Simuler la croissance et le rendement des cultures	Python, R, CGMS interface
Jour 4	Validation et analyse des résultats	Évaluer la performance du modèle et interpréter les sorties	Études de cas, travaux pratiques
Jour 5	Restitution, plan d'action et perspectives nationales	Élaborer des propositions pour un système national	Table ronde, synthèse, clôture

7. Ressources Nécessaires

Ressources humaines

- Formateurs experts Marocains en modélisation agro-climatique (CGMS, WOFOST, Python/R) ;
- Encadreurs nationaux (INPHB, SODEXAM) ;
- Coordinateur technique et logistique (CNCCI, LMI NEXUS)

Ressources matérielles

- Salle équipée (ordinateurs, projecteurs, connexion Internet) ;
- Logiciels : CGMS-WOFOST, Python, R, QGIS, outils de traitement des données climatiques ;
- Données de référence : séries météorologiques, cartes de sols, données de culture.

8. Partenaires Potentiels

- **CNCCI** : appui technique et logistique ;
- **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural** : supervision institutionnelle ;
- **SODEXAM** : données climatiques ;
- **CNRA / INP-HB** : expertise scientifique et validation ;
- **ANADER**
- **FIRCA**
- **INS**

9. Livrables

- Supports pédagogiques (présentations, scripts, tutoriels) ;
- Rapport technique de formation (résultats, évaluations, recommandations) ;
- Feuille de route pour la mise en place d'un Système National de Préviation des Rendements Agricoles (SNAP-CI).