



**HAL**  
open science

## Rapport de mission à Parakou, Bénin, du 2 au 12 janvier 2024. Formation à la modélisation multi-agent pour des applications à la gestion intégrée des ressources naturelles.

P. Bommel, Christophe Le Page

### ► To cite this version:

P. Bommel, Christophe Le Page. Rapport de mission à Parakou, Bénin, du 2 au 12 janvier 2024. Formation à la modélisation multi-agent pour des applications à la gestion intégrée des ressources naturelles.. CIRAD (Montpellier ; France). 2024, pp.13. hal-04474862

**HAL Id: hal-04474862**

**<https://univ-montpellier3-paul-valery.hal.science/hal-04474862>**

Submitted on 23 Feb 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# Rapport de mission à Parakou, Bénin, du 2 au 12 janvier 2024

## Formation à la modélisation multi-agent pour des applications à la gestion intégrée des ressources naturelles



Photo 1 : Entrée de l'université de Parakou

Pierre BOMMEL et Christophe LE PAGE - CIRAD, UMR SENS

Février 2024

## PLAN

OBJECTIFS DE LA MISSION ET DE LA FORMATION	2
ORIGINE DE LA FORMATION	3
DEROULEMENT DE LA FORMATION	3
PROTOTYPE DEVELOPPE	5
APRES LA FORMATION. PERSPECTIVES	10
ANNEXE	12
Liste des 37 participants	12
Matériel pédagogique disponible	13

### Objectifs de la mission et de la formation

Financée grâce à l'appui du programme d'échange *One Planet Fellowship* géré par Agropolis Fondation, la mission avait pour objectif principal l'animation d'une formation à la "Modélisation multi-agent pour des applications à la gestion intégrée des ressources naturelles". Localement, cette formation a été organisée avec l'appui du Dr. Hilaire Sanni Worogo et du Dr. Alassan Assani du département d'agronomie de l'Université de Parakou. Elle s'est déroulée du 2 au 12 janvier 2024.

Les objectifs spécifiques de cette mission étaient les suivants

1. Fournir aux participants une introduction aux systèmes multi-agents (SMA), ciblée sur les interactions entre dynamiques écologiques et sociales. Présenter aux participants une revue, pour plusieurs disciplines, de l'état de l'art sur ce type de modèles et de la démarche constructiviste. Les sensibiliser à l'approche des systèmes complexes et à la modélisation d'accompagnement. Les exemples présentés portaient tous sur des problèmes concrets de gestion intégrée des ressources naturelles en Afrique.
2. Permettre aux participants d'initier par eux-mêmes le développement d'une application SMA simple, sur un sujet de leur choix, lié à leurs préoccupations professionnelles du moment,
3. Préciser et planifier les actions de soutien et de formation complémentaires à entreprendre pour le développement de l'utilisation des SMA pour la gestion des ressources naturelles au Bénin. Les sujets et les terrains sont nombreux et se prêtent effectivement à ce type d'approches.

## Origine de la formation

Si le Dr. Alassan Assani est venu se former à la modélisation multi-agent au CIRAD grâce à l'appui du programme d'échange *One Planet Fellowship*, il faut savoir que cette collaboration entre l'UMR SENS et l'université de Parakou résulte d'une volonté bien antérieure.

En effet, lors d'une précédente mission à Parakou (avril 2023), j'ai réalisé que la faculté d'agronomie et le LESPA (Laboratoire d'Écologie, de Santé et de Production Animales, <https://lespa-up.org>) souhaitaient investir en modélisation depuis plusieurs années déjà pour former un groupe de professeurs autonomes sur ces outils et démarches. En fait, le directeur du LESPA, le Dr. Ibrahim Alkoiret Traore, zootechnicien de formation, avait participé au cours MISSABMS<sup>1</sup> en 2015, puis ils ont monté un dossier pour *One Planet Fellowship* afin de former M. Assani sur ces outils. M. Traore m'avait alors expliqué que c'est la thèse d'Hermes Morales (zootechnicien en Uruguay, formé à la modélisation par notre unité) qui avait suscité ce besoin. Toujours est-il que toute l'équipe dirigeante de l'université de Parakou pousse fortement pour créer ce noyau de modélisateurs à l'université. Je leur avais expliqué que la première marche est haute pour devenir autonome sur ces outils et démarches. En effet, ni M. Assani, ni M. Traore ne sont encore autonomes en termes de modélisation SMA. Depuis, nous avons invité le Dr Hilaire S. Sanni Worogo à MISSABMS 2023. Nous avons alors trouvé des fonds pour organiser une formation SMA sur place. De toutes nos expériences de formation à la modélisation, c'est la première fois que nous rencontrons une telle volonté de créer un pool de modélisateurs.

## Déroulement de la formation

Organisée par Hilaire Sanni Worogo et Alassan Assani, la formation fut officialisée par plusieurs responsables de l'université : le vice-recteur de l'université, Dr Mohamed Baco, agro-sociologue, a d'abord ouvert la séance. Puis le vice-doyen de la Faculté d'Agronomie, Dr Valérien Zinsou a souligné l'importance de cette formation pour les étudiants de l'université. Enfin, le directeur du LESPA, Dr. Ibrahim Alkoiret Traore, zootechnicien, a retracé l'historique des relations de son laboratoire avec l'UMR SENS (voir paragraphe [Origine de la formation](#)).

---

<sup>1</sup> MISSABMS (“*Multi-platform International Summer School on Agent-Based Modelling & Simulation*”) est une école d'été internationale & multi-plateforme sur la modélisation et la simulation multi-agent appliquées à la gestion des ressources renouvelables. Créée depuis 2011, MISSABMS est organisée tous les ans en septembre par Agropolis International. Au cours de cette formation de deux semaines, les participants sont initiés à trois des plateformes de modélisation à base d'agents les plus importantes dans le domaine de la science socio-écologique : Netlogo, Gama et Cormas. Après cette initiation, ils choisissent une des trois plateformes pour développer leur modèle.



*Photo 2 : Ouverture officielle de la formation. De gauche à droite :  
I. Traore, H. Sanni Worogo, C. Le Page, P. Bommel, M. Baco, V. Zinsou, A. Assani*

L'annonce de cette formation auprès des étudiants de l'université a recueilli un grand succès et plus de 100 candidatures ont été reçues. Afin de réduire le nombre de participants, les organisateurs ont éliminé les étudiants n'ayant pas de Master. Ils ont ensuite éliminé les candidats dont les lettres de motivations ne correspondaient pas suffisamment au profil de la formation. Au total, 37 participants ont été sélectionnés (voir liste en annexe), principalement des doctorants, des docteurs et des enseignants-chercheurs.



*Photo 3 : Ouverture de la formation avec l'ensemble des participants*

Le principe de la journée continue (9h à 17h avec pause entre 13h et 14h) a été retenu.

Selon un schéma aujourd'hui éprouvé, la formation a alterné des cours théoriques et des présentations d'applications des SMA dans différentes disciplines avec des exercices pratiques sur le langage UML, sur le langage « Smalltalk » et sur la plate-forme de simulation Cormas (<http://cormas.cirad.fr>). Le tableau suivant présente ses différentes activités et leur enchaînement tout au long de la semaine.

Tableau 1 : Programme de la formation

Modélisation Multi-Agent pour des applications en gestion des ressources naturelles					
Programme du cours, Janvier 2024, Université de Parakou, Bénin					
Heure	Lundi 08/01	Mardi 09/01	Mercredi 10/01	Jeudi 11/01	Vendredi 12/01
9:00	Introduction : Présentation des participants et du programme	Théorie et concepts des SMA (suite)	UML modèle "Parakou"	ComMod : "Conflicts d'accès à la terre, Sénégal"	Finalisation du modèle et analyse
	Pause	Etude de cas: Elevage au Bénin (Alassan)	Codage des classes, et attributs du modèle	Codage des classes, et attributs du modèle	
10:00	Théorie et concepts des SMA, par exemples	Pause	Pause	Pause	Pause
12:30		UML: Aspects Statiques	Implémentation "Parakou": cartes initiales	UML modèle "Parakou": activités	Debriefing de la formation
13:00	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner
14:00	Installation de CORMAS	Exercices UML	UML: Aspects Dynamiques	Cours de Smalltalk	
14:30	Manipulation de ECEC				
15:00	Pause	Pause	Pause	Pause	
15:30	Présentation du modèle de la semaine ("Parakou")	Manipulation de ECEC et Smalltalk	Tiercé des cartes	implémentation des dynamiques	
16:00	Contexte du modèle Parakou, par groupe	Initialisation des 3 cartes			
17:00					

La salle mise à notre disposition nous a permis de faire manipuler les ordinateurs individuellement. En raison de leur proximité, les participants pouvaient interagir et s'entraider. L'atmosphère de cette formation fut excellente tout au long son déroulement.

## Prototype développé

Après discussion avec l'ensemble des participants, il a collectivement été décidé que le thème sur lequel porterait le prototype SMA à développer serait rattaché aux « Relations agriculteurs éleveurs dans la région de Parakou ». En effet, il s'agit actuellement au Bénin d'un sujet brûlant, car de nombreux conflits ont lieu depuis des années. Le gouvernement béninois vient tout juste de promulguer une loi obligeant les éleveurs à se sédentariser.

Sur ce thème, il a été proposé de créer cinq groupes afin que chacun définisse le sujet et en fasse une courte présentation sous la forme d'une petite histoire.

Le travail par groupes pour la réalisation du prototype s'est très bien passé également. Les 37 stagiaires se sont répartis en cinq groupes et ont produit des synopsis qui furent ensuite synthétisés. Voici cette synthèse :

### **Comment mieux concilier agriculture et élevage à l'échelle d'une commune au Bénin ?**

*Au Bénin, il existe des conflits récurrents entre agriculteurs et éleveurs qui se retrouvent en compétition pour l'usage des terres (champs vs pâturage) et de l'eau (arroser les cultures vs abreuver les troupeaux). De plus, les animaux ont tendance à entrer dans les champs cultivés dont ils sont proches pour se nourrir, provoquant des dégâts. Cela peut se produire lorsque des champs sont installés à proximité des zones de pâturage, mais aussi lorsque les troupeaux empruntent des couloirs de passage pour aller des zones de pâturage aux points d'eau, d'autant plus lorsque les agriculteurs cultivent à proximité de ces couloirs ou, en contre-saison, à proximité des points d'eau.*

*Le modèle vise à stimuler une réflexion collective sur les modes d'organisation produisant des résultats satisfaisants à la fois pour l'agriculture et pour l'élevage.*

À partir de cette description, les groupes constitués ont dû concevoir plusieurs diagrammes de classes UML afin de décrire sans ambiguïté la structure du modèle conceptuel qu'ils avaient en tête. Par ailleurs, et afin de représenter l'ensemble du fonctionnement du modèle, chaque groupe a été en charge de concevoir un diagramme d'activité ou d'état-transition représentant chacun une partie de la dynamique du modèle. Par exemple, un groupe devait décrire de façon formelle les différents états possibles d'une parcelle et les événements déclencheurs de changement d'état, quand un autre groupe devait représenter les activités d'un agent éleveur ou d'un agriculteur.



Photo 4 : Quatre groupes travaillant sur la conception du prototype

Le jour suivant, chaque groupe a alors présenté ses propositions de schéma. Elles ont alors été collectivement discutées, débattues et révisées dans le but d'aboutir à un modèle conceptuel qui convienne à l'ensemble des participants. Les débats ont souvent été très animés, ce qui révèle bien que la question des conflits entre élevage et agriculture est un sujet sensible au Bénin.



Photo 5 : présentation des différents diagrammes dynamiques par les groupes

Le diagramme de classes suivant présente la structure finale du modèle qui sera implémenté par tous les participants.

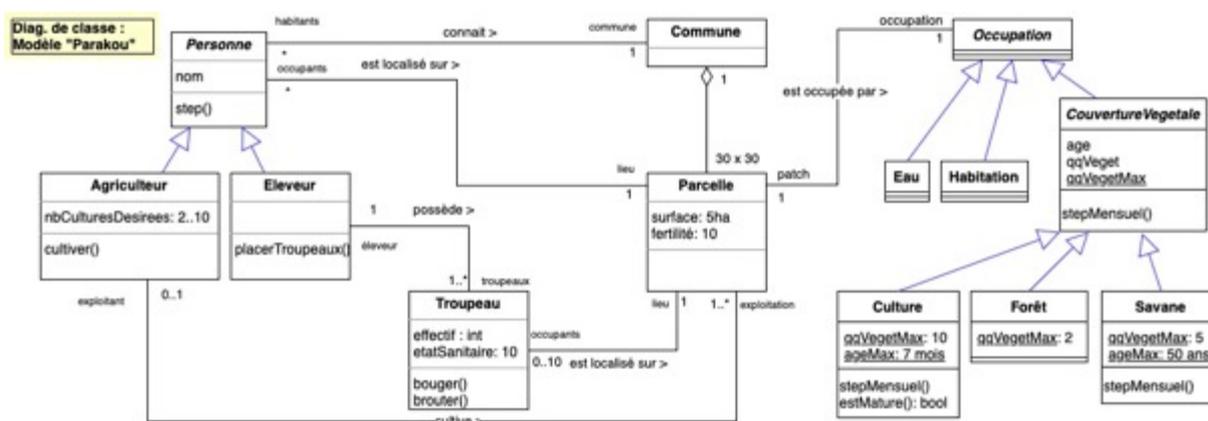


Figure 1 : Diagramme de classe UML du prototype

Les autres diagrammes qui présentent les dynamiques du modèle sont disponibles sur le Drive partagé de la formation (voir annexe).

Ce modèle a alors été implémenté sur la plate-forme Cormas. Cette phase de codage a été organisée collectivement, chacun sur son ordinateur en suivant les instructions d'un des deux formateurs (l'autre formateur jouant le rôle de « pompier » pour chaque participant bloqué). Ces phases de codage ont alterné avec des cours sur Smalltalk, le langage de programmation orientée objet utilisé dans Cormas. Une vidéo résumant l'ensemble du processus a été réalisée par les formateurs. Elle est disponible sur le Drive partagé (voir annexe) afin que chacun puisse répéter la procédure à tout moment. Les deux photos suivantes illustrent cette étape du codage collectif.



Photo 6 : atelier de codage du prototype sur CORMAS

Comme le modèle est spatialisé, il a été demandé à chacun de dessiner sous CORMAS une grille spatiale qui serve de paysage stylisé pour initier les simulations. Trois configurations spatiales ont alors été choisies par un vote.



Photo 7 : Sélection par vote de trois paysages initiaux

La version actuelle du modèle de simulation reste encore trop rudimentaire pour traiter de la problématique des conflits récurrents entre agriculteurs et éleveurs pour l'usage des terres. Mais elle constitue une bonne base pour continuer ce travail. Nous effectuerons prochainement un sondage auprès de tous les participants afin de savoir qui a poursuivi ce travail après la formation.

## Après la formation. Perspectives

L'atmosphère de cette formation fut excellente tout au long son déroulement. Cette semaine a permis de bien faire passer le message de la démarche de la modélisation d'accompagnement. Plusieurs doctorants dont les projets sont actuellement en cours de définition ont clairement exprimé le souhait d'intégrer une part importante de modélisation multi-agent dans leur sujet de thèse. Or, suite à cette première formation, ils se sont rendu compte que la démarche demande de mobiliser de nombreuses compétences. En effet, la marche est haute pour devenir autonome sur ces outils et méthodes, et aucun d'entre eux n'est encore autonomes en termes de modélisation SMA.

Aussi, ils sont très demandeurs d'un appui et d'un suivi de leurs activités par les "spécialistes" qui les ont formés. Cependant, même si les participants souhaitent poursuivre dans cette voie, il n'en demeure pas moins qu'il existe un important risque de voir les enthousiastes se décourager par manque d'autonomie et en raison de leur isolement. Il est donc à notre avis important de réfléchir à un dispositif qui veillerait à ne pas laisser cette dynamique naissante retomber rapidement, voire qui permettrait de construire un véritable réseau de recherche sur la modélisation d'accompagnement au Bénin. L'idée de poursuivre cette expérience par la rédaction collective d'un article sur le prototype développé a été très bien accueillie, mais est-ce réaliste en l'état ?



*Photo 8 : Photo de tous les participants, prise le dernier jour de la formation*

## Annexe

### Liste des 37 participants

NOM	Prénom	Status	email
SANNI WOROGO S.	Hilaire	Chercheur associé	<a href="mailto:hilairov@gmail.com">hilairov@gmail.com</a>
ASSANI SEIDOU	Alassan	Enseignant-chercheur	<a href="mailto:alassanassani@gmail.com">alassanassani@gmail.com</a>
HOUNTON	Coômlan Charles	Enseignant-chercheur	<a href="mailto:chacoli2001@yahoo.fr">chacoli2001@yahoo.fr</a>
ALABI A.	Cham Donald	Enseignant	<a href="mailto:donach2@gmail.com">donach2@gmail.com</a>
DADO TOSSOU	Baké	Doctorante	<a href="mailto:fbtossou@yahoo.fr">fbtossou@yahoo.fr</a>
ADAMBI B.	Zhairath F.	Chercheur	<a href="mailto:adambizaf@gmail.com">adambizaf@gmail.com</a>
SANNI WOROGO S.B.	Judicaël	Doctorant	<a href="mailto:judicaelovic@gmail.com">judicaelovic@gmail.com</a>
ADEDIGBA	Saliou	Docteur agronome	<a href="mailto:adedigbasaliou@gmail.com">adedigbasaliou@gmail.com</a>
KORA TIKIN	Yarou Ayouba	Doctorant	<a href="mailto:ykoratikin@gmail.com">ykoratikin@gmail.com</a>
MAMAN	Abdou Razak	Chercheur	<a href="mailto:razakmaman@yahoo.fr">razakmaman@yahoo.fr</a>
IWAKA	Christophe	Chercheur	<a href="mailto:iwakachristophe@gmail.com">iwakachristophe@gmail.com</a>
ADECHIAN	Soulé Akinhola	Chercheur	<a href="mailto:adechians@yahoo.com">adechians@yahoo.com</a>
GOUROUBERA	W. Mori	Chercheur	<a href="mailto:gourouwm@gmail.com">gourouwm@gmail.com</a>
KORA SABI	Albert	Doctorant	<a href="mailto:albertkora67@yahoo.fr">albertkora67@yahoo.fr</a>
HOUNTON	Adétoundé Jean-Claude	Doctorant	<a href="mailto:jeanclaudehounton@yahoo.fr">jeanclaudehounton@yahoo.fr</a>
SAMBO ALOU	Issifou	Doctorant	<a href="mailto:sissifou@yahoo.fr">sissifou@yahoo.fr</a>
GLONI	F.M. Boris	Doctorant	<a href="mailto:borisfrejus@gmail.com">borisfrejus@gmail.com</a>
OGOUDOU	Christine	Doctorante	<a href="mailto:christineogoudou@gmail.com">christineogoudou@gmail.com</a>
GOUTHON	Boladji Morrisson	Doctorant	<a href="mailto:morrissongouthon@gmail.com">morrissongouthon@gmail.com</a>
DOSSO	Faridah	Chercheur	<a href="mailto:dossofaridah@gmail.com">dossofaridah@gmail.com</a>
IMALI PAGANI	Bouraïma	Doctorant	<a href="mailto:imalipaganib@gmail.com">imalipaganib@gmail.com</a>
ASSOGBA	Brice Gérard	Agronome	<a href="mailto:briceassogba96@yahoo.fr">briceassogba96@yahoo.fr</a>
ABIOLA	Abdou Waliou	Agronome	<a href="mailto:waliouabiola@gmail.com">waliouabiola@gmail.com</a>
ALIMI	Nouroudine	Doctorant	<a href="mailto:nouroudinealimi@gmail.com">nouroudinealimi@gmail.com</a>
DIMON	Elodie	Chercheur	<a href="mailto:dimelodie@gmail.com">dimelodie@gmail.com</a>

TIDJANI	Massourou	Doctorant	<a href="mailto:tidjanimassourou@gmail.com">tidjanimassourou@gmail.com</a>
BIO BONE	Brice	Doctorant	<a href="mailto:bricebiobone@gmail.com">bricebiobone@gmail.com</a>
GOUDA	Abdoul-Ibrachi	Chercheur	<a href="mailto:goudaibrachi@yahoo.fr">goudaibrachi@yahoo.fr</a>
MAMA SAMBO	Haoussatou	Agronome	<a href="mailto:hamssathsambo@gmail.com">hamssathsambo@gmail.com</a>
MOUOUAMA	Mansadi Victor	Doctorant	<a href="mailto:victormansadi@yahoo.fr">victormansadi@yahoo.fr</a>
GBADAMASSI	Fousséni	Doctorant	<a href="mailto:foussexpress@live.fr">foussexpress@live.fr</a>
ADETONA	Luc	Doctorant	<a href="mailto:adetonaluc5@gmail.com">adetonaluc5@gmail.com</a>
KOUDJOUE	A. Myriam	Doctorante	<a href="mailto:koudjouea@gmail.com">koudjouea@gmail.com</a>
DEDEHOU	Nadège	Enseignant-chercheur	<a href="mailto:nadegededehou@yahoo.fr">nadegededehou@yahoo.fr</a>
AHODJIDE	Soulémane	Doctorant	<a href="mailto:soulemann_22@yahoo.fr">soulemann_22@yahoo.fr</a>
AZALOU	Maximilien	Chercheur	<a href="mailto:maxazaloux@yahoo.fr">maxazaloux@yahoo.fr</a>
KOCHONI	Ranti	Doctorant	<a href="mailto:kochoniranti01@gmail.com">kochoniranti01@gmail.com</a>
BOMMEL	Pierre	Chercheur	<a href="mailto:bommel@cirad.fr">bommel@cirad.fr</a>
LE PAGE	Christophe	Chercheur	<a href="mailto:le_page@cirad.fr">le_page@cirad.fr</a>

### Matériel pédagogique disponible

Toutes des présentations pour cette formation sont disponibles sur un Drive  :  
[https://drive.google.com/drive/folders/1LxAQBqxrJ-8NQ4cdYTECG-x\\_682iCN9Y?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1LxAQBqxrJ-8NQ4cdYTECG-x_682iCN9Y?usp=share_link)

Ce répertoire partagé contient également le matériel (code, vidéo explicative, schémas UML) pour ré-implémenter le modèle-prototype « Parakou ».

