



Master 2 Informatique  
Spécialité Géomatique

---

# **Conceptualisation et développement d'une chaîne de traitements permettant de cartographier le risque de transmission du paludisme**

---

Gilles ENTRINGER

Stage réalisé du 06.02.2012 au 06.08.2012 à l'IRD sous la direction de  
Bertrand GUERRERO.

Tuteur pédagogique : Thérèse LIBOUREL

Date de soutenance : 25.09.2012

Membres du Jury : Thérèse LIBOUREL,

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon maître de stage Bertrand Guerrero qui m'a permis de réaliser mon stage dans les meilleures conditions possibles. Je lui remercie pour ses conseils, le temps qu'il m'a consacré et pour ses commentaires sur mon travail.

Je remercie également mes co-tuteurs Nadine Dessay, Maud Loireau et Vincent Herbreteau pour leur disponibilité, leurs conseils et leur aide tout au long de mon stage.

Merci aussi à Christelle Pierkot, Jean-Christophe Desconnets, Samuel Andres et tous les membres de l'équipe SIC de l'UMR Espace-Dev pour leurs conseils techniques et pour leur patience.

Je tiens aussi à remercier Mireille Fargette et tous les membres de l'équipe AIMS de l'UMR Espace-Dev qui sont intervenus tout au long de l'élaboration de mon travail de stage.

Je voudrais remercier tout particulièrement mon tuteur pédagogique Thérèse Libourel de m'avoir aidé à trouver ce stage et à découvrir le monde de la recherche et pour ses conseils et pour le temps qu'elle m'a consacré.

Enfin, je tiens à remercier le personnel administratif de l'IRD, de l'UM2 et du LIRMM pour le temps qu'ils m'ont consacré.

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Contexte et problématique</b>	<b>3</b>
2.1	Principes généraux . . . . .	3
2.2	Le logiciel SIEL . . . . .	3
2.2.1	Le "modèle" SIEL . . . . .	4
2.2.2	Architecture SIEL . . . . .	4
2.3	Problématiques du stage . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Etat de l'art</b>	<b>6</b>
3.1	Environnement-santé . . . . .	6
3.1.1	Définitions . . . . .	6
3.1.2	Facteurs de risque de transmission du paludisme . . . . .	8
3.2	Approches logicielles existantes . . . . .	11
3.2.1	Cas d'utilisation concret : . . . . .	12
3.2.2	Récapitulatif existant / besoins . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>14</b>
4.1	Modèle du cycle du paludisme . . . . .	14
4.1.1	Données disponibles . . . . .	16
4.1.2	Modèle simplifié . . . . .	16
4.2	Chaîne de traitements . . . . .	18
4.2.1	Description des données et des traitements . . . . .	18
4.2.2	Les catégories de données et de traitements . . . . .	20
4.2.3	Schéma synoptique de la chaîne de traitements . . . . .	22
4.3	Prototype . . . . .	22
4.3.1	Librairies et bibliothèques utilisées . . . . .	23
4.3.2	Architecture informatique et implémentation . . . . .	25
4.3.3	Les traitements effectués . . . . .	27
4.3.4	Implémentation . . . . .	35
<b>5</b>	<b>Résultats</b>	<b>36</b>
5.1	Les chaînes de traitements . . . . .	36
5.2	Discussion . . . . .	36
5.3	Perspectives . . . . .	36
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Glossaire et définitions</b>	<b>38</b>

# Chapitre 1

## Introduction

Le stage s'inscrit dans la formation du Master 2 Géomatique et s'est déroulé au sein de deux équipes de l'UMR Espace-Dev<sup>1</sup> : l'équipe SIC et l'équipe AIMS.

Les objectifs de l'UMR Espace-Dev sont multiples. L'UMR s'inscrit dans une perspective de développement durable des territoires et propose des méthodologies de spatialisation des dynamiques de l'environnement. L'UMR développe et exploite également un réseau de stations de réception de satellites d'observation de la terre.

L'UMR se regroupe en trois équipes de recherche :

- Equipe OSE (Observation spatiale de l'environnement), spécialisée dans la télédétection et les images satellitaires
- Equipe AIMS (Approche intégrée des milieux et des sociétés) qui est spécialisée dans le domaine de l'environnement, de la télédétection et dans l'élaboration de dynamiques socio-environnementales ou d'indicateurs et de modèles des interactions milieux/sociétés ou
- Equipe SIC (Systèmes d'information et de connaissances) qui a pour objectif l'acquisition, la gestion, la représentation et le partage des données et des connaissances. D'autres objectifs de l'équipe sont la modélisation de dynamiques spatio-temporelles, la visualisation, la cartographie sémantique et l'aide à la décision

Le présent stage s'inscrit dans un contexte de coopération entre l'équipe SIC et l'équipe AIMS.

Depuis plusieurs années au sein de l'UMR Espace-Dev est développé le SIEL (Système d'Information sur l'Environnement l'Echelle Locale). Le SIEL est un logiciel d'aide à la décision dans la gestion de l'environnement. Il permet d'évaluer le risque de dégradation de la végétation en milieu aride et permet de produire des indices environnementaux spatialisés sous la forme de cartes.

L'objectif du présent stage est d'élargir les potentialités en définissant dans un premier temps des facteurs de risque de transmission dans le contexte environnement-santé et plus précisément du paludisme. Le développement d'une chaîne de traitements indépendante et basée sur une plateforme Open Source devrait permettre à long terme de rendre le fonctionnement du SIEL plus souple, plus ouvert et plus facile face à des problématiques diverses comme par exemple l'environnement-santé ou la déforestation.

---

1. <http://www.espace.ird.fr/index.php>

Le mémoire est organisé de la façon suivante :

- Une première partie sera dédiée à la présentation du contexte du stage. Je présenterai les problématiques liées à la construction des indicateurs, à la définition des facteurs de risque et au développement d'une chaîne de traitements. Dans cette partie sera également présenté plus en détail le SIEL.
- Dans la deuxième partie, un état de l'art présentera à partir d'une recherche bibliographique les principes généraux liés à la problématique environnement-santé ainsi que des approches logicielles existantes.
- Une troisième partie présentera la méthodologie de mon travail. Un modèle conceptuel du cycle du paludisme sera présenté. Les différentes étapes de l'élaboration de la chaîne de traitements seront également proposées en commençant avec la conceptualisation des traitements et des données utilisés pour arriver à la proposition d'un prototype.
- Dans la dernière partie du mémoire seront présentés les résultats et les perspectives de mon travail.

Par la suite, les termes en **gras** seront définis dans le glossaire en fin du mémoire.

# Chapitre 2

## Contexte et problématique

### 2.1 Principes généraux

A l'heure actuelle, le logiciel SIEL permet d'effectuer un certain nombre de traitements bien définis. Dans le domaine de l'environnement-santé il y a une forte demande en terme d'automatisation des traitements respectivement dans l'automatisation de la création d'indicateurs.

Il est donc particulièrement intéressant d'intégrer la construction automatisée d'indicateurs dans le contexte environnement-santé au sein du SIEL. A l'heure actuelle, le SIEL est un plugin ArcGIS qui fonctionne avec des séries de traitements et d'opérations ciblées sur le type d'indices à produire. L'objectif à long terme est de retravailler ce logiciel pour qu'il devienne plus modulaire et générique, de préférence dans un contexte "OpenSource".

Dans ce contexte, le développement d'une chaîne de traitements indépendante peut servir comme base pour le futur développement d'une nouvelle architecture informatique. L'intégration de la création automatisée d'indicateurs dans le domaine environnement-santé est une première approche dans l'objectif d'intégrer de nouvelles problématiques dans le SIEL.

La définition des facteurs de risque est une autre étape indispensable de la conceptualisation et de l'élaboration de la chaîne de traitements. A partir d'un modèle du cycle de la malaria, des modèles de données et de traitements permettront de dégager les étapes nécessaires pour aboutir au résultat souhaité : un prototype d'une chaîne de traitements permet de créer des cartes de risques du paludisme. A partir des données d'entrée choisies par l'utilisateur la chaîne calculera automatiquement les zones à risque de transmission du paludisme. Les résultats seront représentés sous forme de cartes.

### 2.2 Le logiciel SIEL

Le SIEL est un outil conçu pour répondre aux besoins des scientifiques et décideurs concernés par la lutte contre la dégradation et la gestion des ressources naturelles. Le SIEL est capable d'anticiper les risques et de les suivre, ce qui est important notamment dans le cadre de la mise en place d'observatoires. Cet outil donne également la capacité aux scientifiques et aux décideurs de mesurer l'impact des opérations déjà effectuées et d'optimiser les actions futures notamment en terme de gestion des ressources.

Le logiciel a été conceptualisé à partir de 1993 par Maud Loireau dans le cadre de sa thèse. En même temps un premier prototype a été développé. En 2000, dans le cadre de la lutte contre

















































































