



**DUT STATISTIQUE ET INFORMATIQUE DECISIONNELLE (STID)**  
**2ème année**

**Impact des changements climatiques sur la  
croissance et la mortalité au sein du genre Abies :  
Etudes statistiques de plantations comparatives**

**Mariem MEMAH**



**Responsable de stage :** Hendrik DAVI

**Responsable pédagogique :** Edith GABRIEL

**Stage du 25 Avril au 3 Juillet 2012**



# Remerciements

Avant tout, c'est avec un grand plaisir que je remercie toutes les personnes qui ont contribuées, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier dans un premier temps Mr François LEFEVRE directeur de l'unité Ecologie des Forêts Méditerranéenne (URFM) et Mr Roland HUC responsable de l'équipe Ecologie Fonctionnelle et Dynamique des Communautés (EFDC), équipe au sein de laquelle j'ai été accueilli.

Mes remerciements vont aussi particulièrement à mon maître de stage Hendrik DAVI, chargé de recherche, pour m'avoir proposé ce stage, sa disponibilité et son attention.

Un grand merci et une réelle reconnaissance, à toute l'équipe de l'unité URFM, pour sa bonne humeur et sa convivialité.

Je tiens enfin à remercier tous les professeurs du DUT STID pour le bon encadrement apporté tout au long de l'année.

<b>1. Introduction</b> .....	5
<b>2. Présentation de l'entreprise</b> .....	6
2.1. Historique.....	6
2.2. Missions .....	6
2.3. L'unité d'accueil .....	7
<b>3. Matériel et méthodes</b> .....	8
3.1. Le site de l'étude.....	8
3.2. L'espèce étudiée.....	8
<b>4. Conclusion</b> .....	9

# 1. Introduction

Dans le contexte des changements climatiques, les forêts risquent d'être particulièrement impactées en termes de production, d'état sanitaire ou de régénération. Les observations et les simulations sur le long terme indiquent que ces changements climatiques provoqueront, dans un premier temps, une augmentation de la productivité des forêts françaises, notamment à cause de la fertilisation par le CO<sub>2</sub>. Mais cette tendance pourrait s'inverser si la fréquence et l'intensité des canicules et des sécheresses s'accroissent. Ces sécheresses expliquent aussi qu'un taux anormal de mortalité et de dépérissement du sapin pectiné a été constaté ces dernières années.

En effet, le sapin pectiné est très sensible à la sécheresse. Sa croissance cesse rapidement face à une sécheresse modérée. Son état sanitaire global peut se détériorer suite à une sécheresse prolongée. Si cette mauvaise situation perdure, le sapin devient plus vulnérable aux insectes ce qui peut conduire à la mort de l'arbre, plusieurs années après l'événement déclenchant le processus de dépérissement.

Le projet AFORCE-Sapin issu d'une collaboration entre l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), l'IDF (Institut pour le développement Forestier) et l'ONF (Office National des Forêts) vise à étudier les potentialités d'adaptation aux changements climatiques à partir des ressources génétiques existantes au sein du genre *Abies*.

Plusieurs jeux de données ont été collectés par les équipes impliquées dans ce projet sur 6 sites d'étude. L'objectif principal de ce stage est de développer des modèles statistiques pour comprendre comment des sapins issus des différentes provenances répondent au changement climatique. Et aussi de voir si un signal de surmortalité, due à la succession de sécheresses est visible et s'il varie significativement selon les provenances testées.

Le stage que j'ai effectué au sein de l'unité Écologie des Forêts Méditerranéennes, au centre de recherche INRA PACA a démarré le 25 avril et se terminera le 3 juillet 2012.

J'ai commencé par une analyse bibliographique sur le sujet et une prise en main des scripts codés en R. A ce stade du stage, j'ai déjà étudié deux sites (Sagnassol et Chauvets) et je compte par la suite étudier les autres sites un par un et les comparer entre eux.

## 2. Présentation de l'entreprise

### 2.1. Historique

L'[Institut National de la Recherche Agronomique](#) (INRA) est un organisme de recherche scientifique publique finalisée, placé sous la double tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

L'Inra a été fondé en 1946, il est aujourd'hui le premier institut européen de recherche agronomique et deuxième dans le monde en nombre de publications en sciences agricoles et en sciences de la plante et de l'animal.

Au 1er janvier 2010, a été créé un centre Inra unique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur qui résulte de la fusion des centres Inra d'Avignon et de Sophia-Antipolis. Ce centre PACA a été placé au 4ème rang national parmi les 19 centres Inra avec un budget consolidé de 54 millions d'euros.

Il rassemble 970 agents dont 710 titulaires, 170 non titulaires et 90 agents d'autres organismes travaillant à l'Inra répartis dans 17 unités de recherche (dont 8 mixtes avec l'enseignement supérieur), 4 unités expérimentales, 2 unités mixtes technologiques, 5 unités d'appui à la recherche, 1 unité de service, 1 structure associée (le Geves) et 1 structure de valorisation (Inra Transfert).

Il comprend 2 sites principaux : Avignon, Sophia-Antipolis et 7 autres sites : Aix-en-Provence, Gotheron, Grenoble, Le Cap d'Antibes, Les Vignères, Manduel, Marseille.

### 2.2. Missions

Les recherches menées par l'Inra concernent les questions liées à l'agriculture, à l'alimentation et à la sécurité des aliments, à l'environnement et à la gestion des territoires, en mettant l'accent sur le développement durable.

L'Inra produit des connaissances fondamentales et construit, grâce à elles, des innovations et des savoir-faire pour la société. Il met son expertise au service de la décision publique.

Les grandes missions confiées à l'Inra sont les suivantes :

- Produire et diffuser des connaissances scientifiques ;

- Concevoir des innovations et des savoir-faire pour la société ;
- Éclairer, par son expertise, les décisions des acteurs publics et privés ;
- Développer la culture scientifique et technique et participer au débat science-société ;
- Former à la recherche et par la recherche.

### **2.3. L'unité d'accueil**

L'Unité de Recherche Écologie des Forêts Méditerranéennes (URFM) dépend du département Ecologie des Forêts Prairies et Milieux Aquatiques (EFPA) de l'Inra. Elle est dirigée par François LEFEVRE. L'unité mène des recherches pluridisciplinaires en écologie pour une gestion durable des écosystèmes forestiers méditerranéens dans le contexte du changement global.

Ces recherches s'appuient sur une démarche pluri- et inter-disciplinaire combinant biologie des populations, écologie, écophysiologie, entomologie, génétique, mathématiques appliquées, physique et sciences forestières.

L'URFM est composée de trois groupes de recherches, Biologie des Populations et Evolution, Ecologie Fonctionnelle et Dynamique des Communautés et Physique et Ecologie du Feu.

Mon stage se déroule au sein de l'équipe Ecologie Fonctionnelle et Dynamique des Communautés.

## 3. Matériel et méthodes

### 3.1. Le site de l'étude

Ce dispositif de 2.70 ha est une plantation de comparaisons de provenances d'*Abies alba* Mill. Les semis ont été élevés à la pépinière d'Amance, jusqu'à 4 ans et la plantation a eu lieu en 1972. En 1972, l'espacement entre plants était de 2 m et le dispositif comprenait 6768 plants. Ce dispositif est de type bloc incomplet et comprend 20 provenances d'*Abies alba* de différentes régions françaises (821m d'altitude en moyenne) : 12 du Massif Centrale, 5 des Vosges, 1 du Jura, 1 de l'Aude et 1 de Normandie. Le site de plantation, une ancienne futaie de pins sylvestre, est situé en Lozère (48) à 1050 m près de la commune de Servieres. Une éclaircie systématique (cloisonnement) selon 1 ligne/6 complétée par une éclaircie sélective et sanitaire a été réalisée en 2007.

### 3.2. L'espèce étudiée



Sapins blancs, Le Tholy, Vosges. <http://fr.wikipedia.org>

Le Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) est un conifère de la famille des Pinacées. Il peut atteindre 60 mètres de hauteur avec une longévité de 600 ans (Wolf, 2003). Son port est pyramidal et son tronc est droit et cylindrique (Hénon, 2006). C'est la troisième espèce résineuse, en volume, exploitée en France, avec un peu moins de 20% de la production totale, dont 82 millions de m<sup>3</sup> sont gérés en forêt publique et 74 millions de m<sup>3</sup> en forêt privée (site Dryade4). Le Sapin est typique des étages montagnards moyens et supérieurs où le climat est très humide et frais. Ainsi, il se trouve à des altitudes variant de 400 à 1600 mètres dans les



Vosges, le Jura, le Massif Central, les pré-Alpes du Nord (plus localisé dans les Alpes du Sud) et sur certains versants humides de Corse (Hénon, 2006).

L'URFM étudie le Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) dans l'arrière-pays méditerranéen. L'étude du Sapin pectiné, en climat méditerranéen, est intéressante car cette espèce est sensible à la sécheresse et y est située en limite sud de son aire de répartition. Elle devrait donc être fortement touchée par les changements climatiques qui s'y produiront. Selon le département de santé des forêts, le déficit foliaire du sapin a augmenté dans le réseau européen et une recrudescence d'insectes sous-corticaux a été signalée suite aux extrêmes climatiques de 2003, les sapinières de basse altitude étant fortement attaquées (Nageleisen, 2004).

## 4. Conclusion

Au terme de ce stage, je peux dire que celui-ci m'a été très bénéfique autant sur le plan professionnel que personnel.

En effet, j'ai réellement pu utiliser et mettre en application mes connaissances en méthodes statistiques apprises au cours de mon cursus STID. Le sujet traité correspond parfaitement à mes aspirations personnelles et professionnelles.

Le stage s'effectuant au sein d'un organisme de recherche publique m'a permis de découvrir cet univers passionnant. De plus, ce stage m'a permis aussi d'améliorer mes compétences dans l'utilisation du logiciel R, celui-ci étant le logiciel le plus utilisé pour les analyses statistiques.

Ce stage m'a donc permis d'apprécier l'importance de la collaboration entre scientifiques de spécialités différentes mais complémentaires et de m'investir dans une étude dans le cadre de la recherche scientifique.

Ce fut pour moi une expérience très enrichissante aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.