



Ecole Doctorale  
Sciences de la Vie  
et de  
l'Environnement



**THESE**

---

**ANALYSE AGRONOMIQUE, ARCHITECTURALE ET  
ECOPHYSIOLOGIQUE DE L'IRREGULARITE DE  
PRODUCTION DU GIROFLIER A MADAGASCAR**

**Joyce Tina RAZAKARATRIMO**

**Vololoniaina JEANNODA ,  
Frédéric NORMAND**

# Introduction

## PRESENTATION DU GIROFLIER

Famille

Myrtaceae



Hauteur

5 à 7m

Nom scientifique

*Syzygium aromaticum*

Altitude

<300m

Origine

Moluques

Feuillage

sempervirent

Floraison

terminale

Climat

Chaud et humide

# Introduction

## PRESENTATION DU GIROFLIER



# Introduction

## PRODUITS DU GIROFLIER



Clous de girofle



Huile essentielle

# Introduction

## CLOUS DE GIROFLE



Bouton floral,  
pas le fruit



- Médecine
- Cosmétiques
- Agroalimentaire
- Kreteks

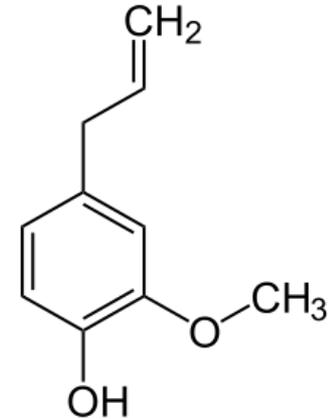


# Introduction

## HUILE ESSENTIELLE DE GIROFLE



### Eugénol



antiseptique  
antibactérien



médecine

synthèse  
de vanilline



agroalimentaire

# Introduction

## IMPORTANCE ECONOMIQUE

8000  
15000 T/an

1<sup>er</sup> exportateur

1<sup>ère</sup> source de devises du secteur agricole

60000 producteurs

2<sup>ème</sup>  
producteur

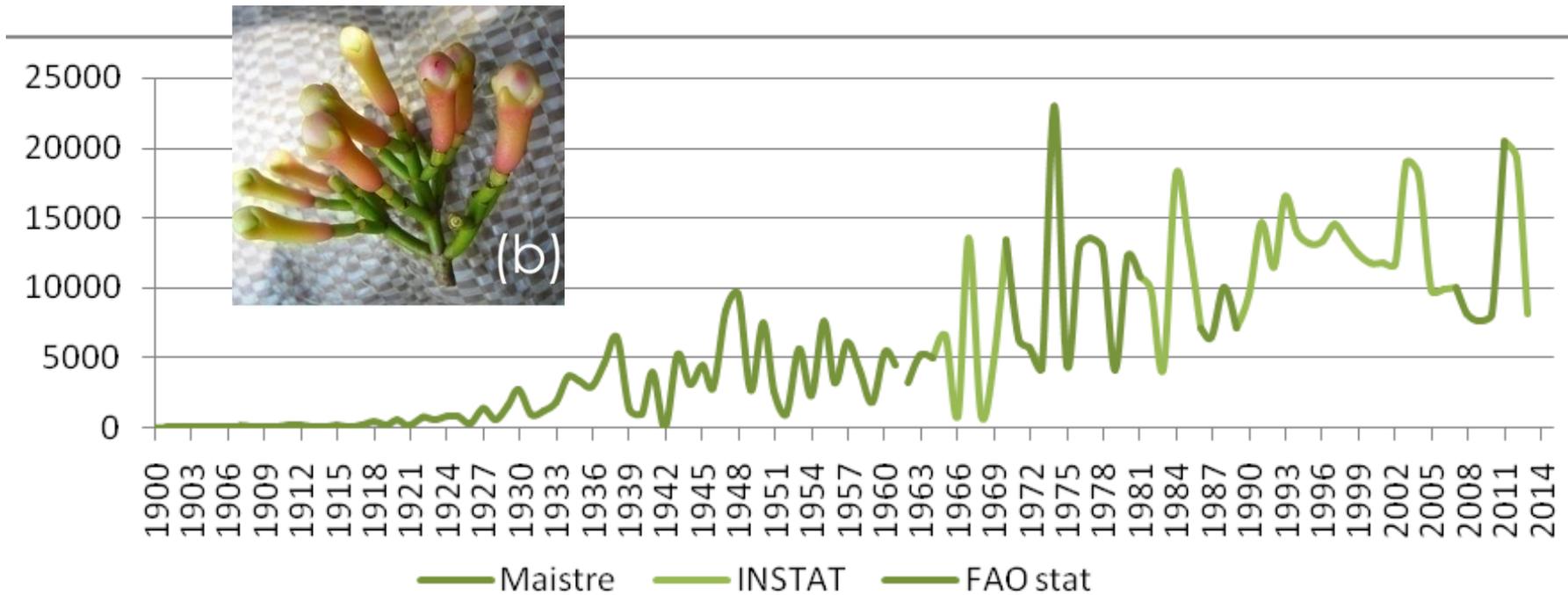


# Introduction

## PROBLEME AGRONOMIQUE

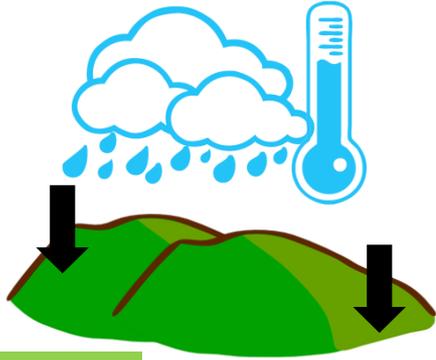
Echelle du pays

Influence des stocks



Exportations de clous de girofle (tonnes)

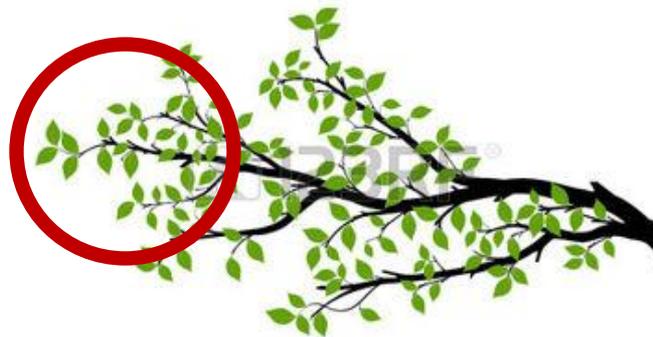
# Problématique



**H1** Facteurs  
environnementaux

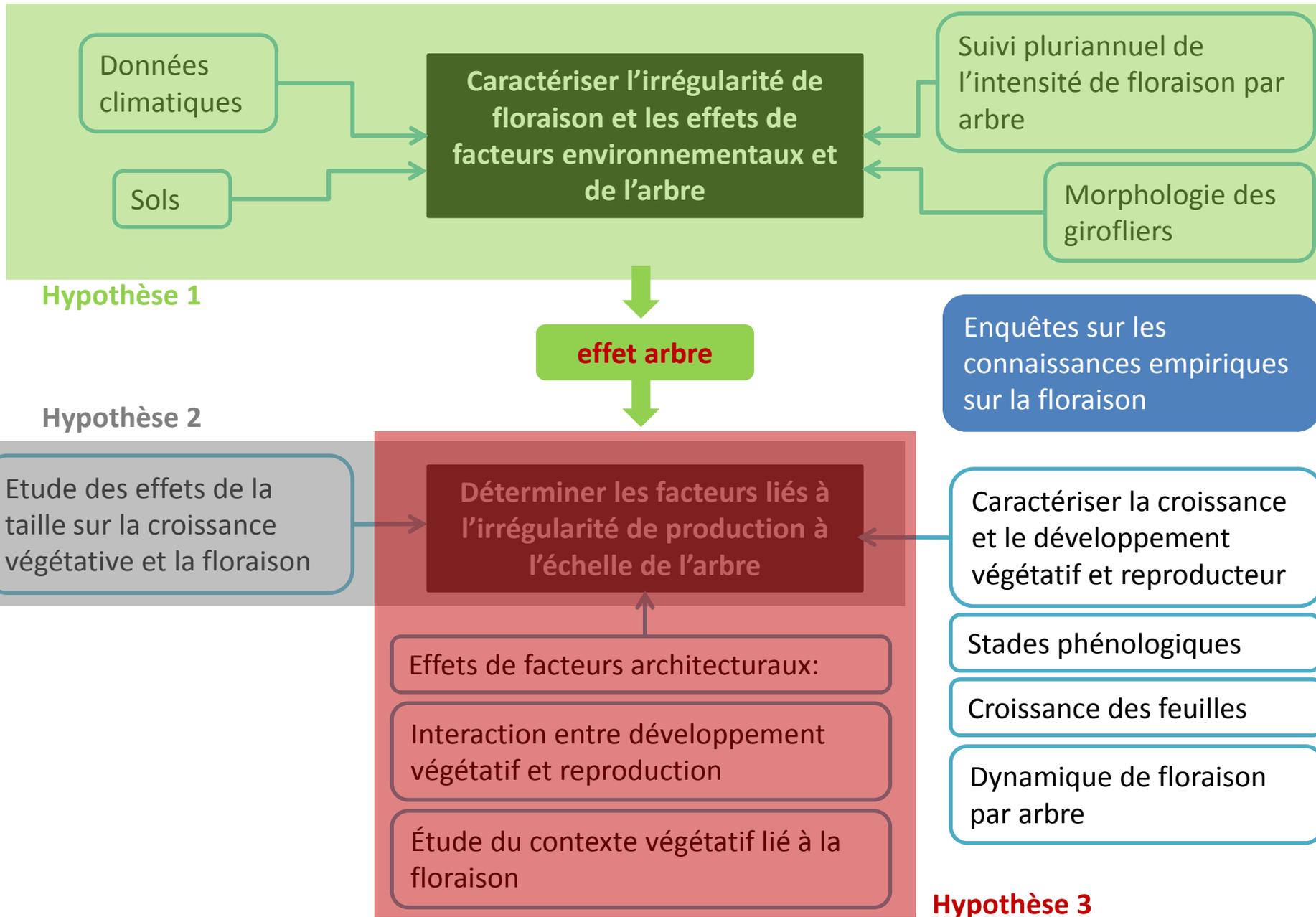


**H2** taille  
Pratique culturelle

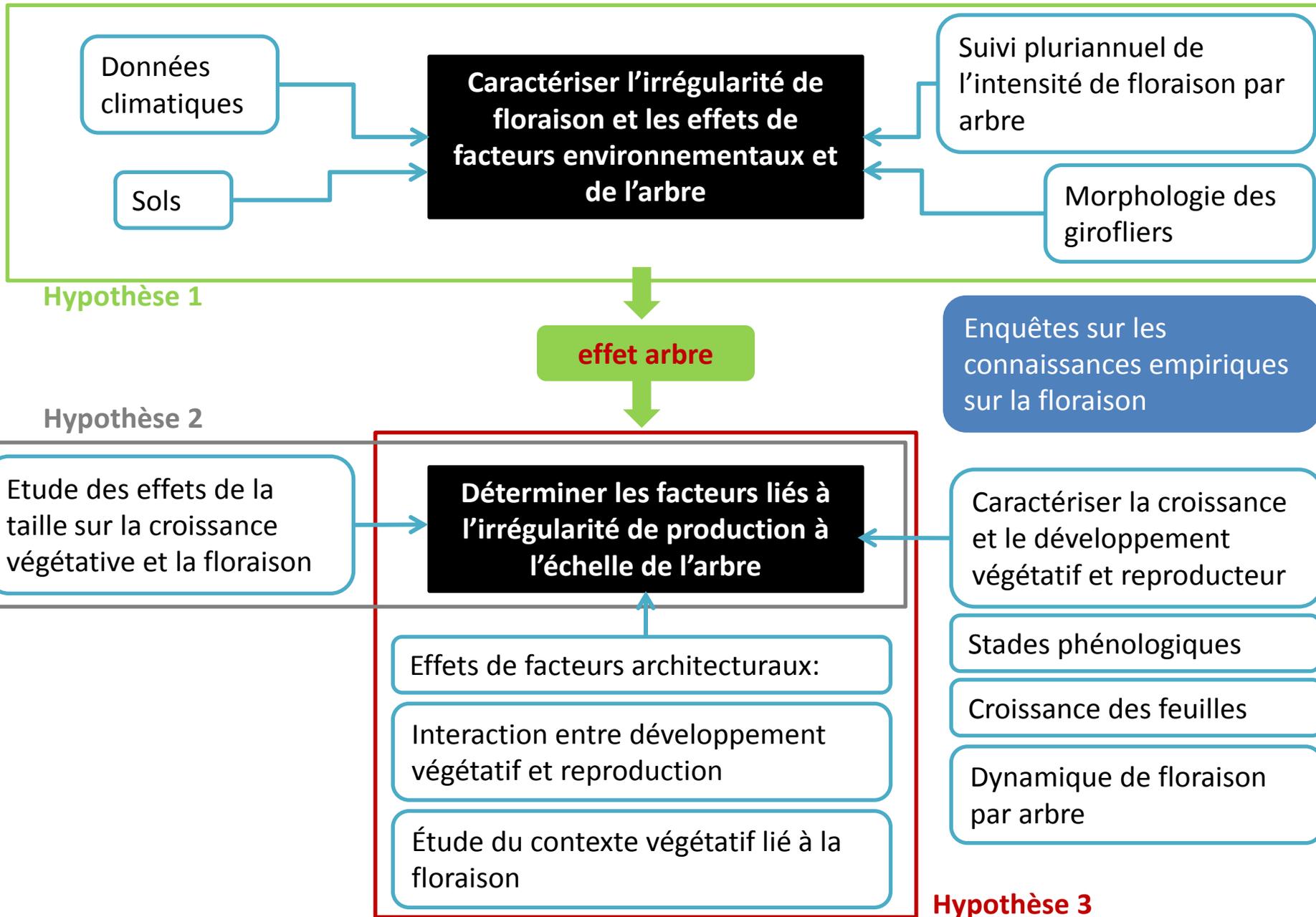


**H3**  
Facteurs endogènes

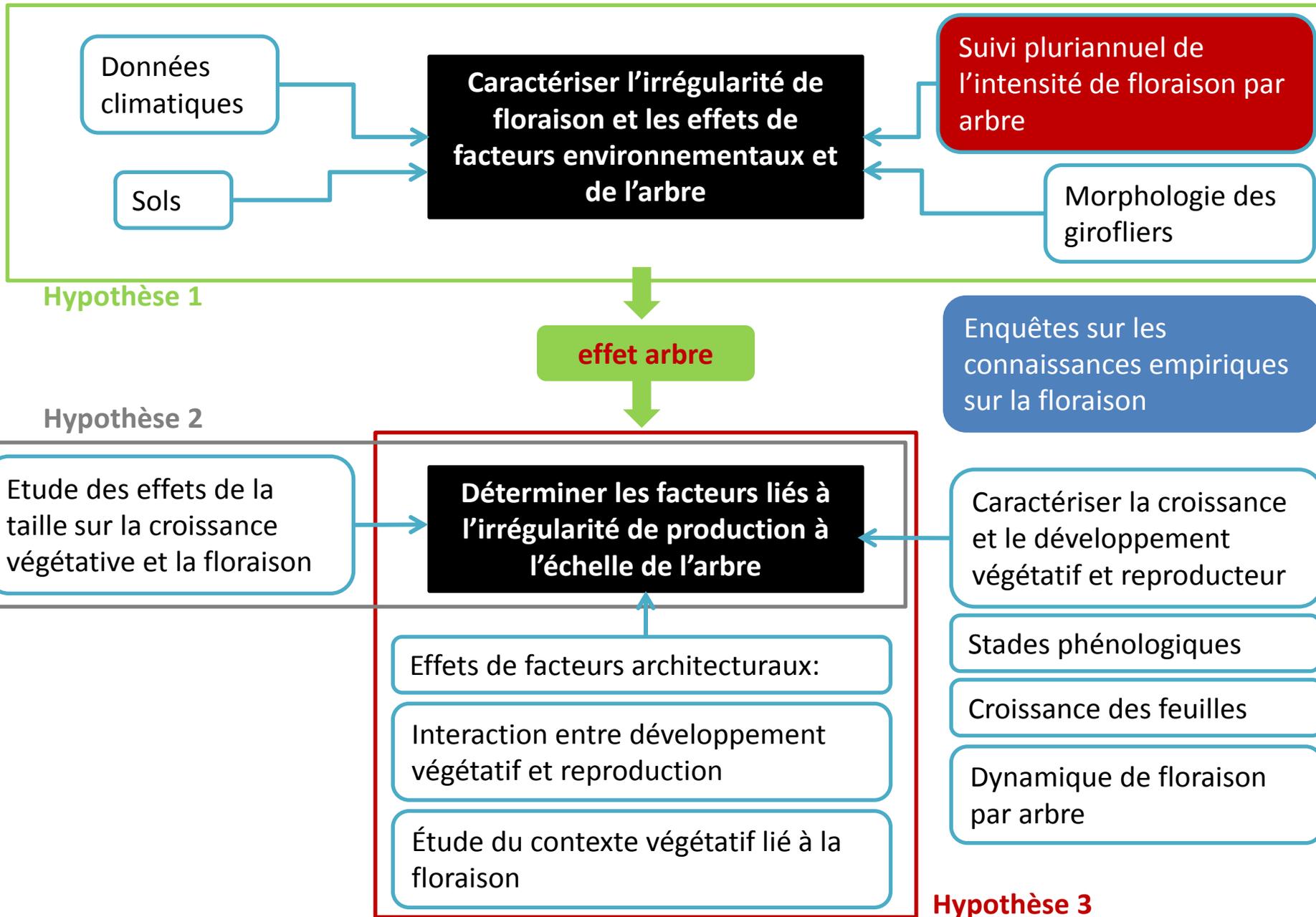
# Contenu de la thèse



# Contenu de la thèse



# Contenu de la thèse



# Matériels et Méthodes

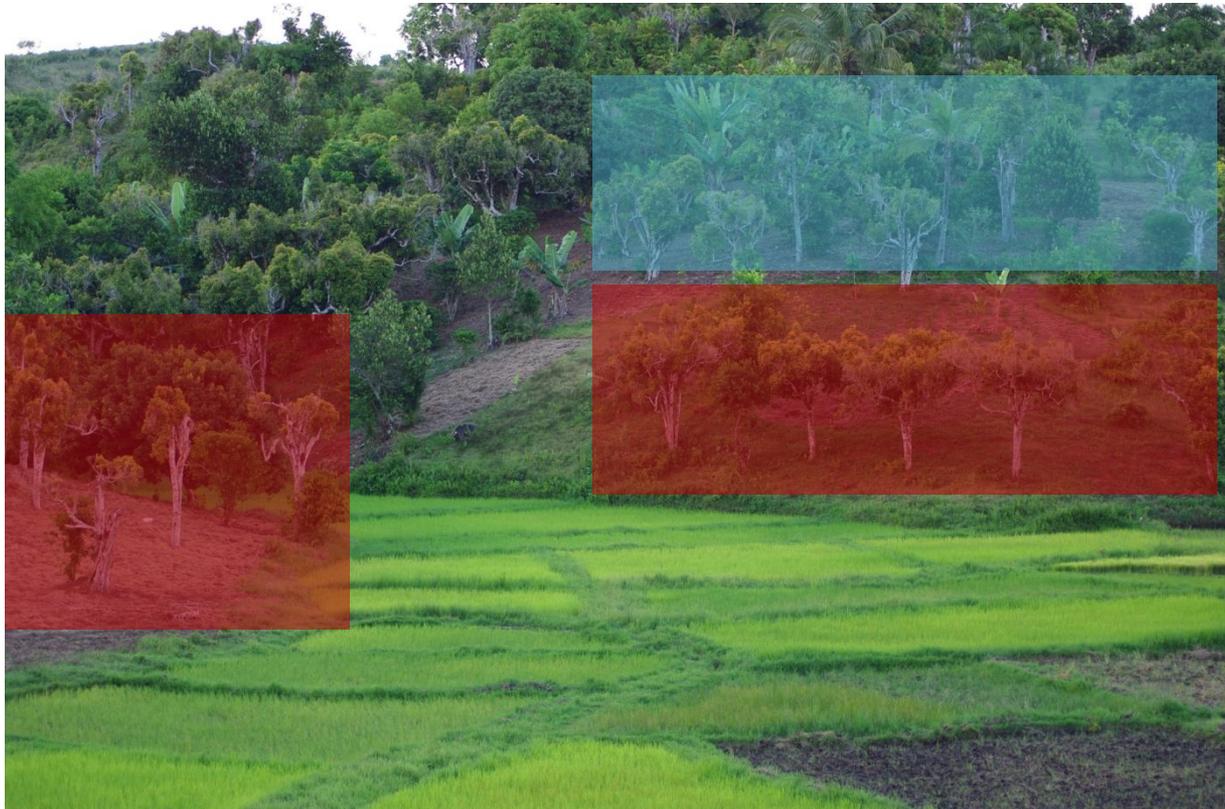
## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

Classe	1	2	3	4	5	6
Pourcentage de rameaux terminaux florifères (%)	0	<10	[10 ; 25[	[25 ; 50[	[50 ; 80[	>80

120 arbres

**2 sites:**  
Tamatave,  
Fénériver

5 ans



tanety

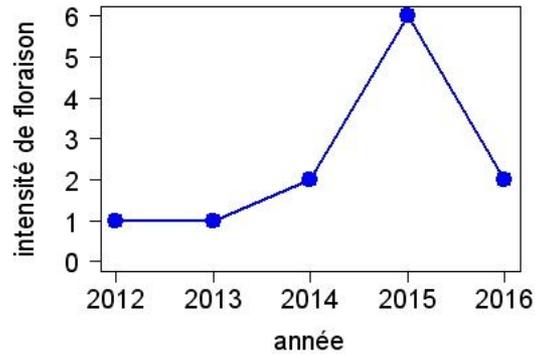
bas-fonds

# Résultats et discussions

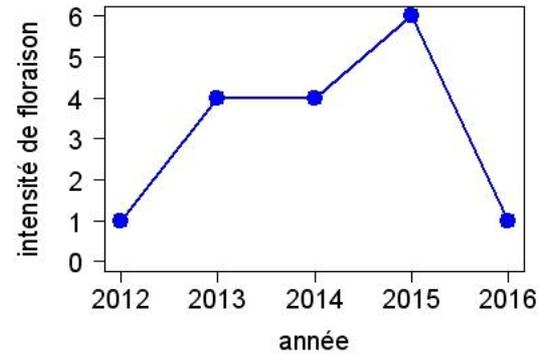
## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

### Caractérisation des patterns de floraison

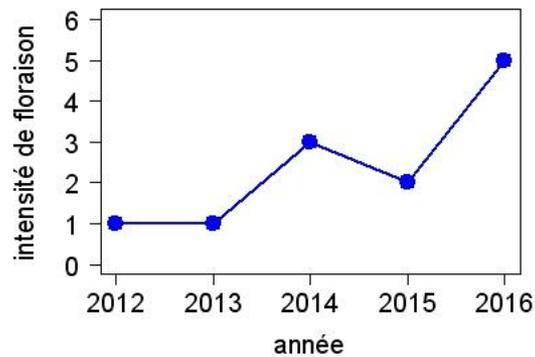
Pattern irrégulier



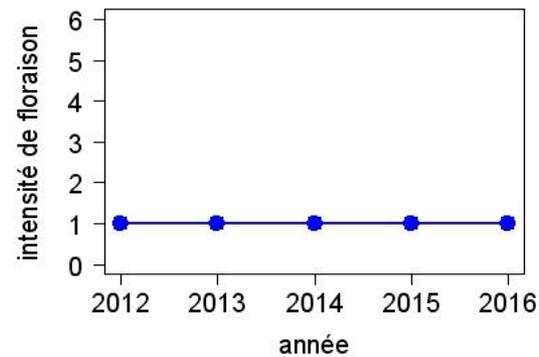
Pattern irrégulier



Pattern alternant



Pattern régulier



16 patterns définis

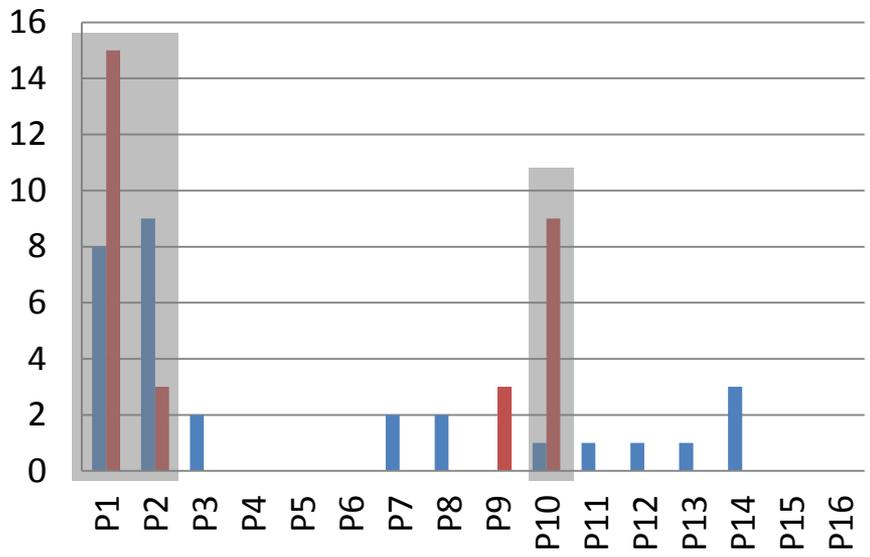
# Résultats et discussions

## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

### Distribution des patterns de floraison

évolution sur 5 ans

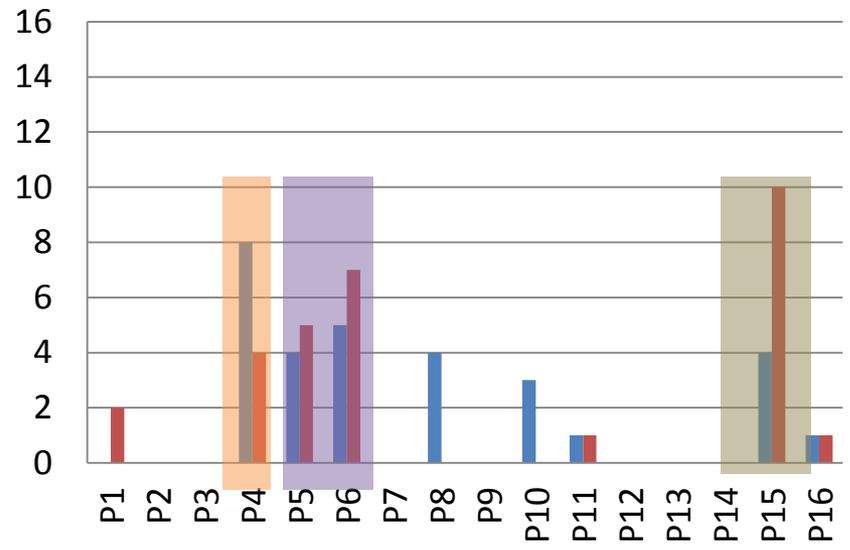
Fénérive



■ BF ■ TNT

Patterns irréguliers

Tamatave



■ BF ■ TNT

Pattern alternant

Pattern à tendance régulière

Pattern régulier

Effet arbre

Effet site

Effet localisation

# Résultats et discussions

## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

Effets de différents facteurs sur l'intensité de la floraison

Analyse par régression logistique multinomiale

Modèle 1

Intensité floraison  $\sim$  site + localisation + année  
+ site:année + site:localisation + année:localisation

Effet aléatoire arbre significatif ( $P < 0.001$ )

Intensité de floraison  
de l'année précédente **X**

Floraison médiane  
sur les 5 ans **✓**

corrélé à l'effet aléatoire individuel  
de chaque arbre ( $r = 0.67$ ,  $P < 0.001$ ).

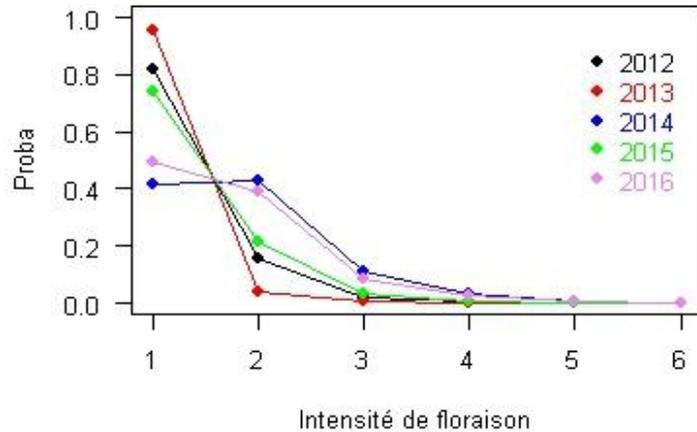
Modèle 2

Intensité floraison  $\sim$  flomediane + site + localisation + année + site:année +  
année:localisation

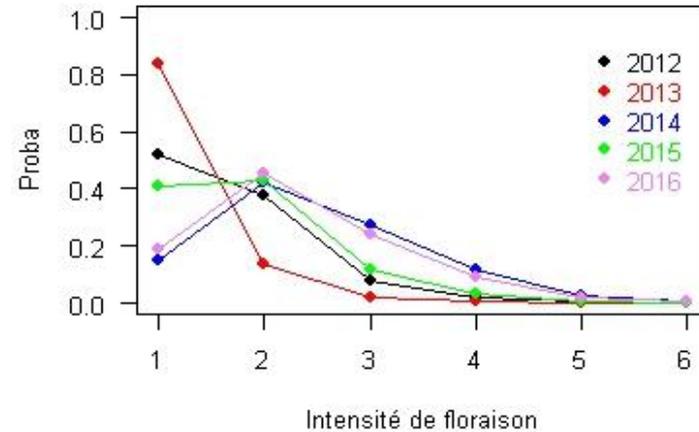
# Résultats et discussions

## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

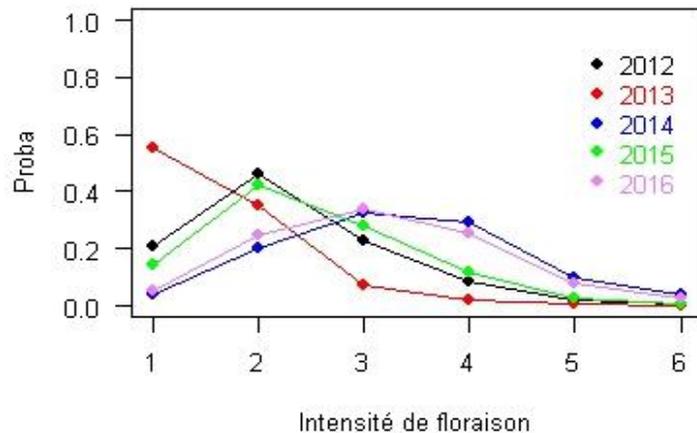
tamatave BF medflo 1



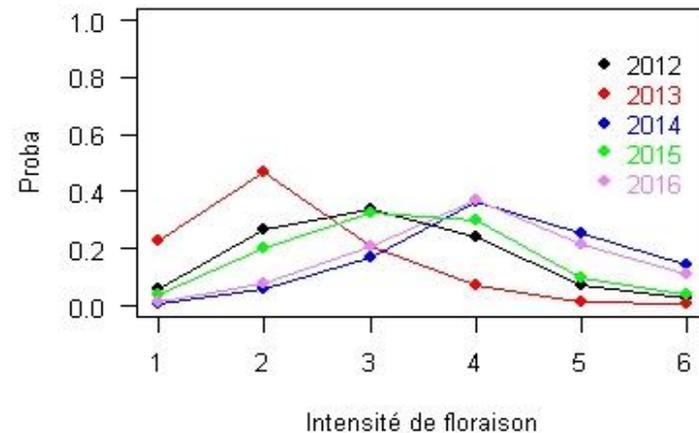
tamatave BF medflo 2



tamatave BF medflo 3



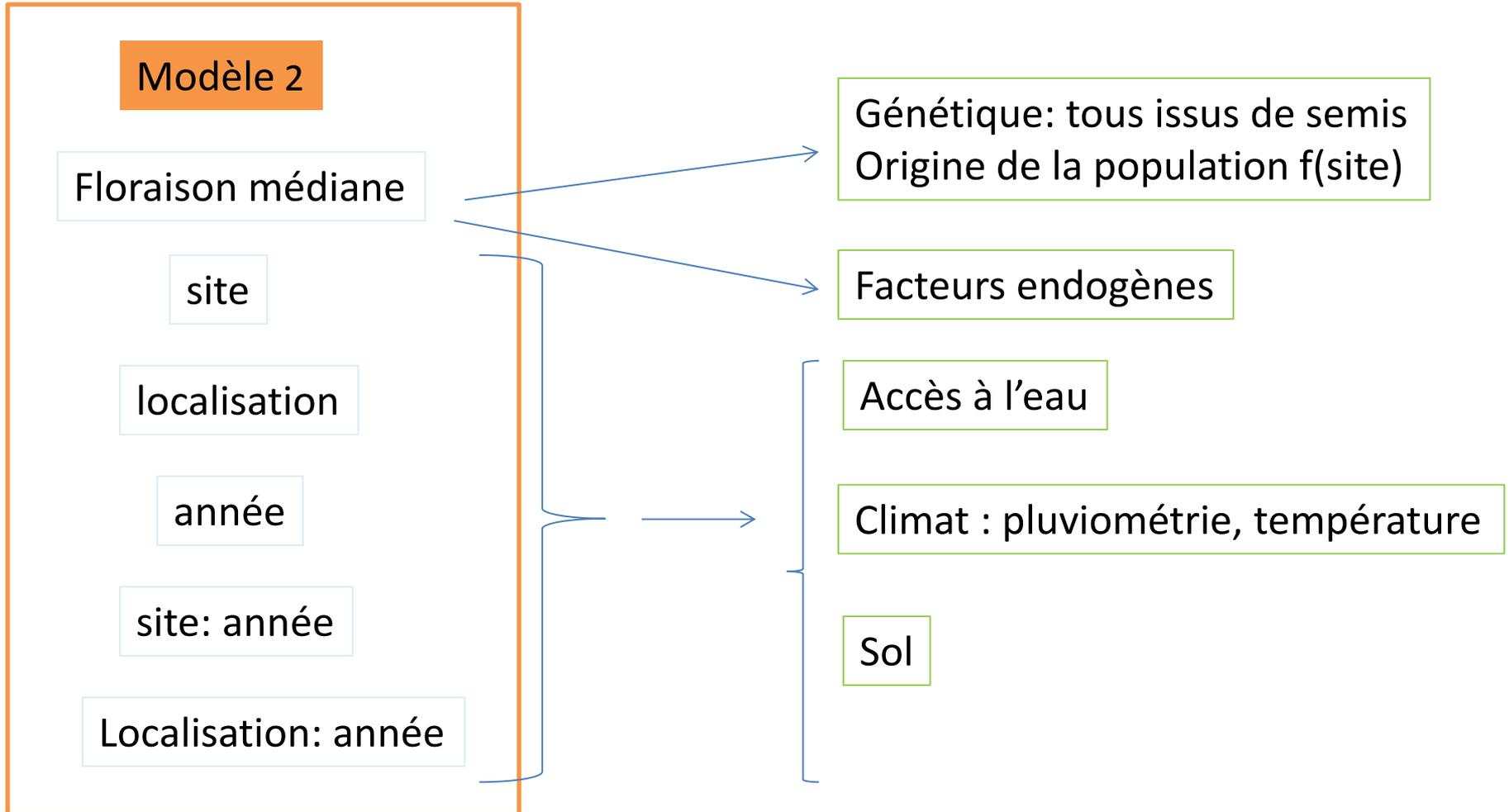
tamatave BF medflo 4



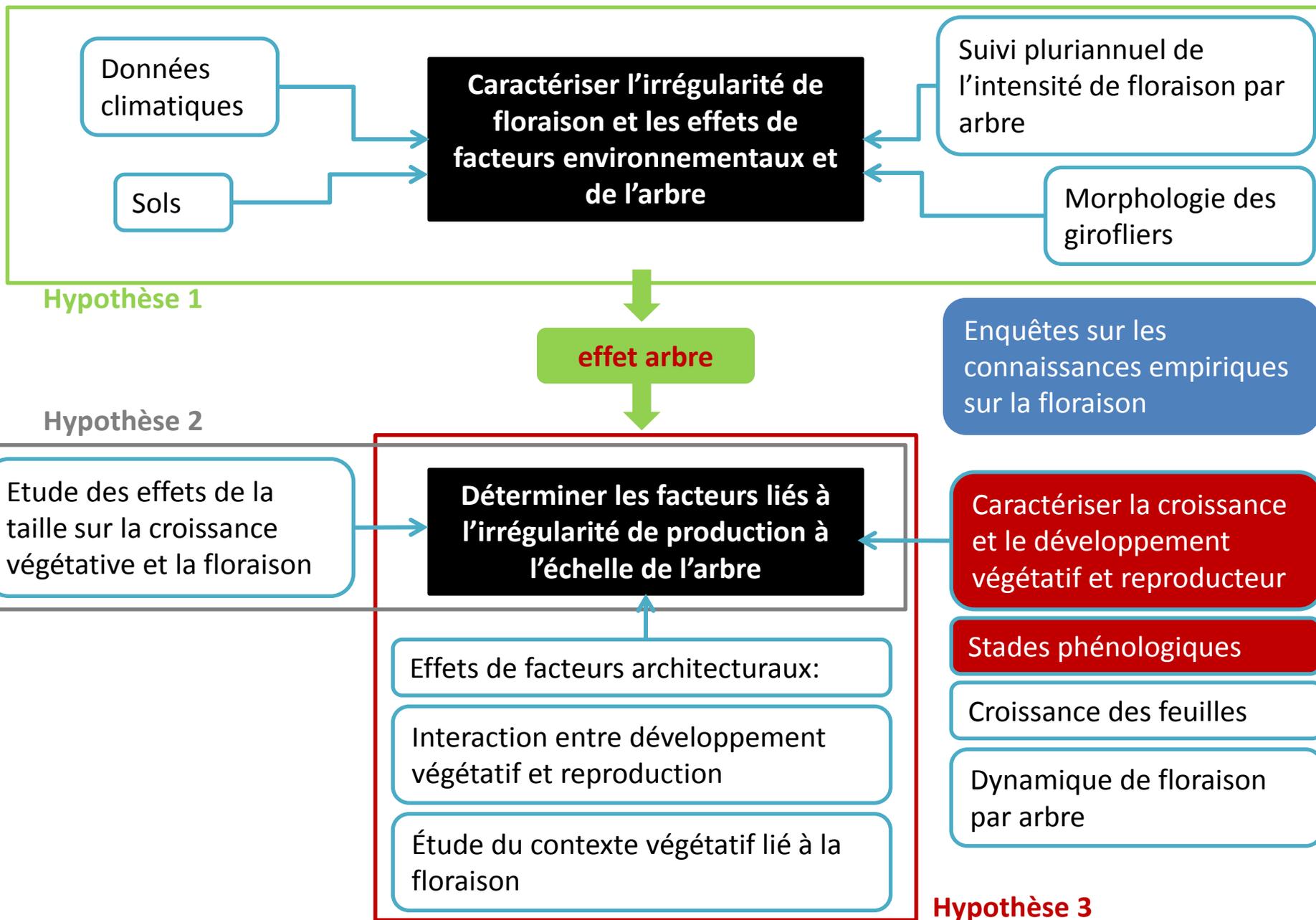
# Résultats et discussions

## EVOLUTION DE L'INTENSITE DE FLORAISON

Effets de différents facteurs sur l'intensité de la floraison



# Contenu de la thèse



# Résultats et discussions

## STADES PHÉNOLOGIQUES VÉGÉTATIFS ET REPRODUCTEURS



A



B



C



D



E



F



G



H

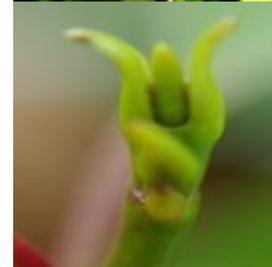


I

VEGETATIFS



A'



B'



C'



D'



E'



F'



G'



H'

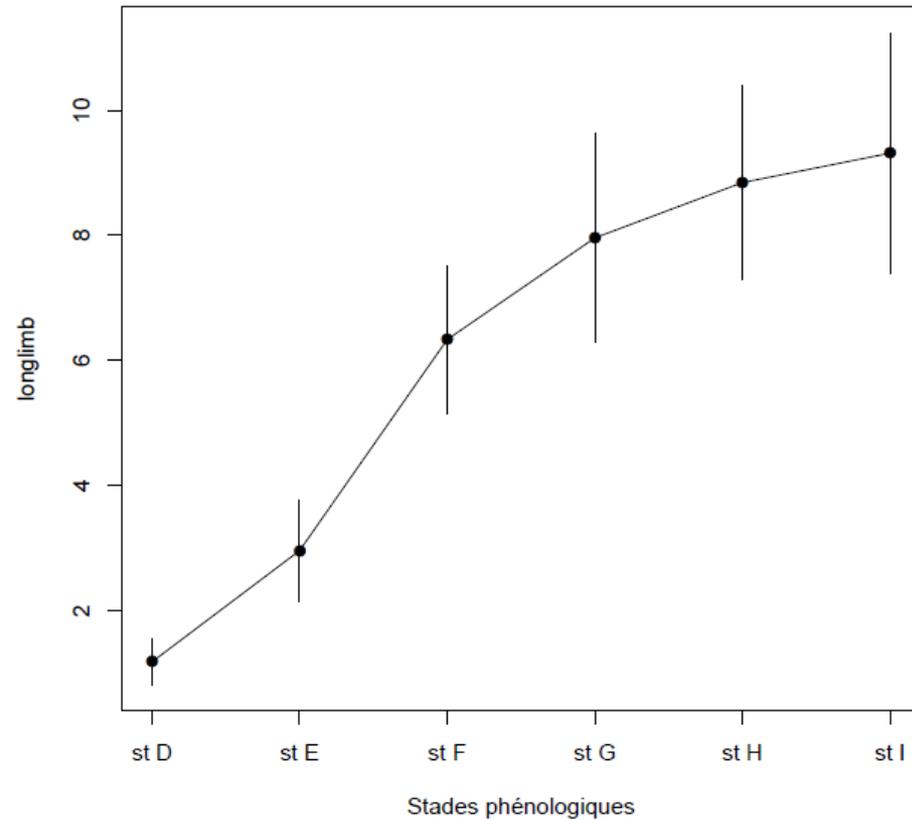
REPRODUCTEURS

# Résultats et discussions

## STADES PHÉNOLOGIQUES VÉGÉTATIFS ET REPRODUCTEURS

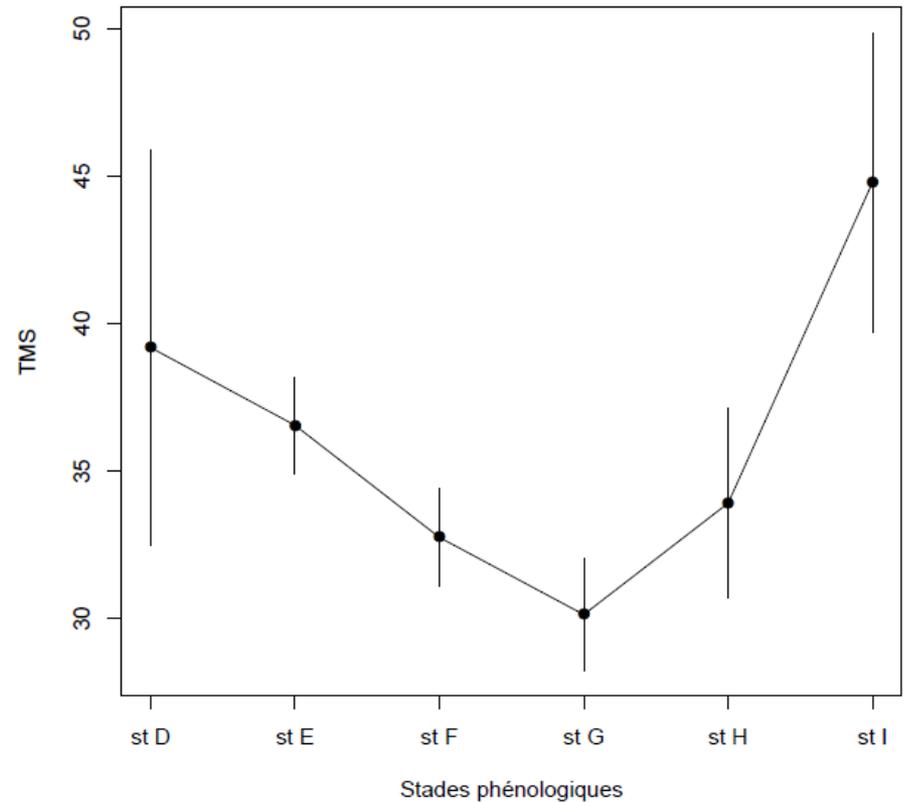
### Caractérisation

#### Evolution de la longueur du limbe



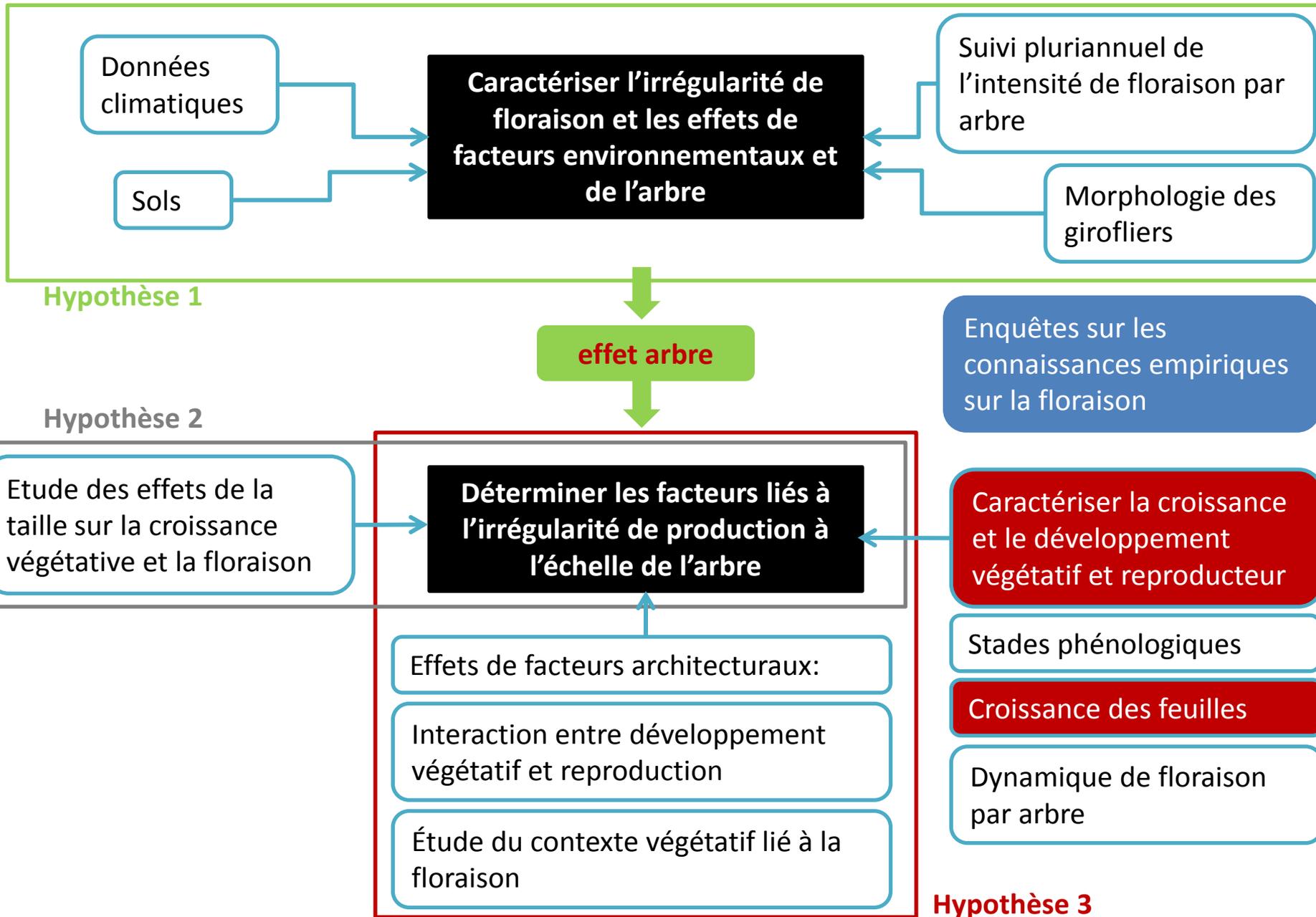
Croissance sigmoïde  
Plus grande vitesse entre E et F

#### Evolution de la teneur en matière sèche



Chute entre D et G  
Minimum au stade G: feuille flasque

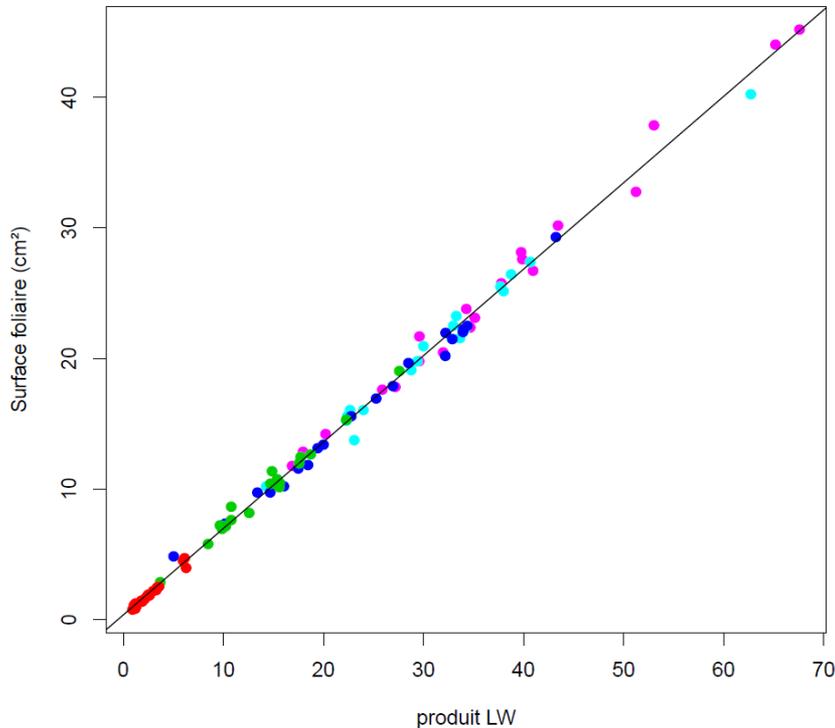
# Contenu de la thèse



# Résultats et discussions

## CROISSANCE EN SURFACE DES FEUILLES

Construction d'un outil allométrique d'estimation non destructive de la surface des feuilles



Forte relation linéaire entre surface estimée  $L*W$  et surface mesurée

p-value  $< 2.2e^{-16}$  et  $R^2=0.996$

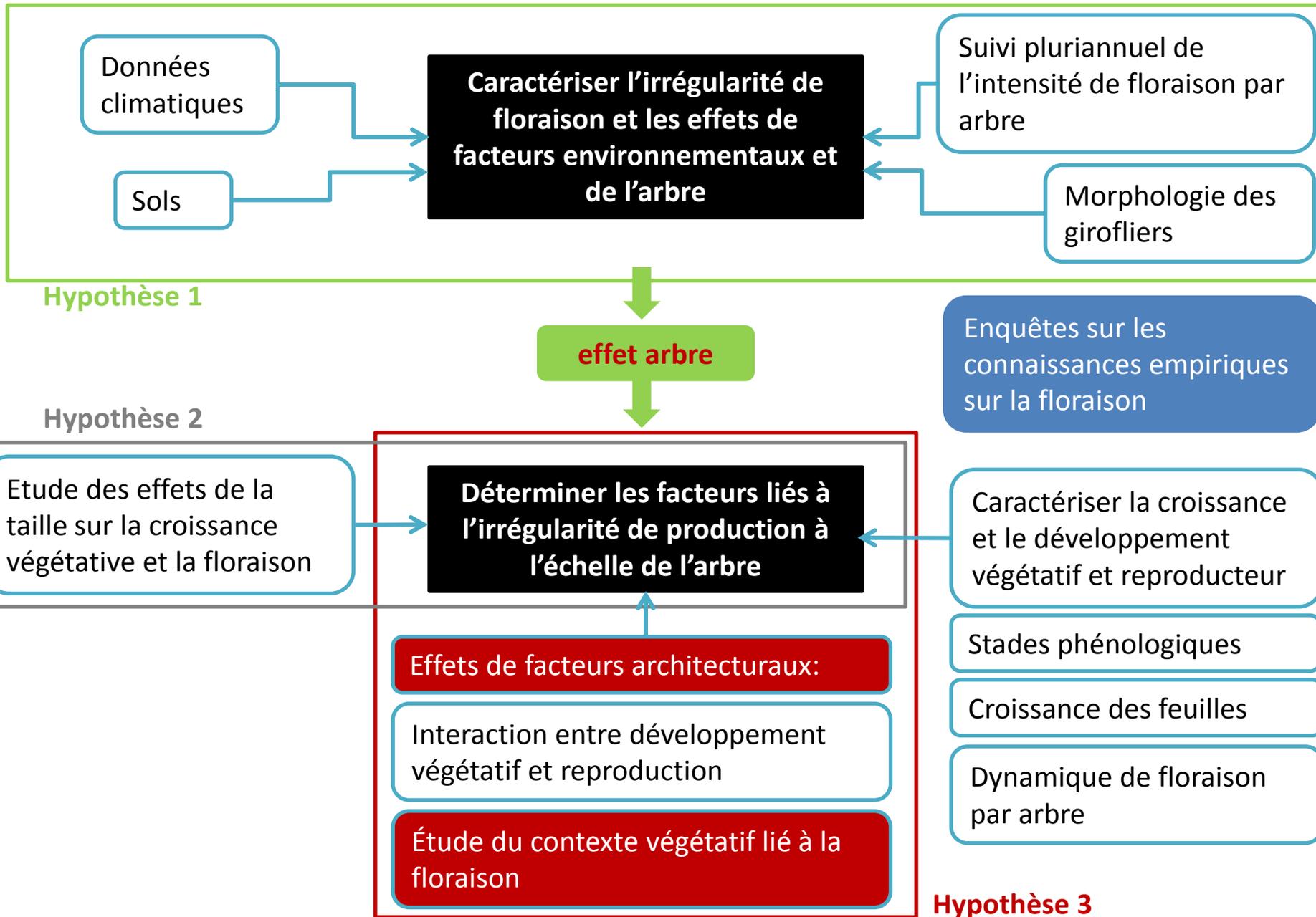
Analyse de covariance

Pas d'effet du stade phéno sur pente et intercept

Régression commune valable pour tous les stades phénologiques

$$S=0.662*LW+0.334$$

# Contenu de la thèse



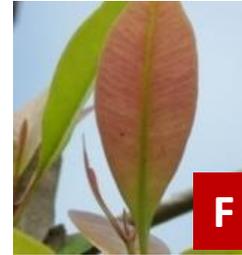
# Résultats et discussions

## CONTEXTE VÉGÉTATIF LIÉ À LA FLORAISON

FLORIFERE



NON FLORIFERE



Stades phénologiques de la dernière paire de feuilles

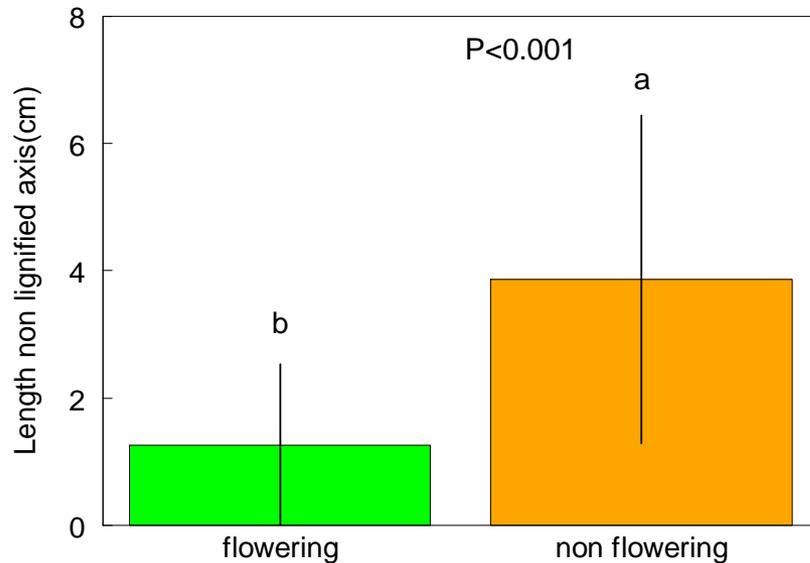
# Matériels et Méthodes

CONTEXTE VÉGÉTATIF LIÉ À LA FLORAISON

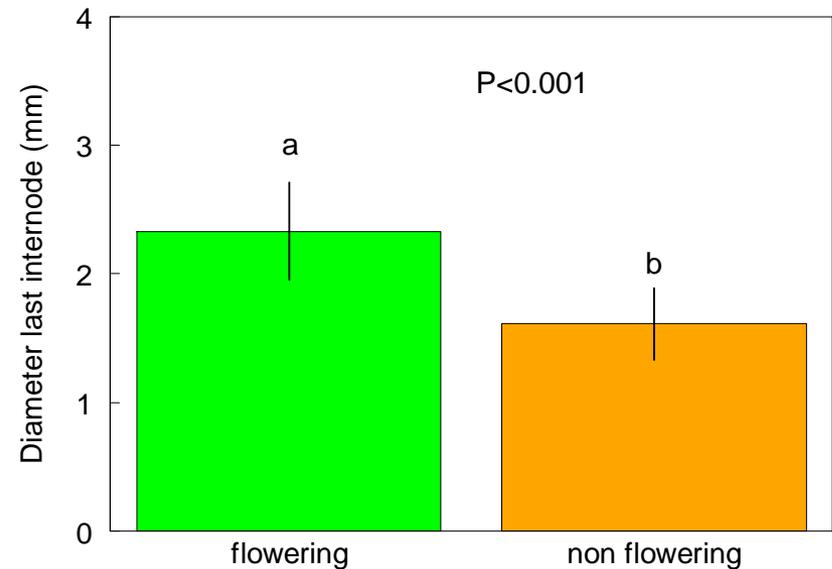


# Résultats et discussions

## CONTEXTE VÉGÉTATIF LIÉ À LA FLORAISON



**longueur de la partie non lignifiée  
de l'axe plus courte pour les axes  
florifères**



**diamètre de l'entre-noeud le plus distal  
plus grand pour les axes florifères**

**Arrêt de croissance**

# Bilan

Recommandation	Action
<b>Intégrer l'âge des arbres dans le dispositif</b>	L'âge des arbres est connu pour chaque parcelle et les interprétations des résultats en tiendront compte ou le prendront en compte.
<b>Réaliser une analyse architecturale et déterminer l'unité architecturale</b>	La détermination de l'unité architecturale nécessitant un travail sur plusieurs années pour avoir différents âges de l'arbre, cette étude ne pourra pas être réalisée dans cette thèse qui sera surtout axée sur les hypothèses.
<b>Exploitation des données pluviométriques historiques pour l'analyse de la production à l'échelle du pays</b>	Les données à l'échelle du pays concernent les exportations et non la production. Les données météorologiques sont très locales et varient à petite échelle. L'analyse pluviométrie-production à l'échelle du pays n'est pas possible mais elle portera sur les données sur les deux sites pendant les 5 ans.

# Bilan

<b>Déterminer la hiérarchisation des hypothèses</b>	<b>La hiérarchisation des facteurs impliqués dans la floraison se fera en fonction des résultats des analyses.</b>
<b>Protocole de taille flou</b>	Le protocole a été affiné et mis en place sur le terrain. Il est présenté plus détaillé dans ce document
<b>Appui scientifique pour les enquêtes</b>	Discussion avec un expert du Cirad sur la conduite des entretiens et la fiche d'enquête
<b>Variabilité du nombre de fleurs par inflorescence</b>	Un comptage ponctuel du nombre d'inflorescences sur quelques arbres pourra être fait à la prochaine floraison.





UNIVERSITY OF ANTANANARIVO



Merci