

BIENVENUE À LA SOUTENANCE DE MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER AGRODESIGN

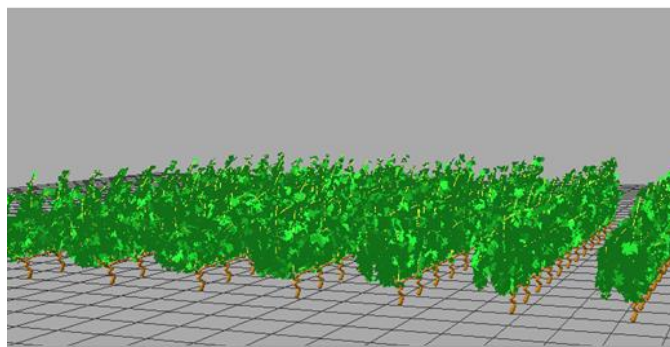
2023

NALYSE ET MODÉLISATION DE LA VARIABILITÉ INTER & INTRA - GÉNOTYPIQUE DE L'ARCHITECTURE AÉRIENNE CHEZ LA VIGNE



Soutenance de mémoire de Master3A 2023

Option : **AgroDesign**



Présenté par
Joël Kodzo Dropenou
M2 AgroDesign
Institut Agro Montpellier

Encadrants:
Benoît Pallas
Stathis Delivorias



- Introduction
- Contexte et objectifs
- Démarche
- Matériels et méthodes
- Résultats et discussion
- Limites et perspectives
- Conclusion

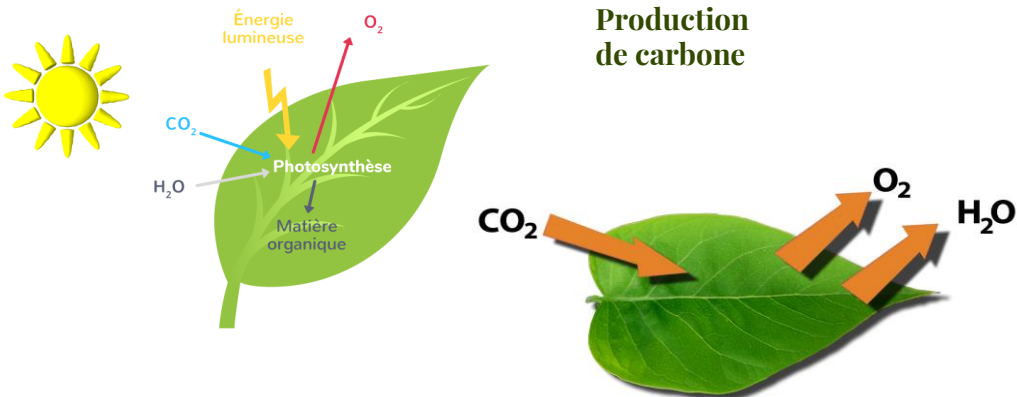


Pourquoi s'intéresser à l'architecture de la vigne?

Architecture



Echanges gazeux



Rendement

Qualité et régularité de la production



Micro - climat





Quel sont les facteurs qui modifient l'architecture chez la vigne en particulier ?

01

Pratiques culturelles

Mode de conduite

Taille , taille hivernale, palissage

Design de plantation

Orientation des rangs
schéma culturale

02

Génétique

Choix des cépages



Description générale de la plante et du rameau de vigne

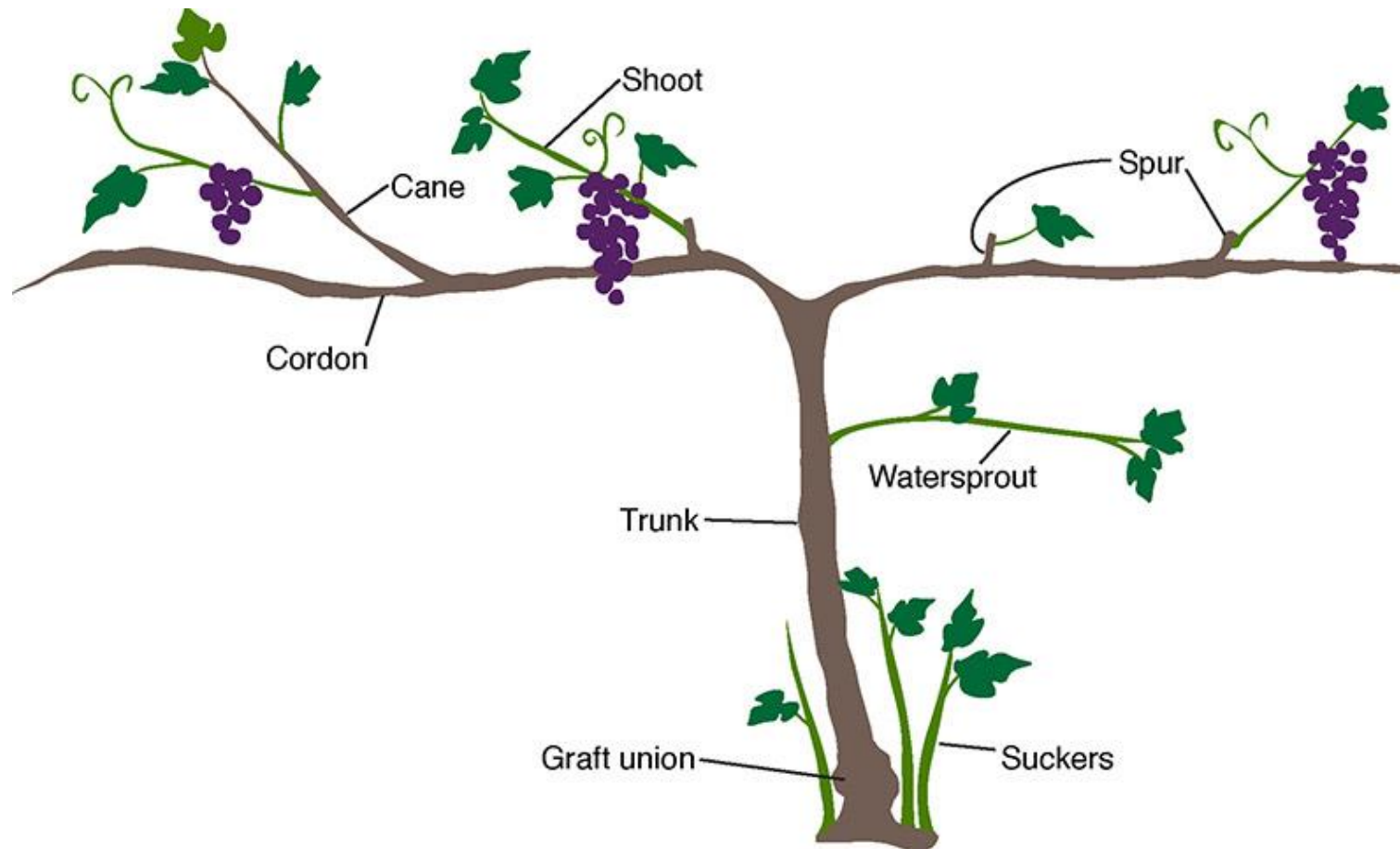


Diagram of larger structural parts of grapevine, courtesy of [University of Minnesota Extension](#)

Typical vinifera grape leaf with five lobes

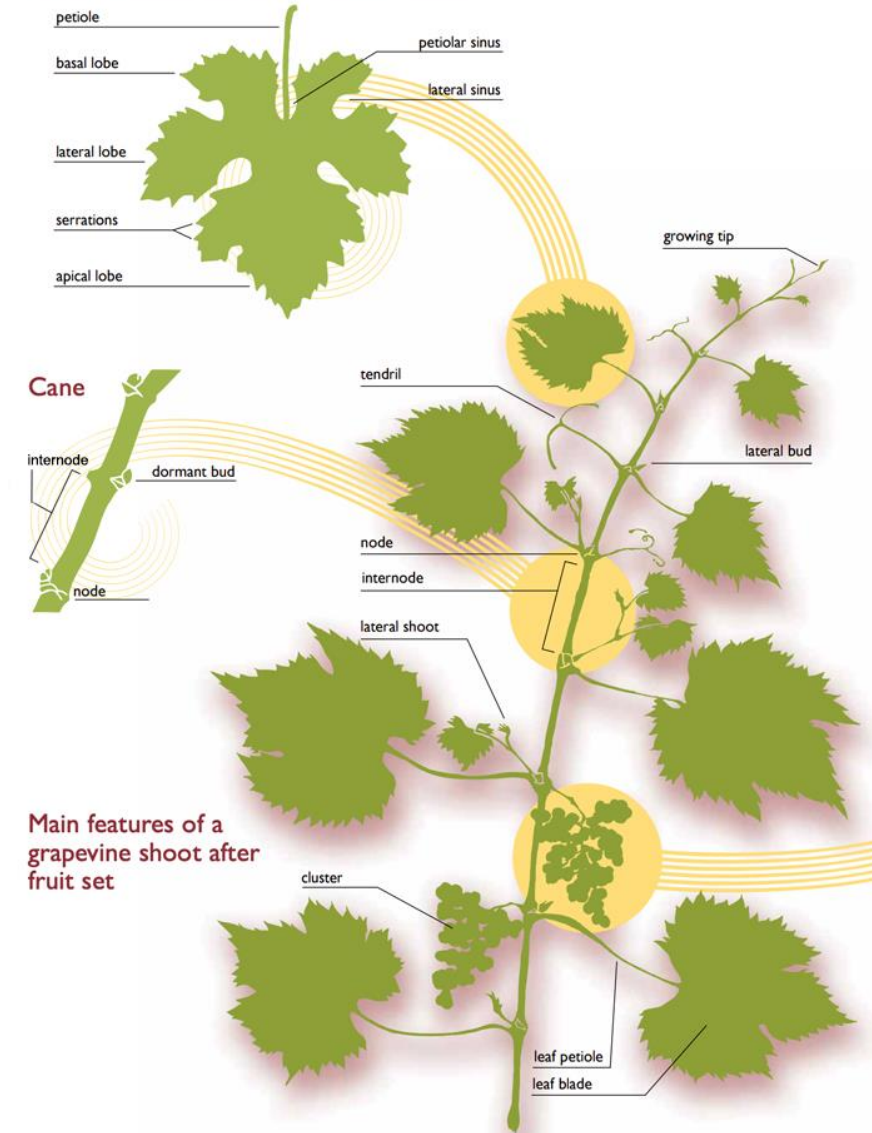


Diagram of the smaller parts of a grapevine's shoots, courtesy of [University of California Division of Agriculture and Natural Resources \(UCANR\)](#).



Critères qualitatifs

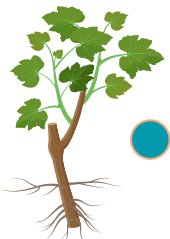
Caractéristiques
des feuilles



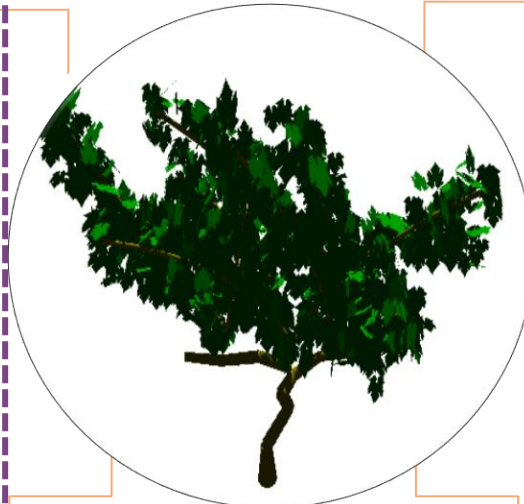
Type de
port



Forme des
rameaux



Vigne



Données quantitatives

Longueur
entre-nœud



Surface foliaire



Nombre de
feuilles I & II





Objectif principal

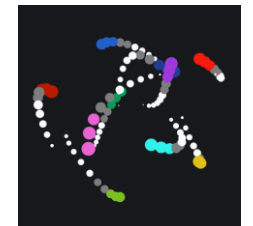
Analyser et modéliser la variabilité inter et intra-génotypique de l'architecture aérienne chez la vigne

Objectifs Spécifiques

01

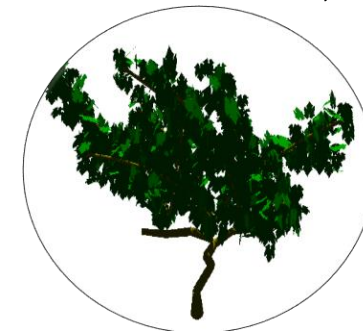
Quelle est la variabilité des traits architecturaux entre les génotypes étudiés ?

- variabilité inter génotypique
- Variabilité intra génotypique (variabilité entre plante, entre rameau et au sein des rameaux)



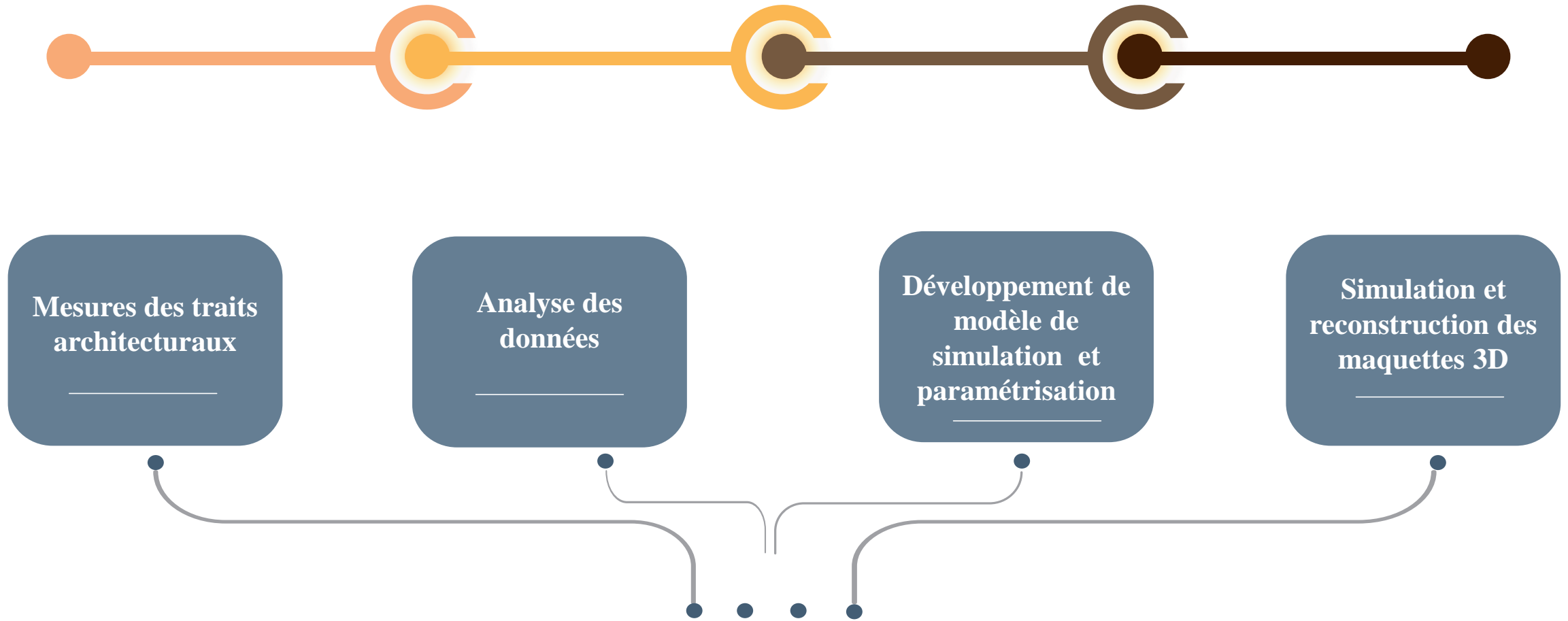
02

Quels sont les paramètres nécessaires pour simuler ces variabilités et comment peut-on les intégrer dans une approche de modélisation ?



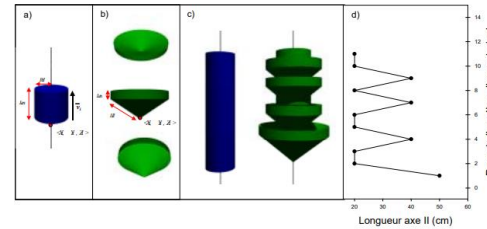


Démarche suivie dans cette étude





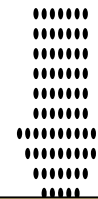
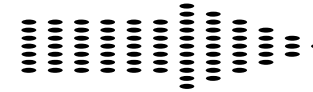
Description du modèle Topvine



Volumes de base utilisés pour la construction des topiaires de rameau



Feuille

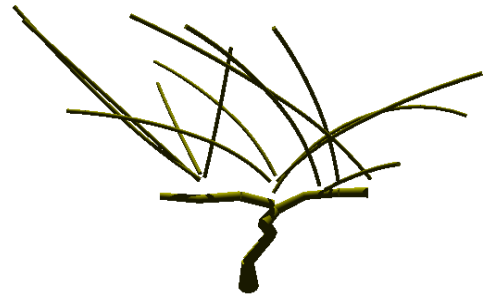


Positionnement final des feuilles



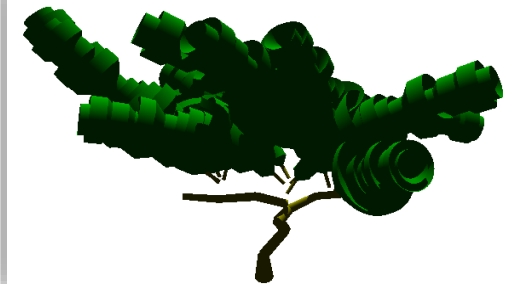
Répartition spatiale des feuilles

Trajectoire des rameaux



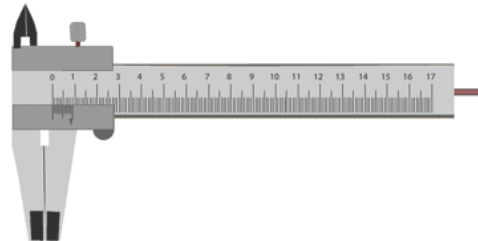
Digitalisation des parties pérennes
+
Distribution des feuilles axe I

Positionnement final des feuilles



Distribution des feuilles axes II







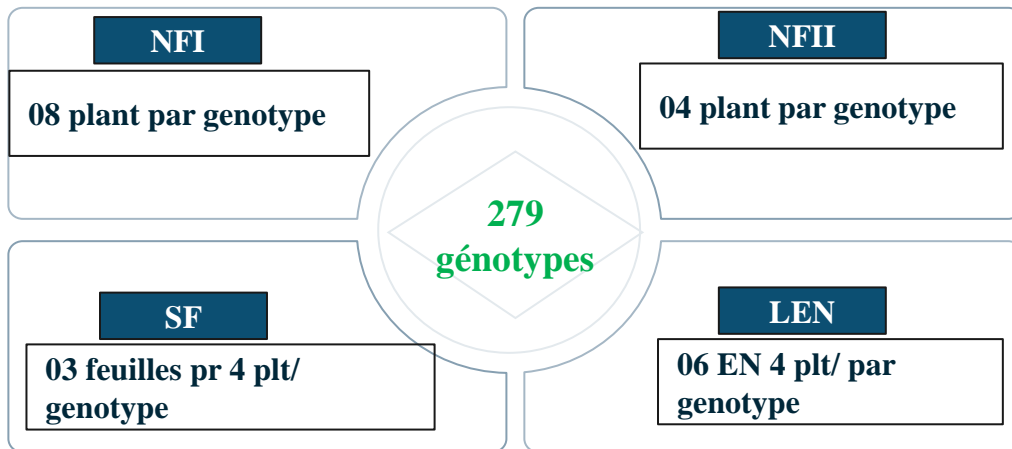
1 Matériel vegetal

279
Génotypes **CRB-Vigne de Vassal-Montpellier**
Une collection unique au monde



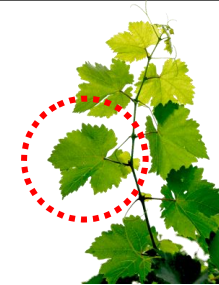
Mode de conduite : en pot
(rameau unique)

279
Génotypes **3 Echantillonnage**

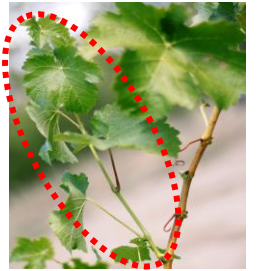


2 Description des traits mesurés

NFI **1**
Nombre de feuilles
Primaires total



NFII **2**
Nombre de feuilles
secondaires total



LEN **3**
Longueur totale des
entrenoeuds



SF **4**
Surface foliaire
totale





1 Matériel vegetal

8 **Génotypes** Vignoble pédagogique expérimental
Pierre Galet du campus de la gaillarde



- Mode de conduite : palissé
- Stade : nouaison

2 Description des traits mesurés

NFI ①
Nombre de feuilles
Primaires

NFII ②
Nombre de feuilles
secondaires

Profil SF ⑤
Profil normalisé SF

Profil LEN ⑥
Profil normalisé
LEN

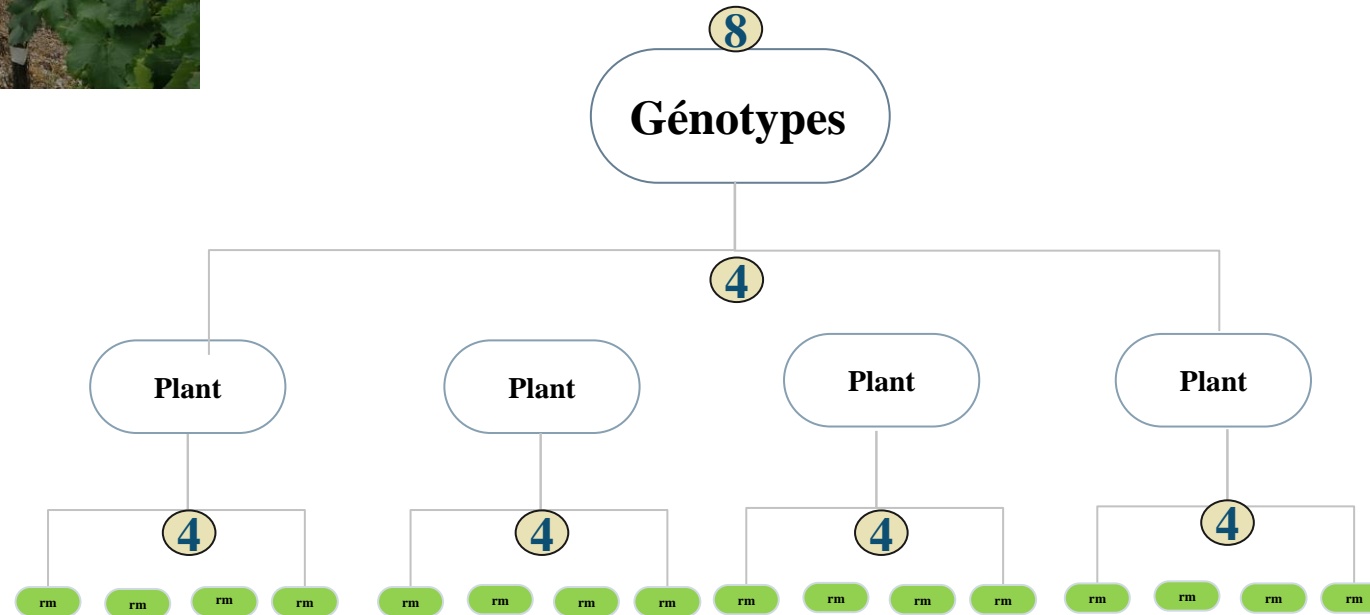
LEN ③
Longueur moyenne
des entrenoeuds

SF ④
Surface foliaire
moyenne

D.rm ⑦
Distribution des
rameaux

D.SFII ⑧
Distribution de
feuilles secondaire

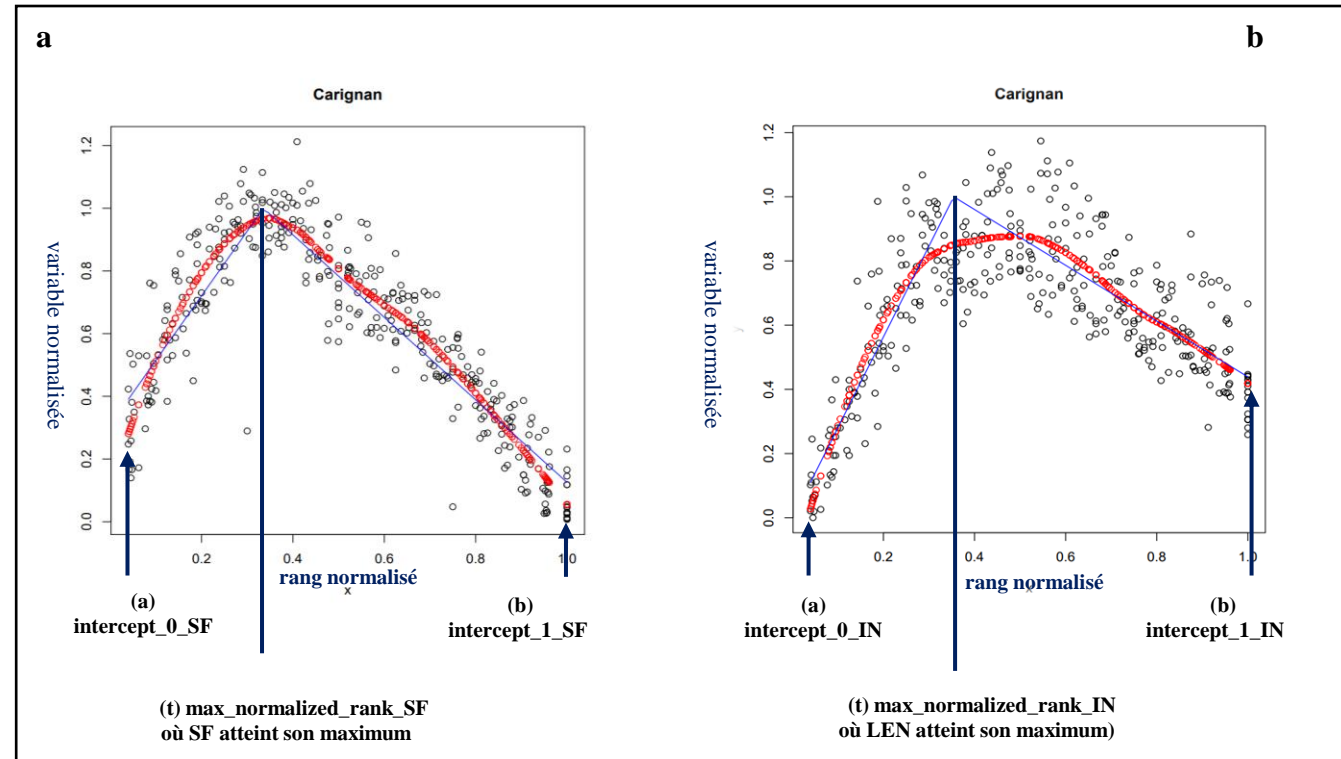
3 Echantillonnage



8 genotypes, 4 plants/génotype, 4 rameaux/Plant



Modélisation des variables à l'échelle du rameau



- intercept_0_SF

- max_normalized_rank_SF

- intercept_1_SF

(a)

(t)

(b)

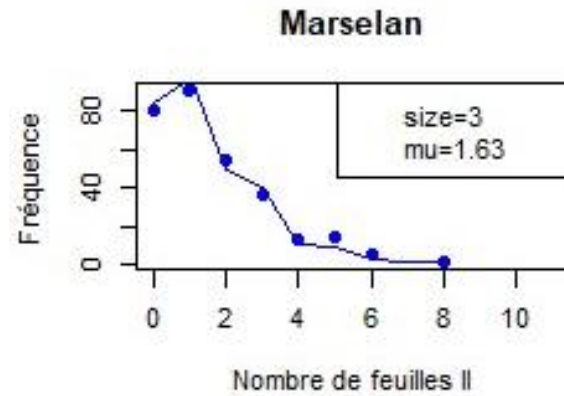
- intercept_0_IN

- max_normalized_rank_IN

- intercept_1_IN



Fréquence d'apparition des feuilles secondaires



X = Nombre de feuille secondaire

Y = Fréquence d'apparition des feuilles secondaires

□ Paramètres de la loi binomiale négative

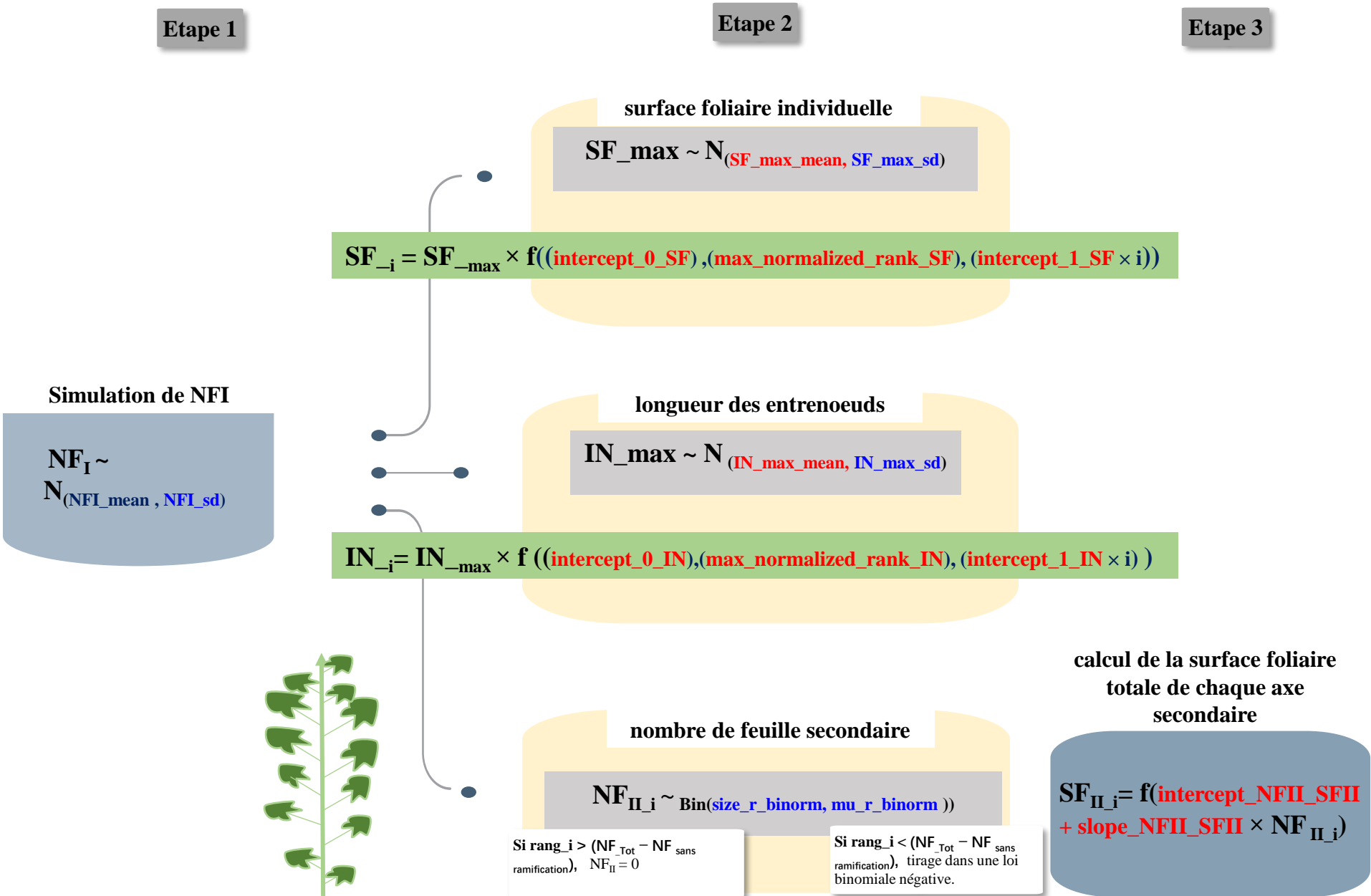
- Size : dispersion
- Mu (μ) : l'espérance

L. Binomiale Négative



bourgeons

Modèle de simulation du rameau

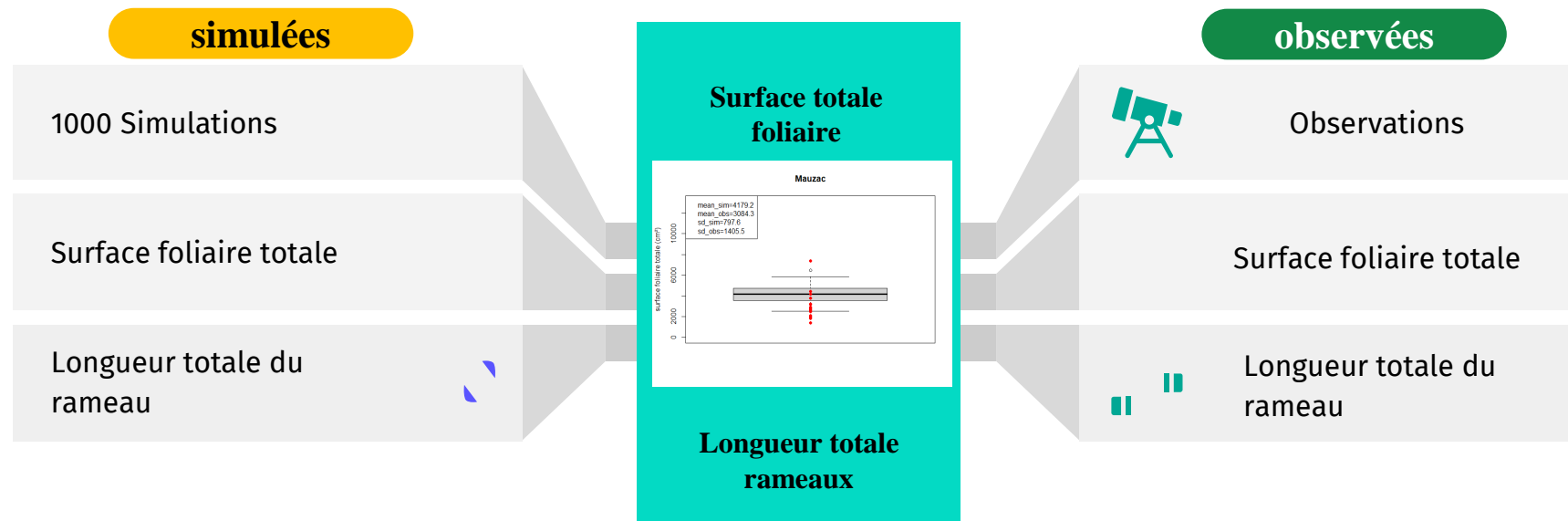


Paramètres du modèle
NFI_mean
NFI_sd
SF_max_mean
SF_max_sd
max_normalized_rank_SF
intercept_0_SF
intercept_1_SF
IN_max_mean
IN_max_sd
max_normalized_rank_IN
intercept_0_IN
intercept_1_IN
slope_NFII_SFII
intercept_NFII_SFII
size_r_binorm
mu_r_binorm







Validation du modèle et construction de maquettes 3D

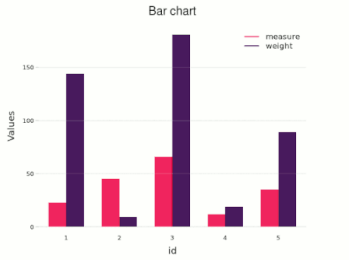
Confrontation des données (simulées vs observées)





Analyse statistique des données

				
	NFI	NFII	LEN	SF
	comptage		Mesures	
Anova	✓	✓	✓	✓
Kruskal-Wallis			✓	✓
Poisson de type Anova	✓	✓	✗	✗
Variance components Analysis	✓	✓	✓	✓

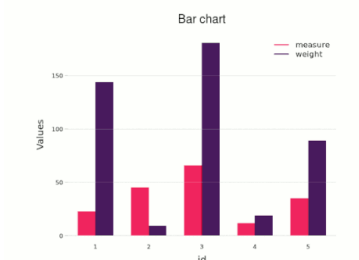
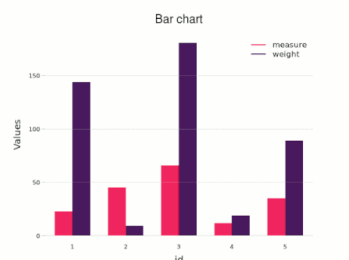
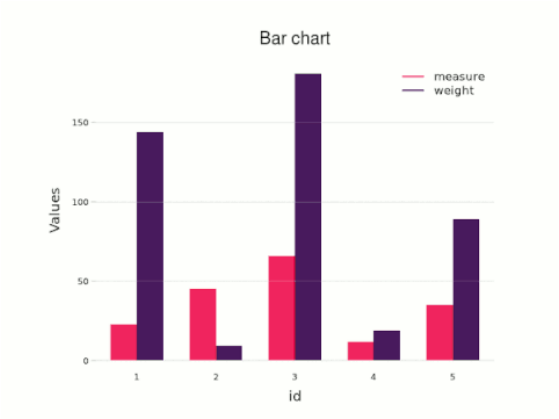
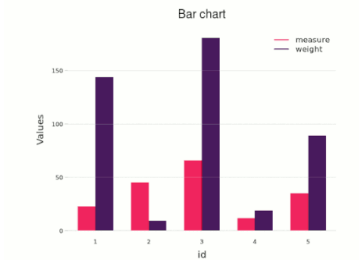


Bar chart

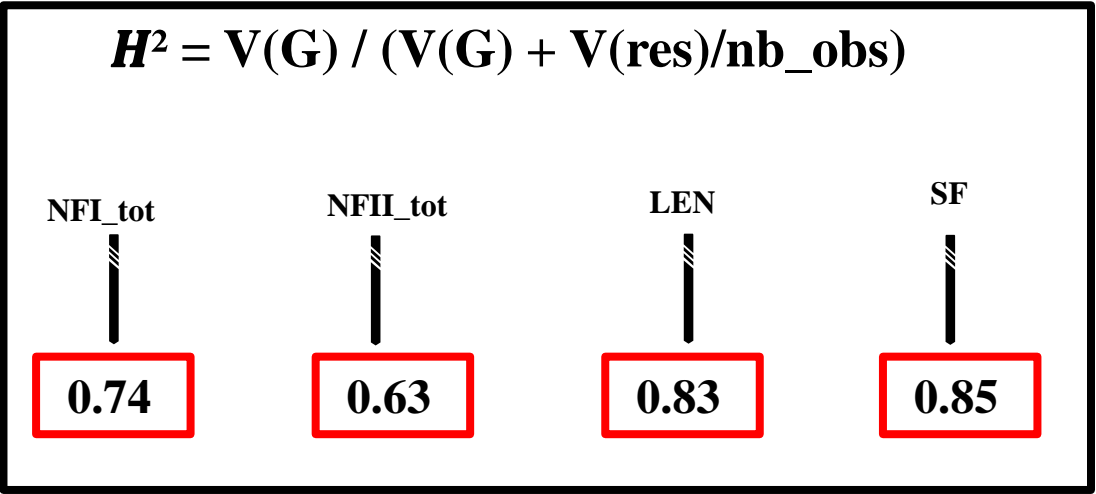
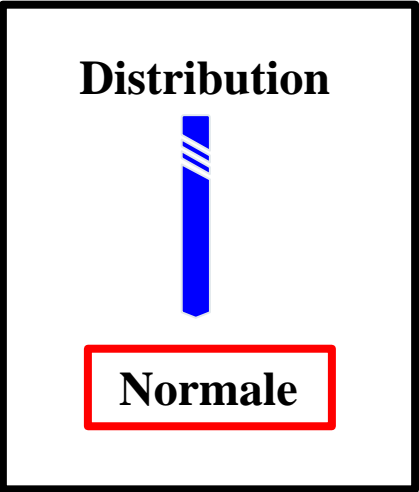
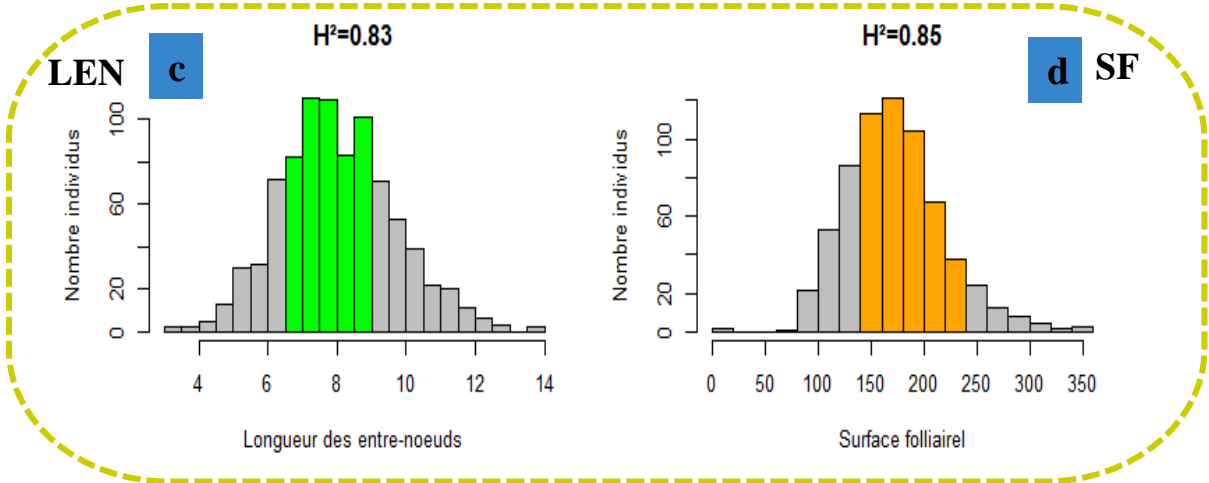
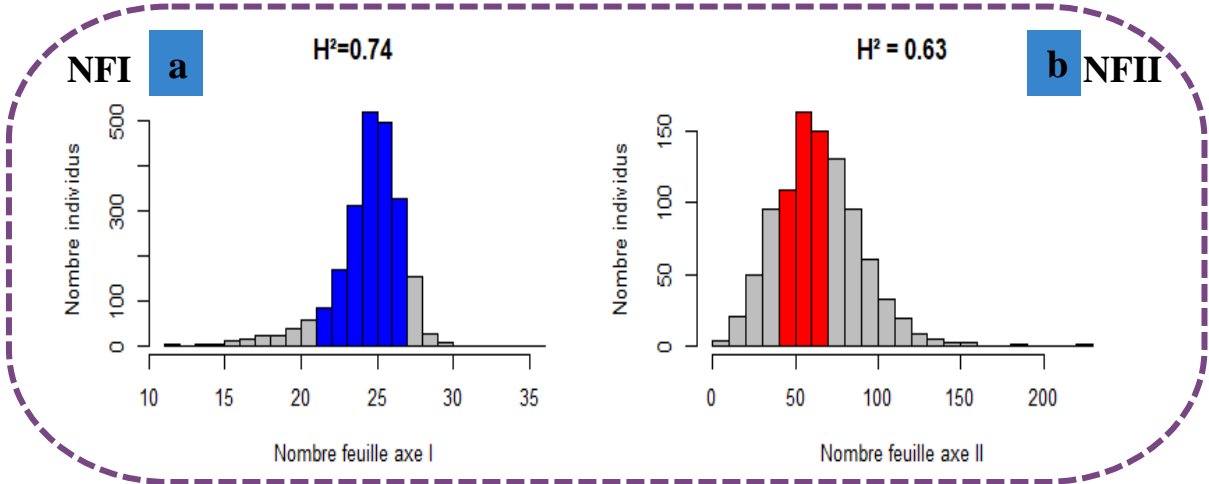


Résultats





Analyse génotypique des 279 génotypes

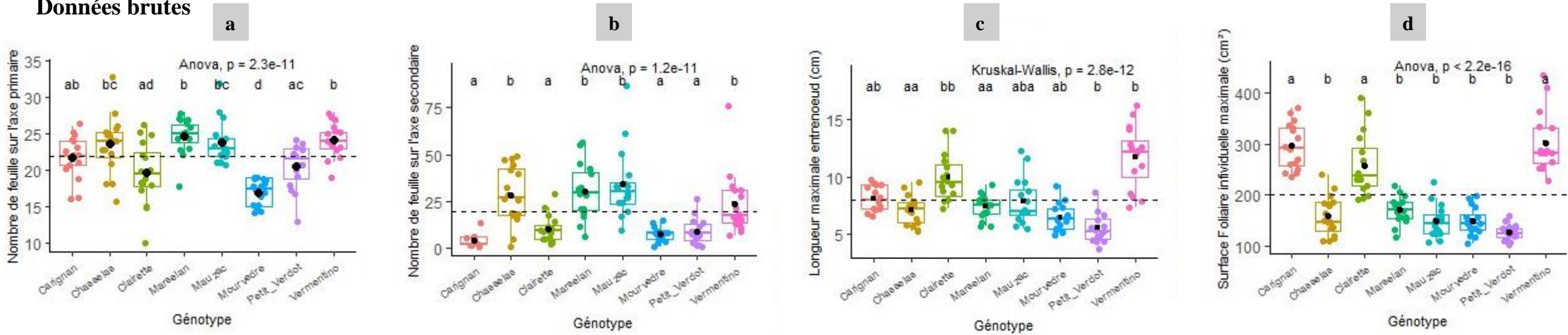


H^2 = Proportion de la variation phénotypique totale d'un caractère qui peut être attribuée à la variation génétique.

Cette hypothèse a été mise en évidence par Lebon et al., en 2004 qui ont montré, que le nombre de feuilles secondaires est le trait le plus "plastique" en réponse au déficit hydrique

Analyse des traits développementaux et morphologiques des huit génotypes issus des expérimentations au champ en 2023

Données brutes



Variabilité des traits d'architectures a- nombre de feuilles sur l'axe primaire (NFI), b- Nombre de feuille sur l'axe secondaire (NFII), c- Longueur maximale entre-nœuds (LEN_max, d- surface foliaire individuelle maximale des en fonction des génotypes.

Massonnet et al., en 2004 (variabilité architecturale entre les différents génotypes de pommier)

Variance expliquée par les traits d'architecture étudiés NFI, NFII, LEN, SF

NFI	NFII	LEN	SF
Génotype = 37.7 %	41.2 %	73.3 %	73.4 %
Plante Génotype = 15.2 %	11.4 %	15 %	8.7 %
Rameau Plant Génotype = 47%	47.7 %	11.7 %	17.9 %

Paramètres d’estimation issus du profil de la surface foliaire et de la longueur entre-noeud

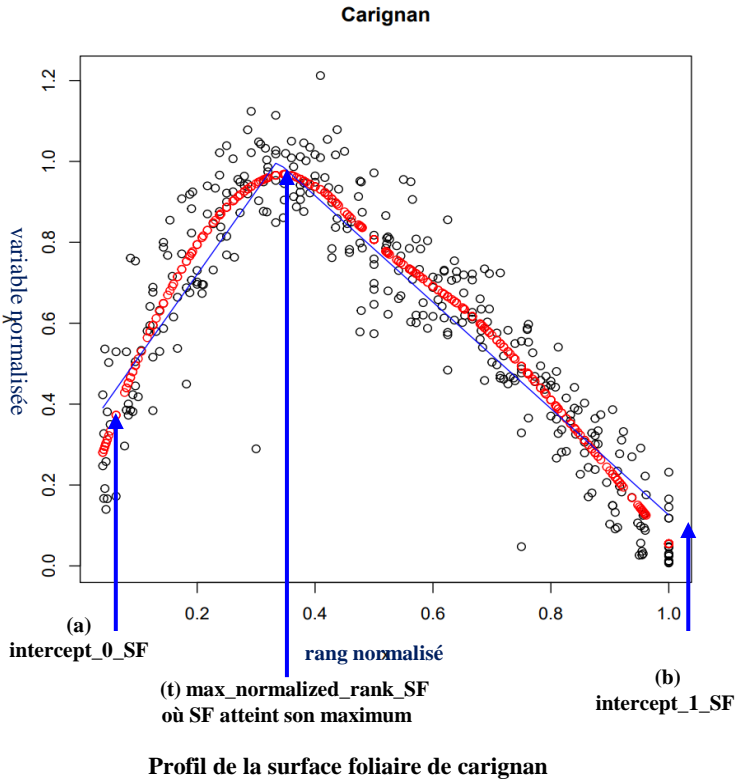


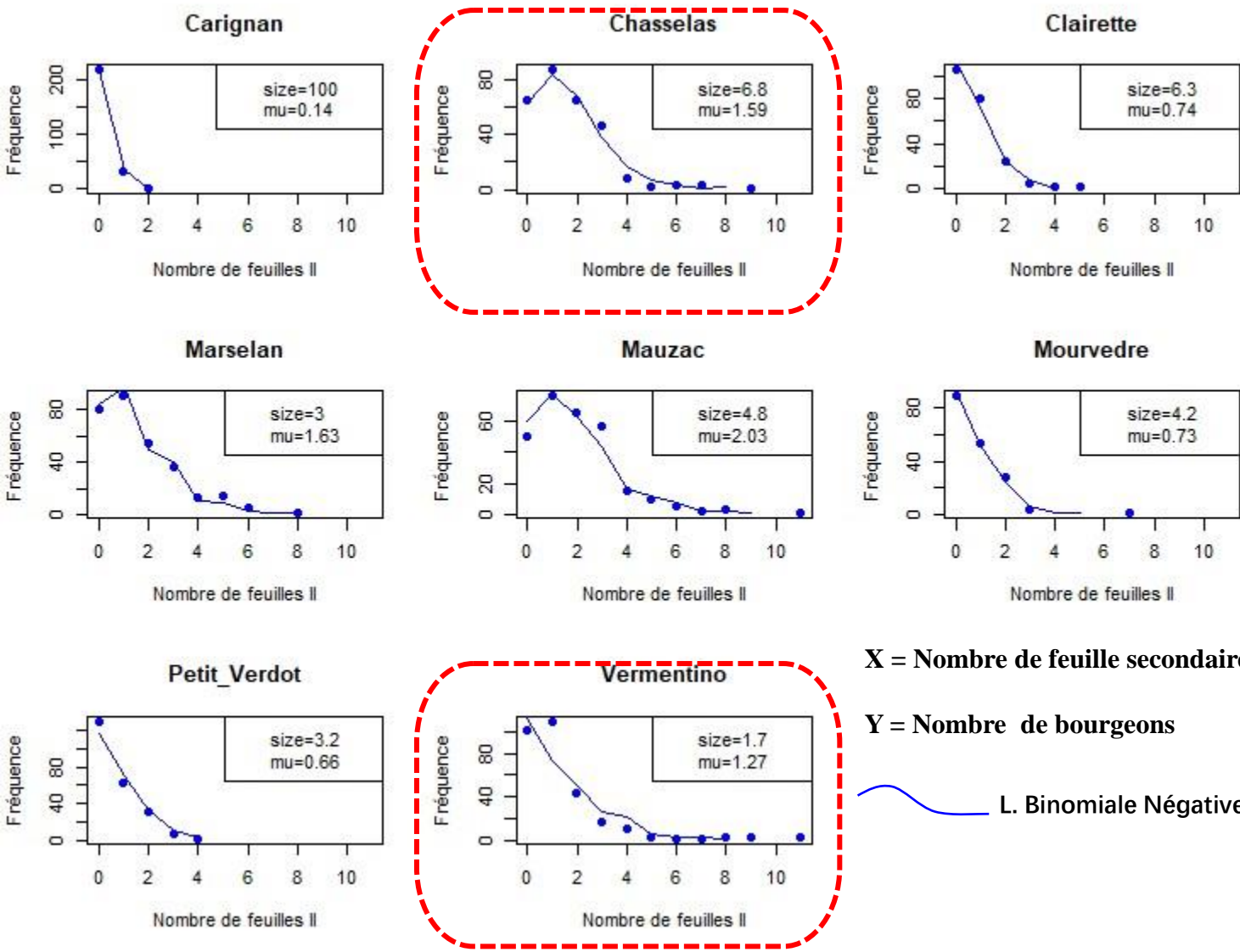
Tableau 6 : Paramètres d’estimation issus du profil normalisé de la surface des feuilles (a) et les longueurs des entre-nœuds (b) le long du rameau des 8 génotypes (a = intercept o, t= max_normalized_rank, b= interctep1)

	Surface foliaire_normalis�e			Longueur entrenoeud_normalis�e		
	a	t	b	a	t	b
Carignan	0.31	0.34	0.13	0	0.35	0.44
Chasselas	0.22	0.26	0.18	0	0.25	0.43
Clairette	0.25	0.34	0.2	-0.04	0.38	0.48
Marselan	0.14	0.28	0.29	-0.05	0.26	0.35
Mauzac	0.22	0.27	0.21	-0.01	0.3	0.41
Mourv�dre	0.16	0.39	0.25	-0.07	0.38	0.53
Petit verdot	0.23	0.33	0.21	0.11	0.32	0.48
Vermentino	0.26	0.34	0.21	0.19	0.46	0.46

- intercept_0_SF (a) = 0.31
- max_normalized_rank_SF (t)= 0.34
- intercept_1_SF (b) = 0.13

Diversité de profil vis à vis des génotypes étudiés

Fréquence d'apparition des feuilles secondaire



Génotype	Carignan	Chasselas	Clairette	Marselan	Mauzac	Mourvedre	Petit_Verdot	Vermentino
Size	100	6.83	6.30	2.96	4.83	4.21	3.20	1.68
mu(μ)	0.14	1.59	0.74	1.63	2.03	0.73	0.66	1.27

X = Nombre de feuille secondaire

Y = Nombre de bourgeons

 L. Binomiale Négative

Chasselas

Size = 1.68

mu(μ) = 1.27

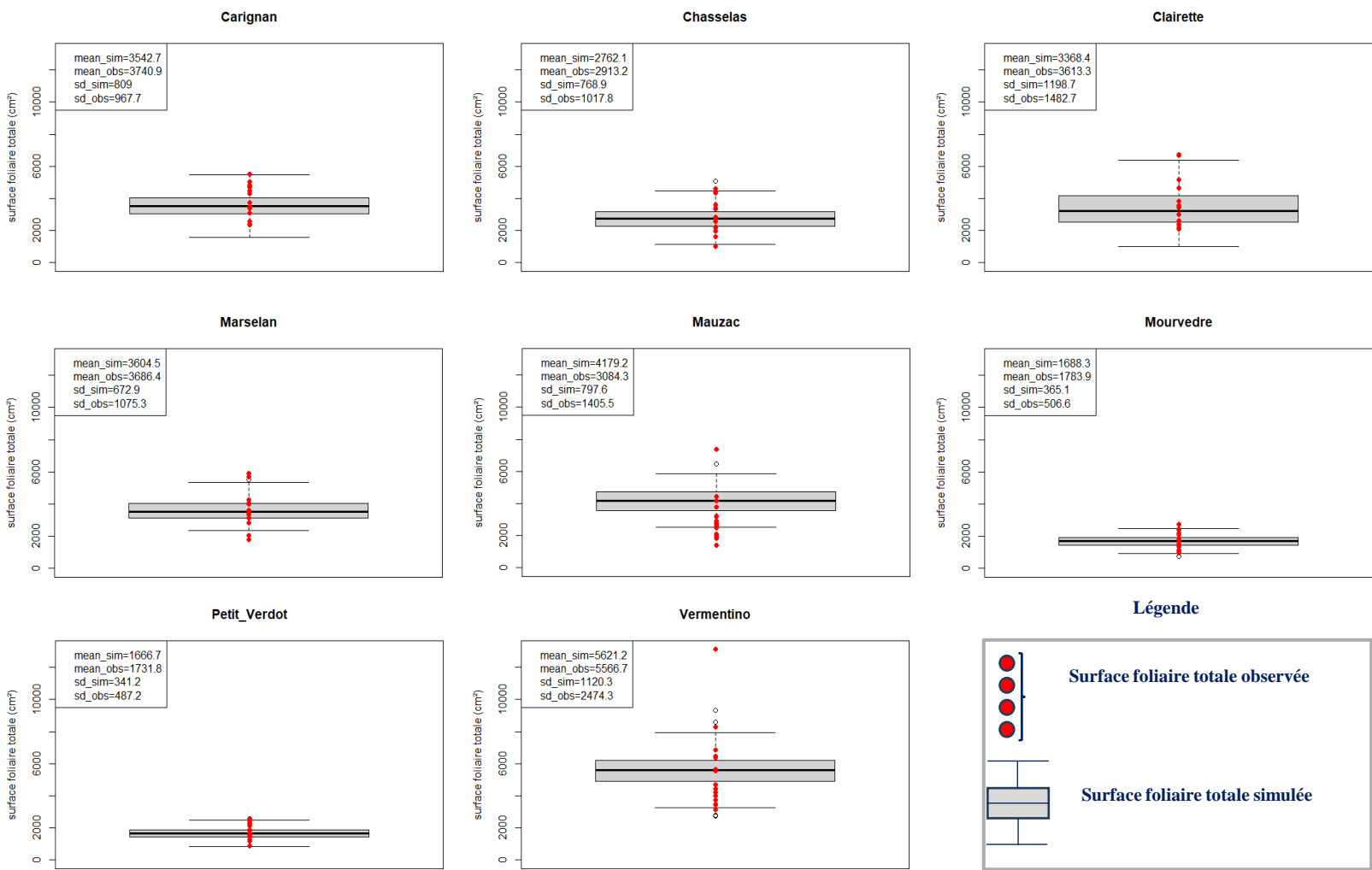
Vermentino

Size = 1.68

mu(μ) = 1.27

Simulation et confrontation aux variables intégratives

Simulation de la Surface foliaire



Marselan

$\text{mean_sim} = 3604.5 (\pm 672.9) \text{ cm}^2$

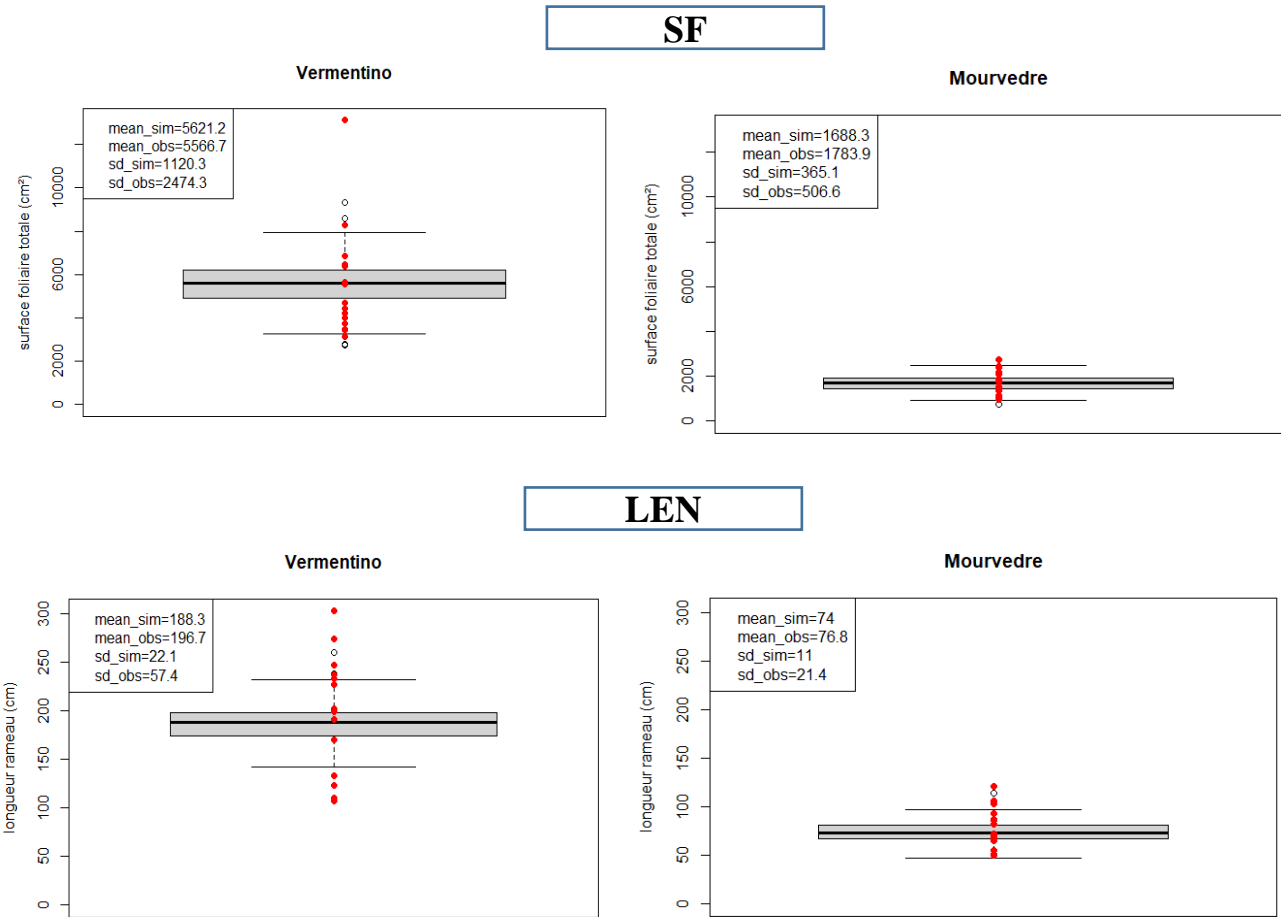
$\text{mean_obs} = 3686.4 (\pm 1075.3) \text{ cm}^2$

Carignan

$\text{mean_sim} = 3542.7 (\pm 809) \text{ cm}^2$

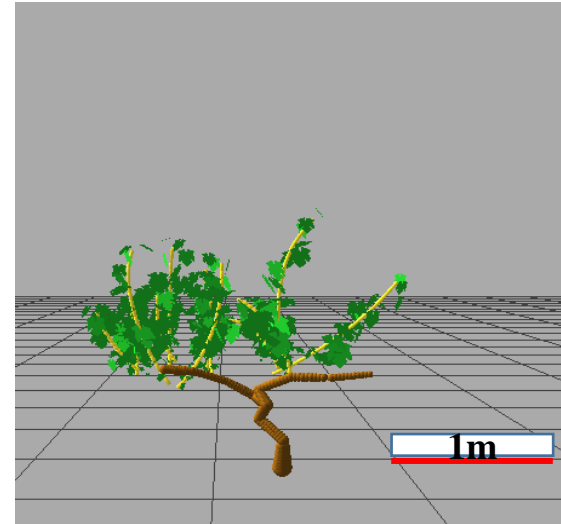
$\text{mean_obs} = 3740.9 (\pm 967.7) \text{ cm}^2$

Simulation de LTR et SFT de Vermentino et Mourvèdre

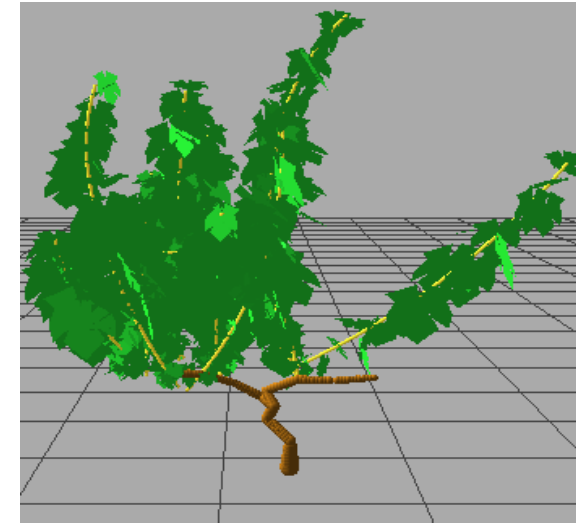


Maquette 3D de deux génotypes

Mourvèdre



Vermentino



NFI = 16.9
NFII = 7.5
LEN = 6.4 cm
SF = 135.8 cm  

NFI = 24.3
NFII = 23.2
LEN = 11.7 cm
SF = 279 cm  





Limites de l'approche de modélisation

Rameaux ont été considérés
comme équivalents,
représentés par un "rameau
moyen " pour un génotype
considéré

a *Exemple du fichier rameau moyen*

17	0	0
1	17.41453411	33.04
1	34.82906822	33.04
0	52.24360232	0
2	69.65813643	88
2	87.07267054	88
1	104.4872046	33.04
0	109.7889753	0
0	104.772466	0
0	99.75595661	0
0	94.73944727	0
2	89.72293793	88
0	84.70642859	0
0	79.68991924	0
0	74.6734099	0
0	69.65690056	0
0	64.64039122	0
0	59.62388188	0

NF _{II}	SF _{I-ind}	SF _{II-ind}
------------------	---------------------	----------------------

Nombre de phytomère



Perspectives d'application de l'approche de modélisation

01

**Analyse de sensibilité
des paramètres
d'estimation**

02

**Utiliser ces
reconstructions 3D pour
caractériser l'impact des
traits d'architecture sur
les variables
d'interception du
rayonnement**

03

**Valider ce modèle sur
des données
d'interception des
rayonnements**

04

**Elargir l'approche à de
vaste population de
génotypes**



Les points essentiels à retenir de cette étude

Distribution des données et H^2

- Normalement distribuées
- Forte héritabilité des variables

Variabilité

- Différences marquantes du nombre de feuilles primaire, nombre de feuilles secondaire, la surface foliaire, et la longueur des entre-nœuds vis-à-vis des génotypes.
- Variabilité inter et intra-génotypique, profil de SF et LEN, distribution de bourgeons

Parametre d'estimation

- Bonne concordance entre les paramètres d'estimation et les mesures exhaustives

Validation du modèle

- Résultats de la validation ont montré que les sorties du modèle étaient en bon accord avec l'ensemble des données et que le modèle simule bien les données



L'approche de modélisation mise en place offre leviers et nouvelles perspectives d'étude impliquant la conception d'une stratégie de gestion durable du vignoble par l'utilisation conjointe de la modélisation architecturale et de l'analyse écophysiological du fonctionnement de la plante.

