

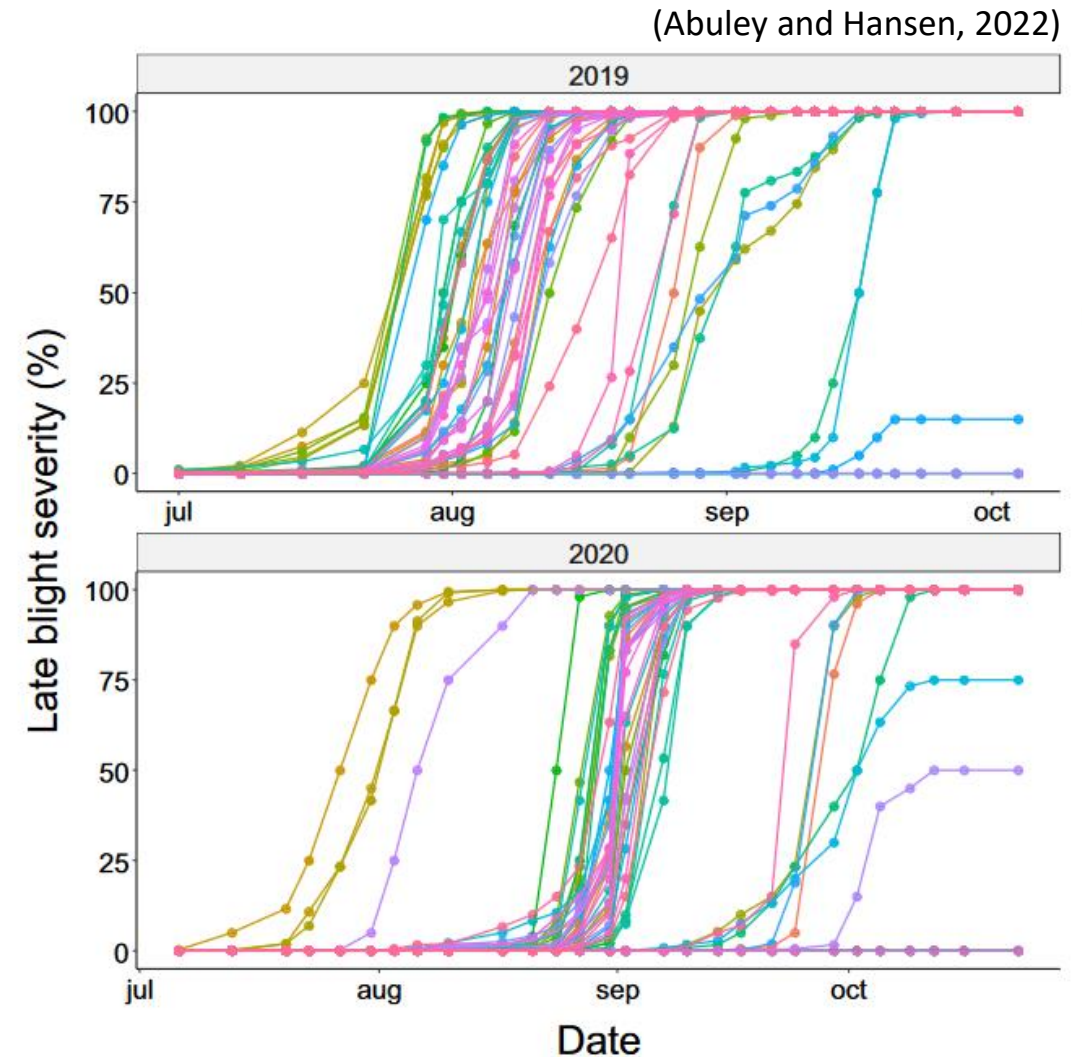


Créer des classes de profils épidémiques
et évaluer l'influence de l'hôte, du pathogène et du climat
pour optimiser l'utilisation des résistances variétales

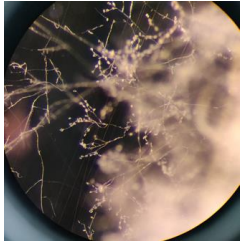
Delphine Chauvin

Profil épidémique et résistance variétale

- Quels profils épidémiques ?
- Lien avec résistance variétale (notation)
- Stabilité ou variabilité spatiale et temporelle ?
 - Variabilité temporelle (Abuley and Hansen, 2022) (Ericson, Müller and Burdon, 2017) (Hansen *et al.*, 2007)
 - Variabilité spatiale (Hansen *et al.*, 2007)
- Influence de l'hôte, du pathogène et de l'environnement ?



Cas : mildiou sur pomme de terre



- Mildiou :
 - *Phytophthora infestans*,
 - 1ère raison fongicides sur pomme de terre
 - Maladie rapide et destructrice



- Pomme de terre :
 - Grande culture mondiale
 - Des gènes de résistances qualitative et quantitative
 - A priori sur profils épidémiques (Van Der Plank, 1966)
 - Quali : décale le départ (ou pas de départ si non contournée)
 - Quanti : ralentit la progression
 - Quali + quanti : forte résistance

- Mieux connaître épidémies : profiter des résistances variétales et limiter les fongicides

1966]

VAN DER PLANK: RESISTANCE AGAINST BLIGHT

47

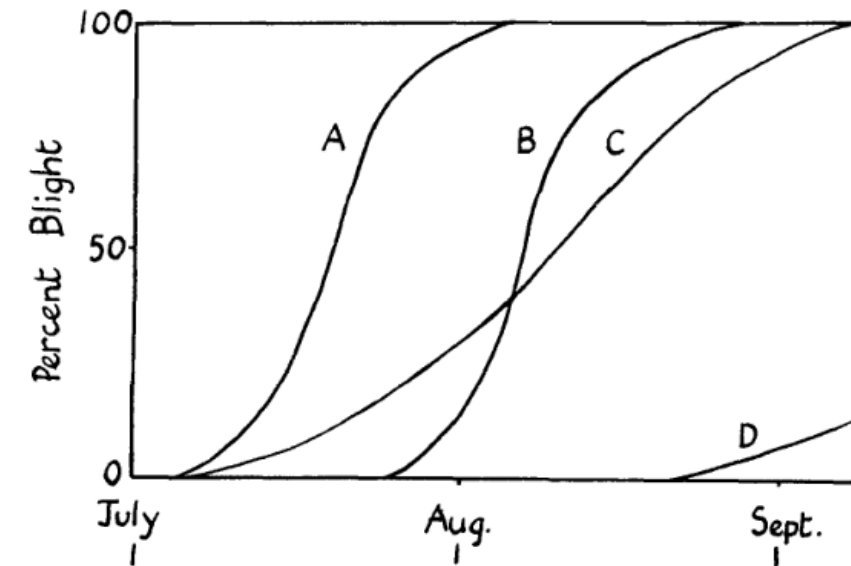
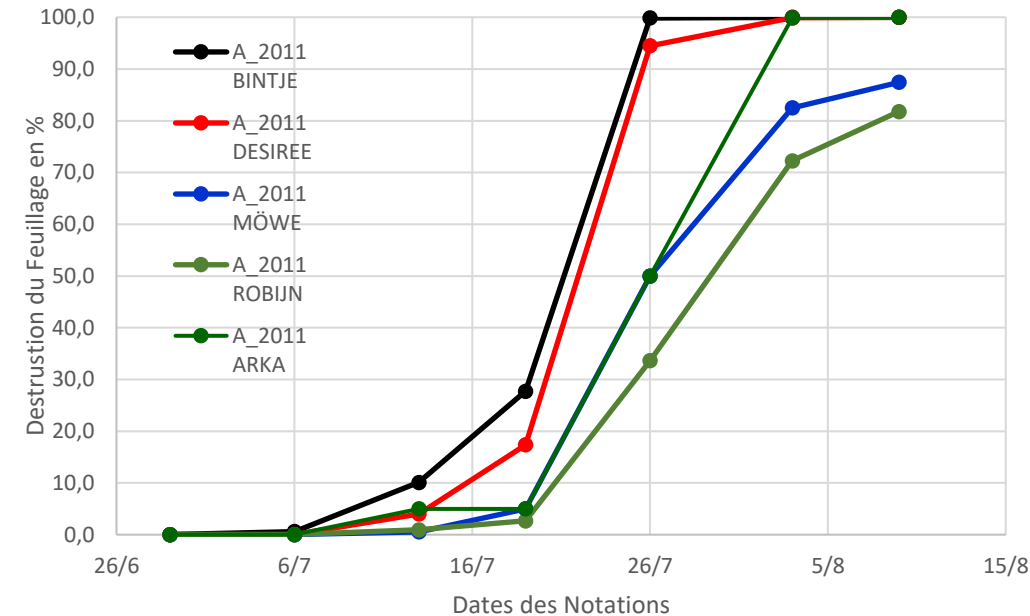


FIG. 3.—The progress of epidemics of blight in four varieties, shown diagrammatically. The variety A has no vertical resistance and small horizontal resistance; B has vertical resistance, but only the same small horizontal resistance as A; C has much horizontal resistance, but, like A, no vertical resistance; and D has vertical resistance — with the same R-genes as B — plus much horizontal resistance, the same as in C. The horizontal resistance in C and D is such that it reduces the infection rate to less than half of what it is in A and B; and the epidemic in D is consequently delayed more than twice as long as in B, both compared with A as the standard.

Van Der Plank, J.E. (1966) 'Horizontal (polygenic) and vertical (oligogenic) resistance against blight', American Potato Journal, 43(2)

Présentation des données : Notations maladie

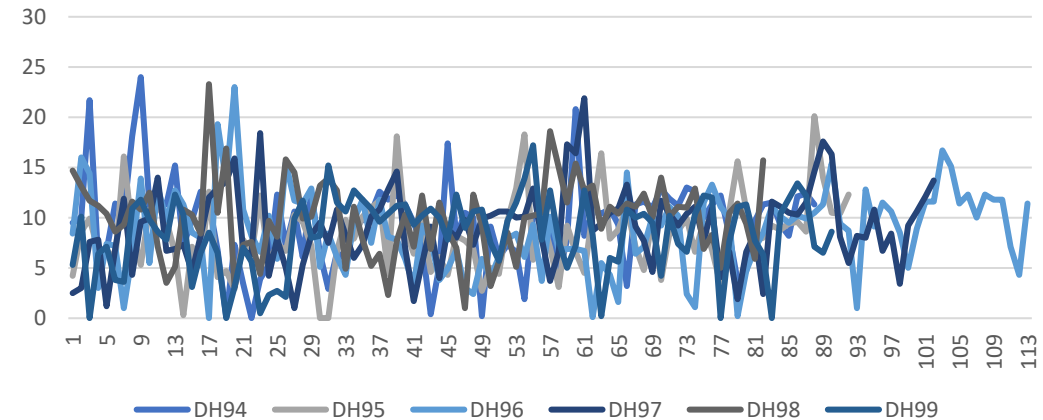
- Notes destruction feuillage sur des micro-parcelles
- 1 site : Ploudaniel
- 29 années : 1994 à 2022
- Notation CTPS + Projet Potstar (2000-2011)
- 201 Génotypes de pommes de terre :
 - 43 variétés : témoins et évaluées (1427 courbes)
 - 35 hôtes différentiels : gènes R connus (759 courbes)
 - 3+120 génotypes de sélection (340 courbes)



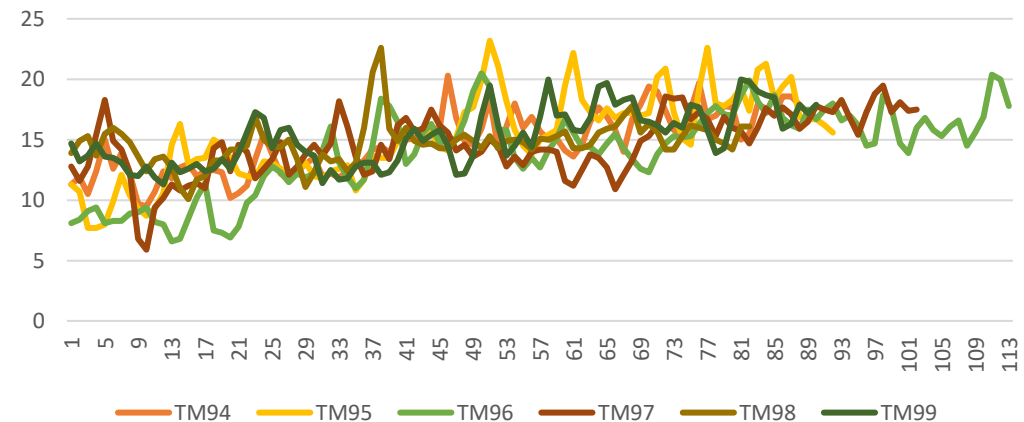
Présentation des données : Météo quotidienne

- Station météorologiques de Ploudaniel
 - Données quotidiennes
 - Période : plantation à récolte
 - Humidité : Durée d'humectation, Durée HR>80%, Durée HR>90% et Précipitations
 - Température : Moyenne, Minimale et Maximale
 - Vent : Vitesse et direction

Données quotidiennes de durée d'humectation
de 94 à 99



Données quotidiennes de température moyenne
de 94 à 99



Objectifs

- Quels types d'épidémies différentes peut-on observer ?
- Quelle est l'influence de l'hôte, du pathogène et du climat sur cette typologie?

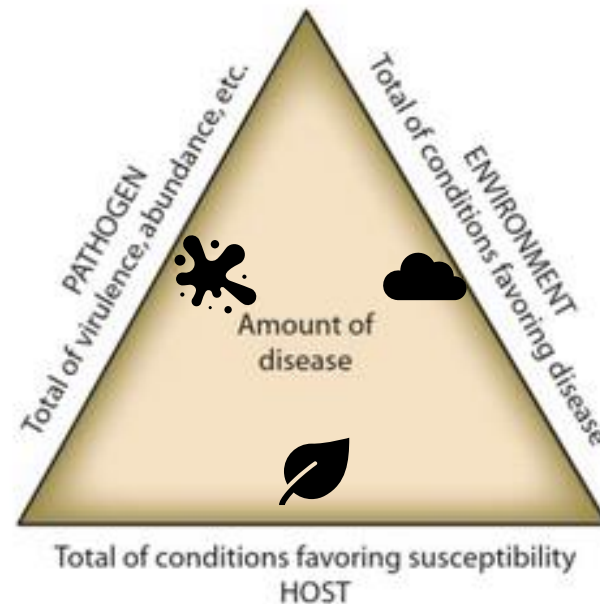


FIGURE 2-1 The disease triangle.

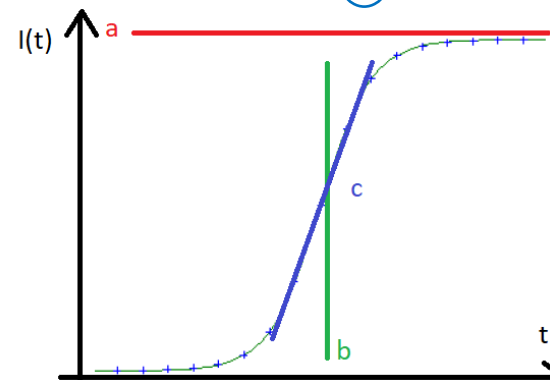
Modélisation des épidémies

- Modèle de croissance logistique
- Ajustement : Méthode des moindres carrés
- Paramètres fixés si non identifiables

$$I(t, a, b, c) = \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{b-t}{c}\right)}$$

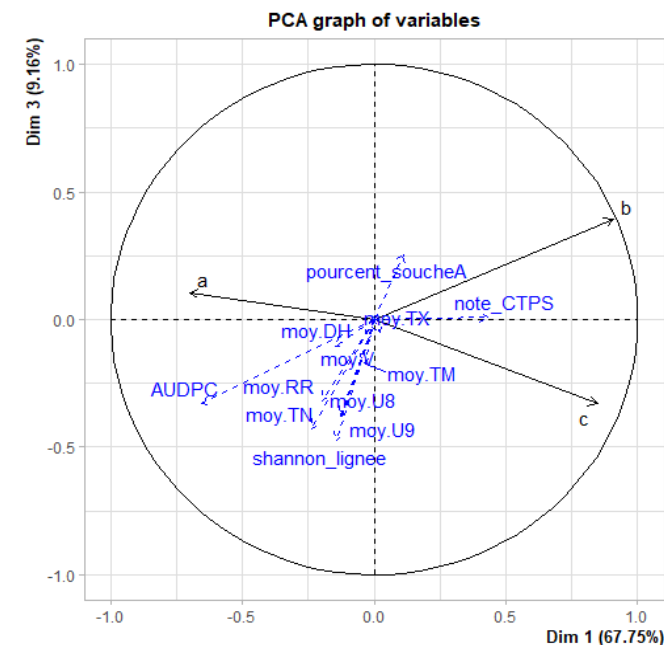
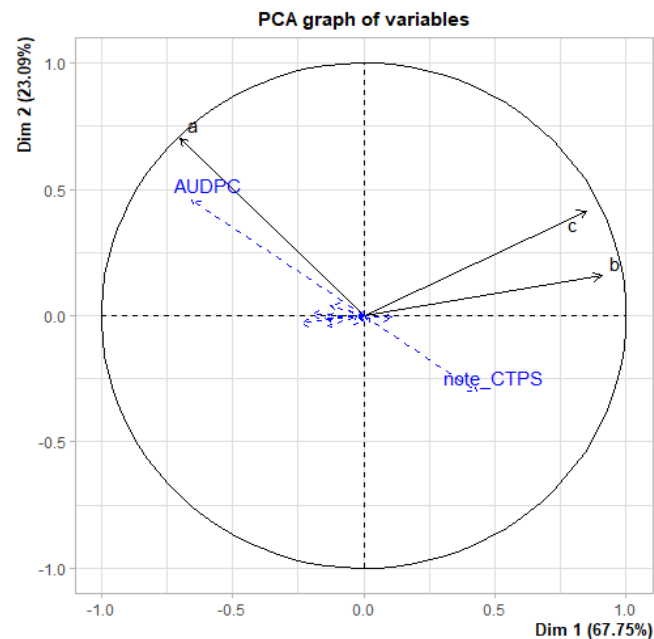
3 paramètres :

- a l'asymptote
- b le point d'inflexion de la courbe
- c qui caractérise la pente

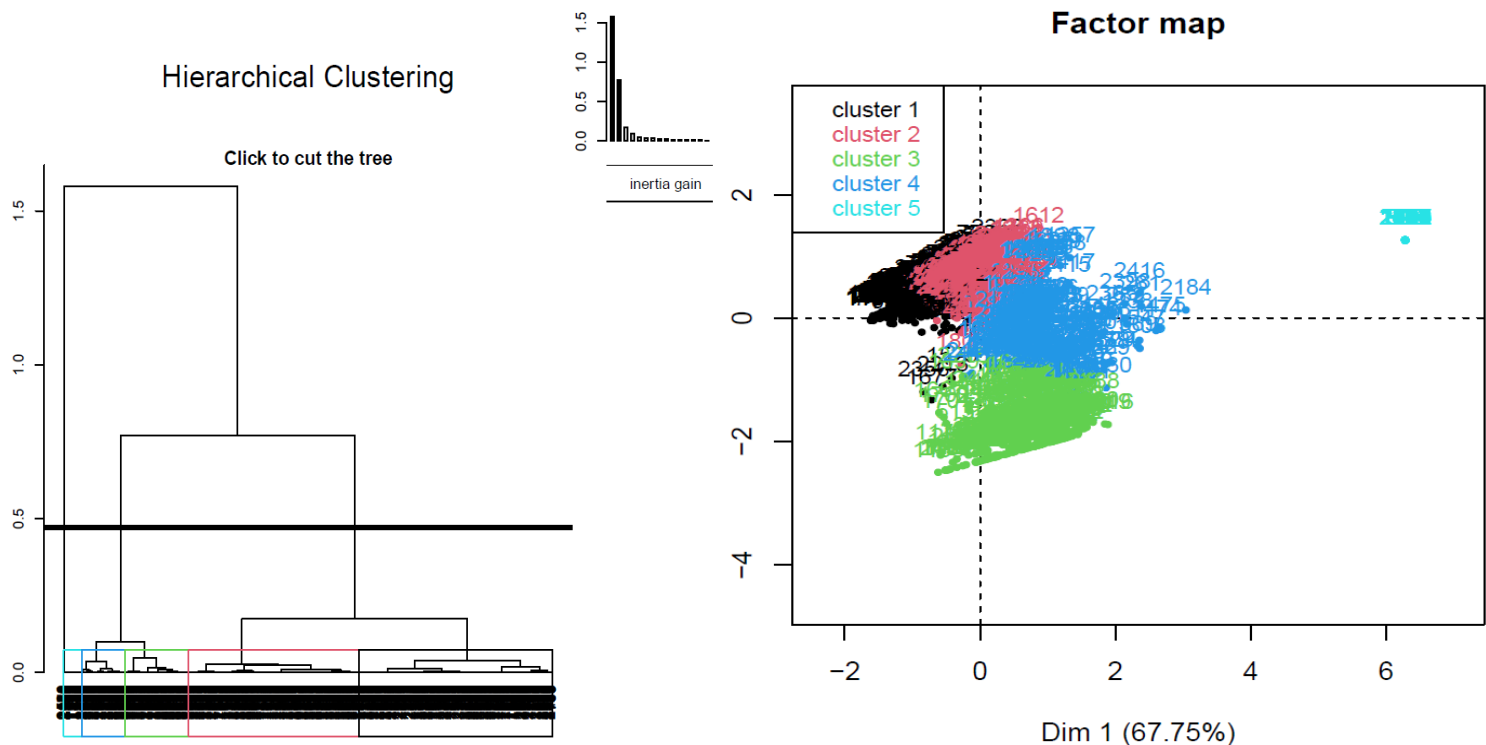


Typologie des épidémies

- ACP :
 - Variables explicatives : **a**, **b**, **c**
 - Variables illustratives : AUDPC, climat, note CTPS, souches majoritaires etc...



- HCPC :

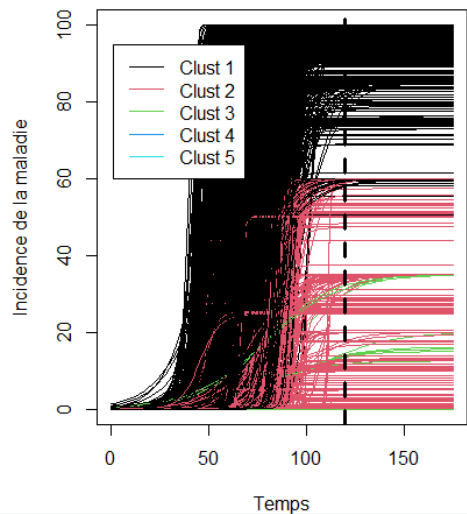


Nombre de clusters :

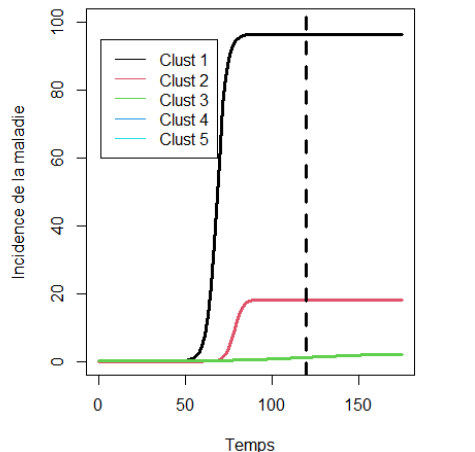
3 : 3 types attendus : sensibles, résistant, résistant total

5 : comme 4 + possibilité de différencier des sensibles

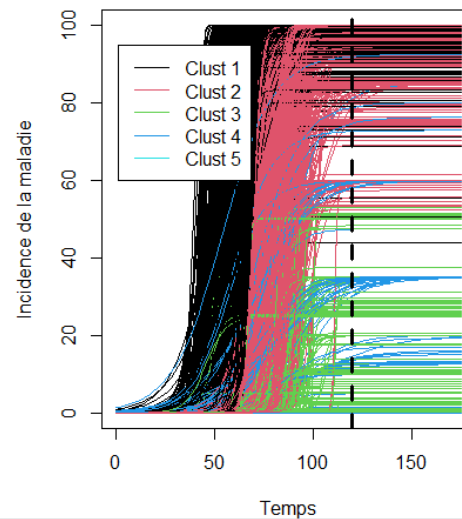
Courbes modélisées des épidémies



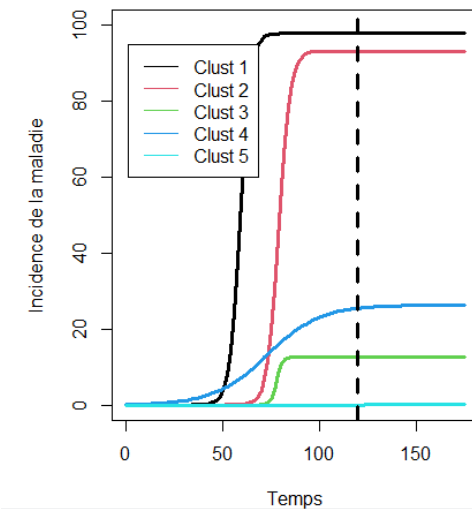
Courbes moyennes des épidémies modélisées



Courbes modélisées des épidémies



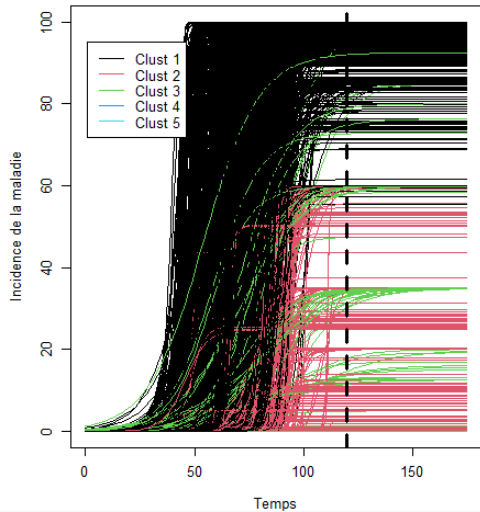
Courbes moyennes des épidémies modélisées



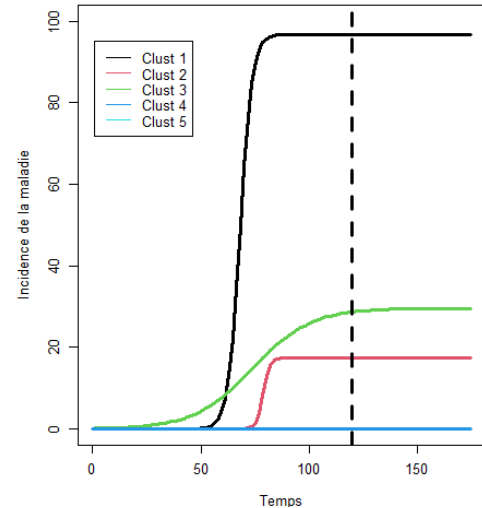
4 : intéressant car 4 types attendus (sensible, résistant lent, résistant décalé, résistant total)

6 : division dans les résistants

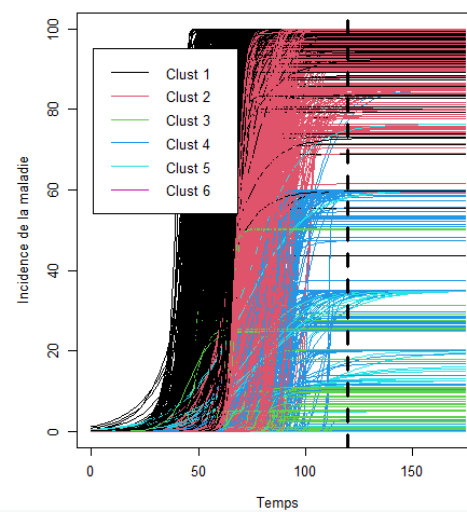
Courbes modélisées des épidémies



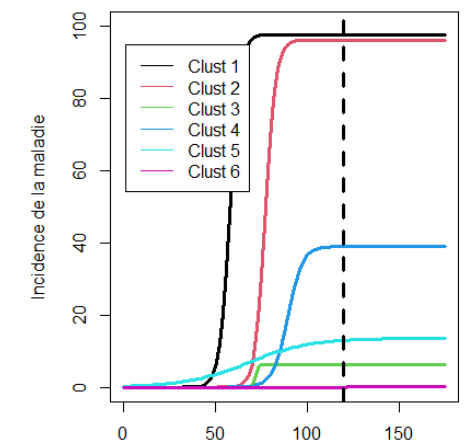
Courbes moyennes des épidémies modélisées



Courbes modélisées des épidémies

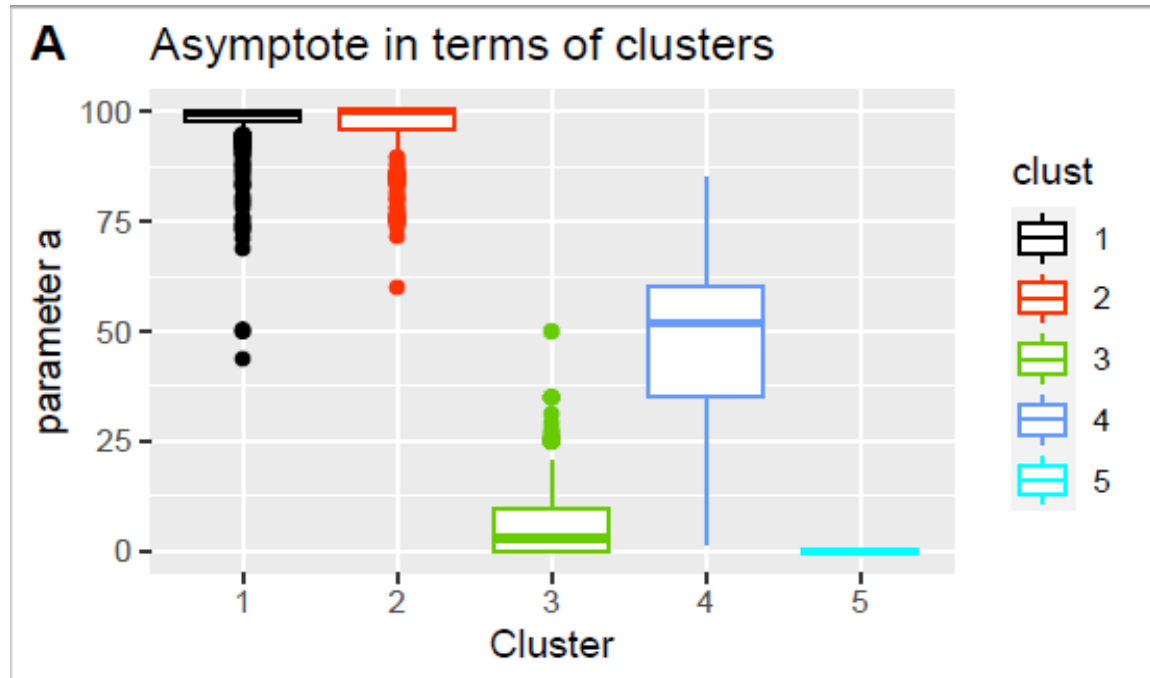


Courbes moyennes des épidémies modélisées



Description des clusters

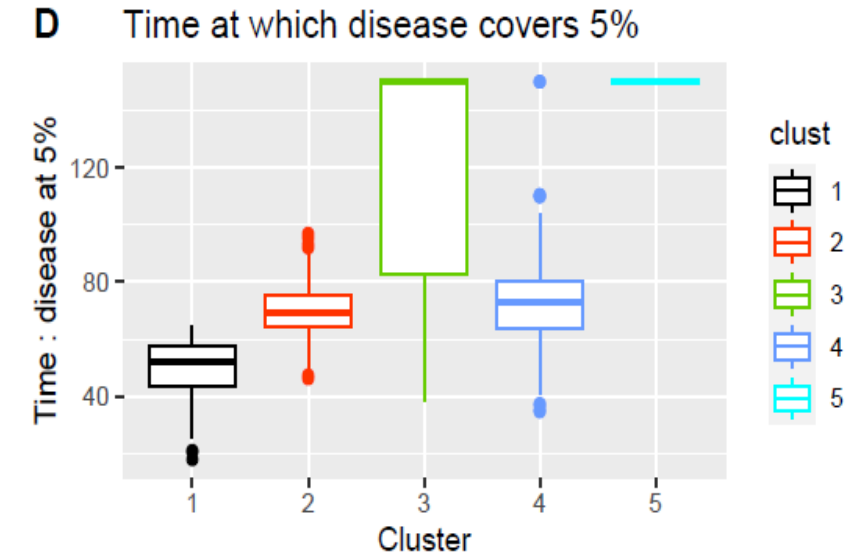
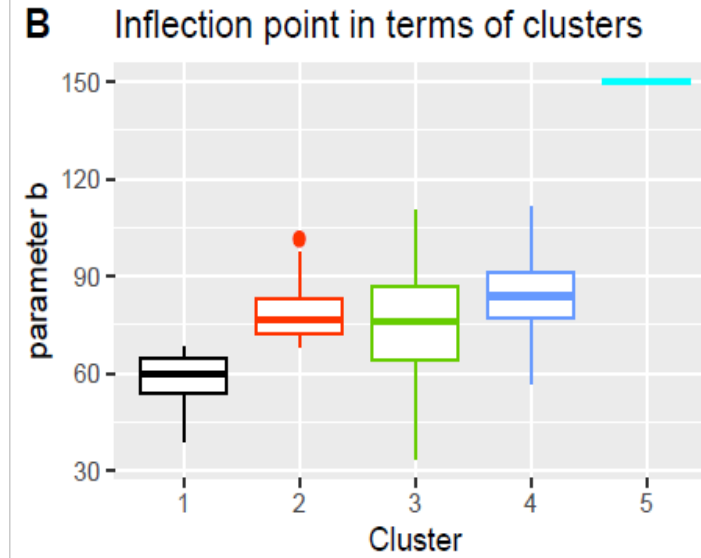
- Asymptote



	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Asymptote	Elevée Peu variable	Elevée Peu variable	Faible Peu variable	VARIABLE	0 Fixée

Description des clusters

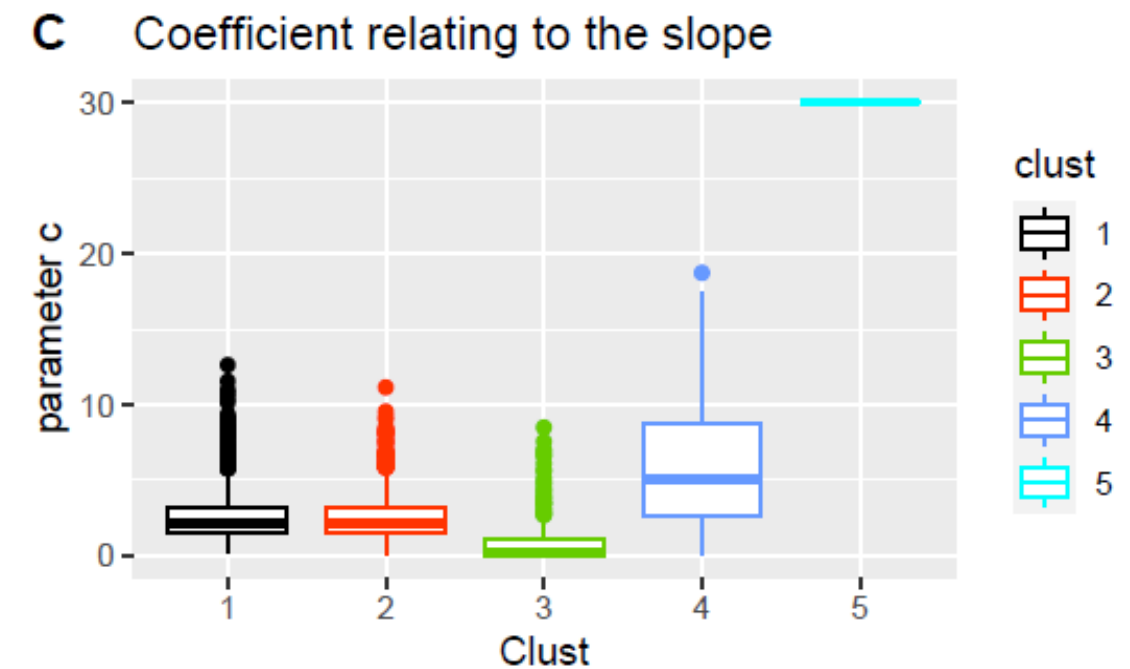
- Asymptote
- Point d'inflexion / démarrage des épidémies



	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Asymptote	Elevée Peu variable	Elevée Peu variable	Faible Peu variable	VARIABLE	0 Fixée
Point d'inflexion	~ 60jours	~+20jours	~+20jours variable	~+20jours	Max fixé
Seuil 5% destruction	40-60j	60-80j	80j-jamais	60-80j	Max fixé

Description des clusters

- Asymptote
- Point d'inflexion / démarrage des épidémies
- Vitesse du cluster



	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Asymptote	Elevée Peu variable	Elevée Peu variable	Faible Peu variable	VARIABLE	0 Fixée
Point d'inflexion	~ 60jours	~+20jours	~+20jours variable	~+20jours	Max fixé
Seuil 5% destruction	40-60j	60-80j	80j-jamais	60-80j	Max fixé
Vitesse	Rapide Peu variable	Rapide Peu variable	Rapide Peu variable	+ lent Variable	Lent fixé

Description des clusters

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Asymptote	Elevée Peu variable	Elevée Peu variable	Faible Peu variable	VARIABLE	0 Fixée
Point d'inflexion	~ 60jours	~+20jours	~+20jours variable	~+20jours	Max fixé
Seuil 5% destruction	40-60j	60-80j	80j-jamais	60-80j	Max fixé
Vitesse	Rapide Peu variable	Rapide Peu variable	Rapide Peu variable	+ lent Variable	Lent fixé

Description

- Cluster 1 : Epidémies maximales
- Cluster 2 : Epidémies maximales retardées
- Cluster 3 : Epidémies minimales
- Cluster 4 : Epidémies intermédiaires et lentes
- Cluster 5 : Pas d'épidémies

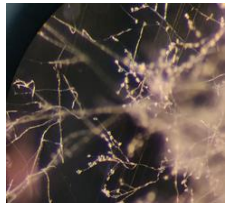
Modélisations explicatives de la typologie

- Données explicatives choisies
- Sélection des données conservées dans l'analyse
- Modélisation de l'assignation en clusters par random forest et régression logistique multinomiale

Génétique	Pomme de terre	Variété
		Note CTPS
	<i>Phytophthora infestans</i>	1 ^{ère} lignée majoritaire
		2 ^{ème} lignée majoritaire
		Pourcentage de la 1 ^{ère} lignée majoritaire
		Période (définie selon les souches présentes)
Indice de Shannon (diversité) sur les lignées identifiées		
Climatique	Température	Température moyenne
		Température minimale
		Température maximale
	Humidité	Durée d'humectation
		Précipitations
		Durée humidité>80%
		Durée humidité>90%
	Vent	Vitesse du vent
		Orientation du vent

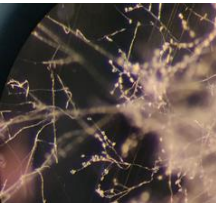
Résultats principaux

			RF	RLM
Génétique	Pomme de terre	Variété		
		Note CTPS		
	<i>Phytophthora infestans</i>	1 ^{ère} lignée majoritaire		
		2 ^{ème} lignée majoritaire		
		Pourcentage de la 1 ^{ère} lignée majoritaire		
		Période (définie selon les lignées présentes)		
Indice de Shannon (diversité) sur les lignées identifiées				
Climatique	Température	Température moyenne		
		Température minimale		
		Température maximale		
	Humidité	Durée d'humectation		
		Précipitations		
		Durée humidité>80%		
		Durée humidité>90%		
	Vent	Vitesse du vent		
Orientation du vent				



Résultats principaux

			RF CLUSTER 1	RF CLUSTER 2	RF CLUSTER 3	RF CLUSTER 5
Génétique	Pomme de terre	Variété				
		Note CTPS				
	<i>Phytophthora infestans</i>	1 ^{ère} lignée majoritaire				
		2 ^{ème} lignée majoritaire				
		Pourcentage de la 1 ^{ère} lignée majoritaire				
		Période (définie selon les lignées présentes)				
Indice de Shannon (diversité) sur les lignées identifiées						
Climatique	Température	Température moyenne				
		Température minimale				
		Température maximale				
	Humidité	Durée d'humectation				
		Précipitations				
		Durée humidité>80%				
		Durée humidité>90%				
	Vent	Vitesse du vent				
Orientation du vent						



Perspectives

- Autres méthodes statistiques possibles
- Reprise des données avec caractérisation des résistances variétales
- Conseil et OAD à adapter



Merci pour votre attention

