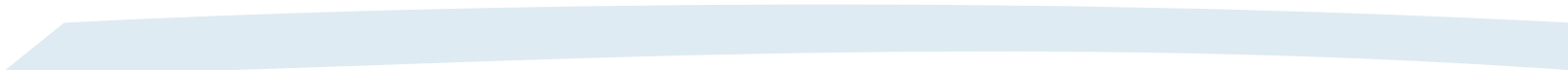


ForestGales : un outil d'aide à la gestion adapté au Pin maritime dans les Landes de Gascogne

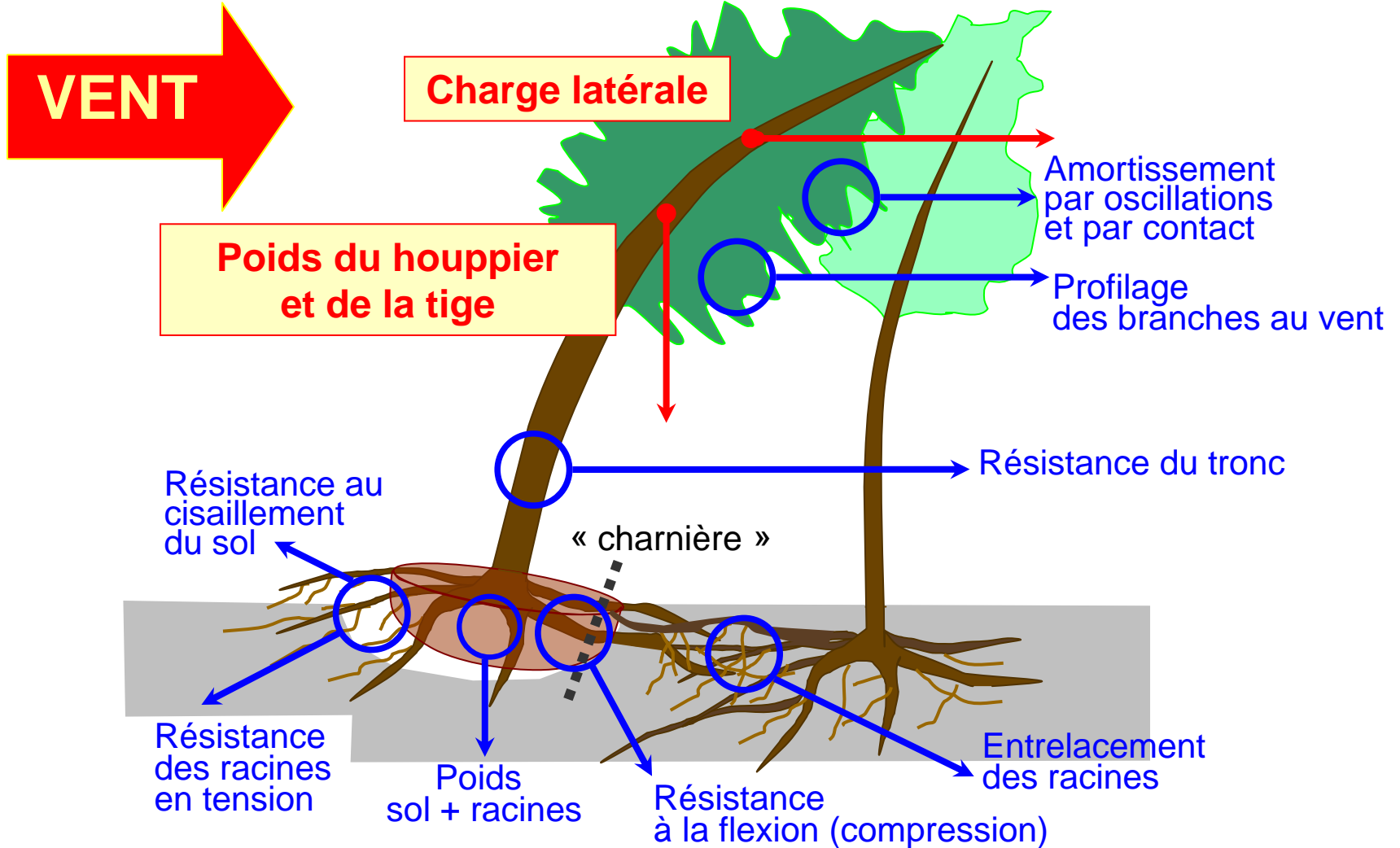


**Céline Meredieu
Alexia Stokes
Véronique Cucchi**

Que se passe-t-il lors de la ruine d'un arbre par le vent?

Forces de renversement

Forces de résistance



Un modèle de prédiction du risque

GALES

- disponible
- niveau peuplement

déjà paramétré
pour 18 essences
et différentes conditions de sol



PREDIRE

Résistance au vent
au cours de la vie du peuplement

Logiciel d'aide à la décision
ForestGALES

Fonctionnement de ForestGALES

Entrées

- **Table de production classique**
Caractéristiques du peuplement au temps t, individu moyen
- **Contexte sylvicole**
Options de choix

GALES

- 1 - forces requises pour **déraciner/casser l'arbre moyen** du peuplement (**Moments critiques**)
- 2 - **vitesses de vent** générant ces 2 forces (**Moment de courbure**)
- 3 - **périodes de retour** de ces 2 vitesses (**DAMS** et Distribution de la **probabilité d'occurrence** d'un vent en fonction de sa vitesse)

Sorties

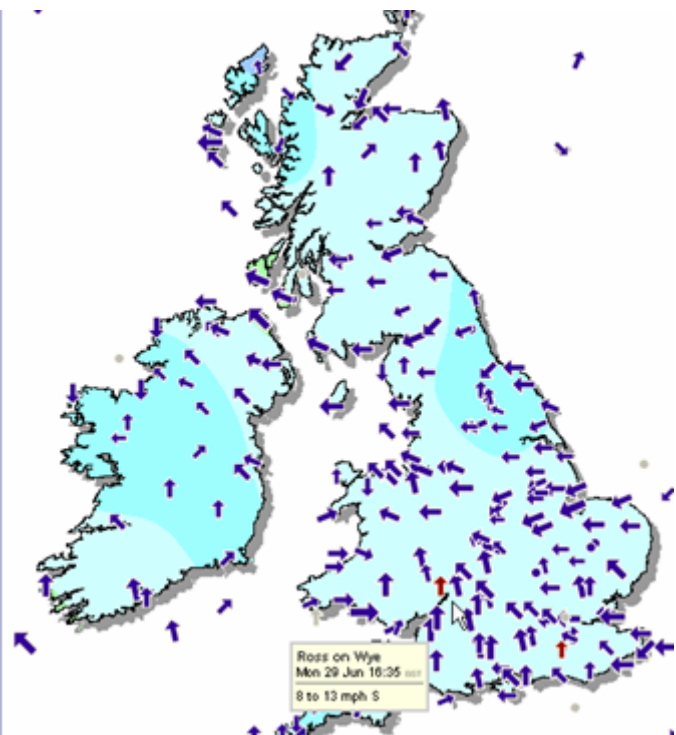
Vitesses critiques + Périodes de retour pour l'**arbre moyen** du peuplement à chacune des dates considérées de la vie du peuplement

Le risque lié au vent

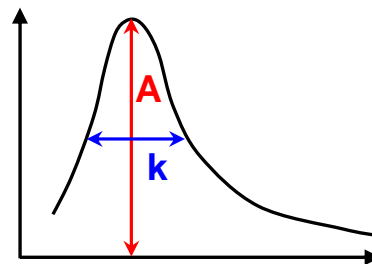
Vitesse critique et période de retour

Cartographie de la Grande Bretagne Score de Vent (DAMS)

⇒ Bonne relation avec les
distributions de vitesse de vent



Fréquence de retour



Vitesse de vent

ForestGALES

The screenshot displays the ForestGALES software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Mode', 'Help', 'Window', and 'Help'. Below the menu bar, the main window is titled 'ForestGALES batch mode - GALEST'. The interface is divided into several sections:

- Batch mode input file:** A table with columns: Position, Drainage, Top Height(m), DBH(m), Spacing(m), Upwind_O, DAMS. The table contains 19 rows of data.
- Batch mode helper:** A dialog box for configuring parameters. It includes fields for Stand ID (SC003), SITE (2), Species (Corsican Pine), Soil type (Littoral Soil), Cultivation (Shallow Ploughing < 45cm), Drainage (Good drainage), Top Height (m) (26), DBH (cm) (21.4), Spacing (m) (6.7), Up Wind Gap (m) (0), and DAMS (24). Buttons for 'OK', 'Help', and 'Close' are present.
- Batch mode output file:** A table with columns: OUTPUT, Stand ID, Overturn Retn, Breakage Retn, CrE_Wind, Species, Soil, Cultivation, Drainage, Top Height(m), DBH(m), Spacing(m), DAMS, Gap Size. The table contains 17 rows of data.
- Right sidebar:** A vertical toolbar with buttons for 'RUN', 'Open', 'New', 'Save Input', 'Save Output', 'Report', 'Use Helper', 'Help', 'Close', and 'Clear All'. A 'Number Points' field shows the value 19.

Entrées :

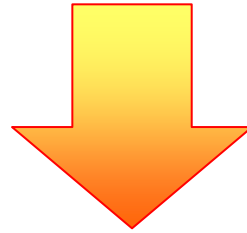
Table de production classique, valeurs moyennes et dominantes du peuplement au cours du temps

Sorties :

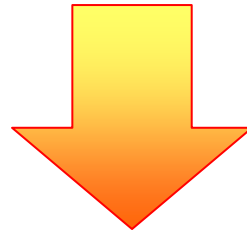
La vitesse critique et sa période de retour pour la casse et le déracinement pour le peuplement à chacune des dates considérées

ForestGALES

Prédit des **vitesse critiques de vent**



Pour des peuplements monospécifiques et équiennes
Implémenté sous une plate-forme de simulation



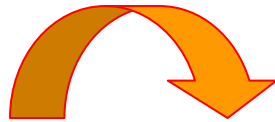
But : **Adapter ce modèle au Pin maritime**
cultivé dans les Landes de Gascogne

Mesurer l'**ancrage** pour les conditions
sylvicoles rencontrées sur le massif

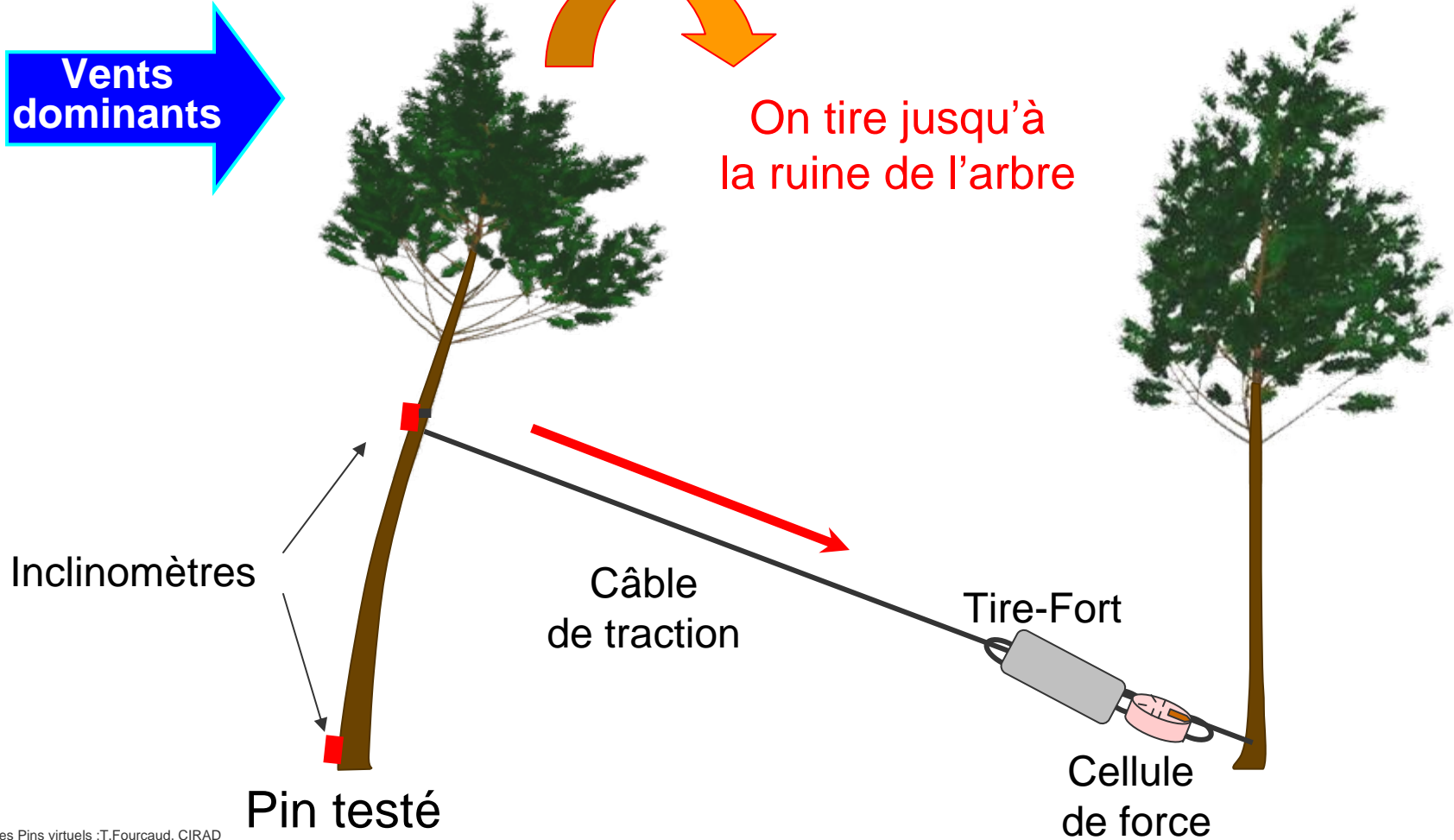
Essais de flexion



Résistance mécanique
de l'ancrage racinaire



On tire jusqu'à
la ruine de l'arbre



Inclinomètres

Câble
de traction

Tire-Fort

Cellule
de force

Pin testé

Sélection de peuplements sur 2 types de stations :

Lande humide

⇒ forte présence d'une couche d'alias
= système racinaire **limité**



Lande sèche

⇒ alias moins présent ou absent
= système racinaire **moins limité**



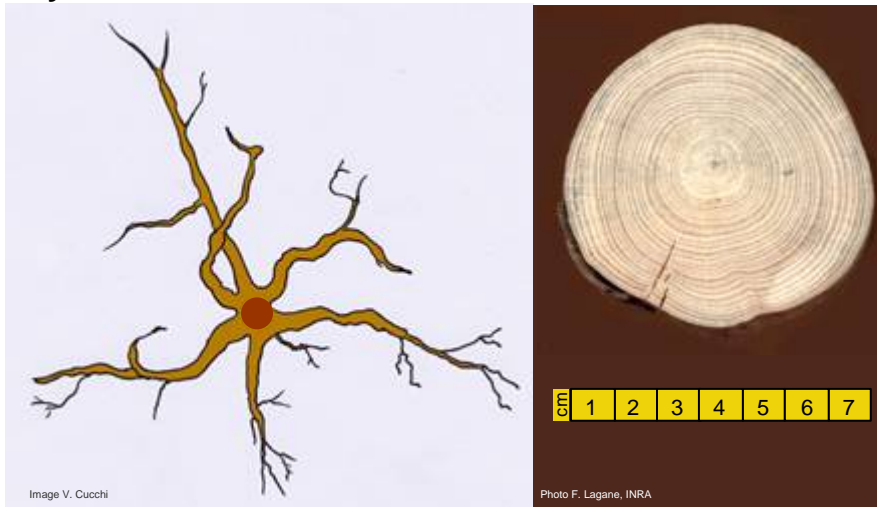
Hypothèse : la présence d'alias influence la résistance mécanique

Sélection de 2 types d'arbres au sein des peuplements :

Arbres internes

⇒ croissance « normale »
du système racinaire

Système racinaire vu de dessus



Arbres de lisière

Exposés aux vents dominants d'ouest
⇒ croissance adaptée
du système racinaire

Système racinaire vu de dessus



Hypothèse : l'exposition influence la résistance mécanique

Essais de flexion

• Test de résistance à l'arrachage

• avec ou sans alios

• **100** pins testés

• 12 - 56 cm de diamètre à 1,30m

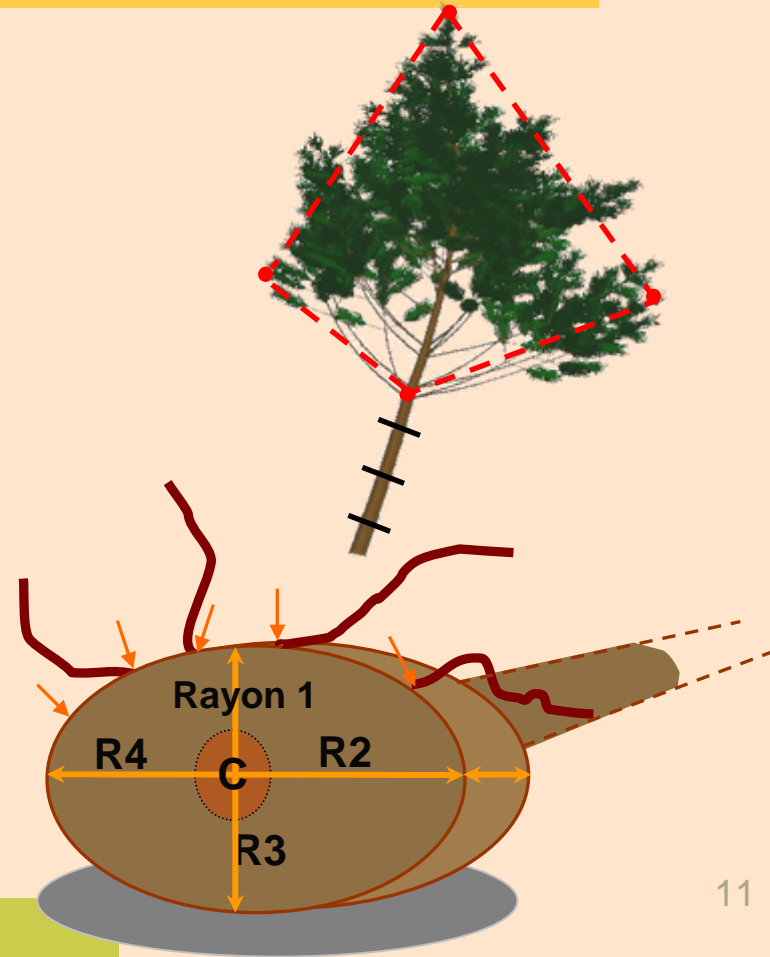
• 15 - 56 ans

• **71** pins déracinés

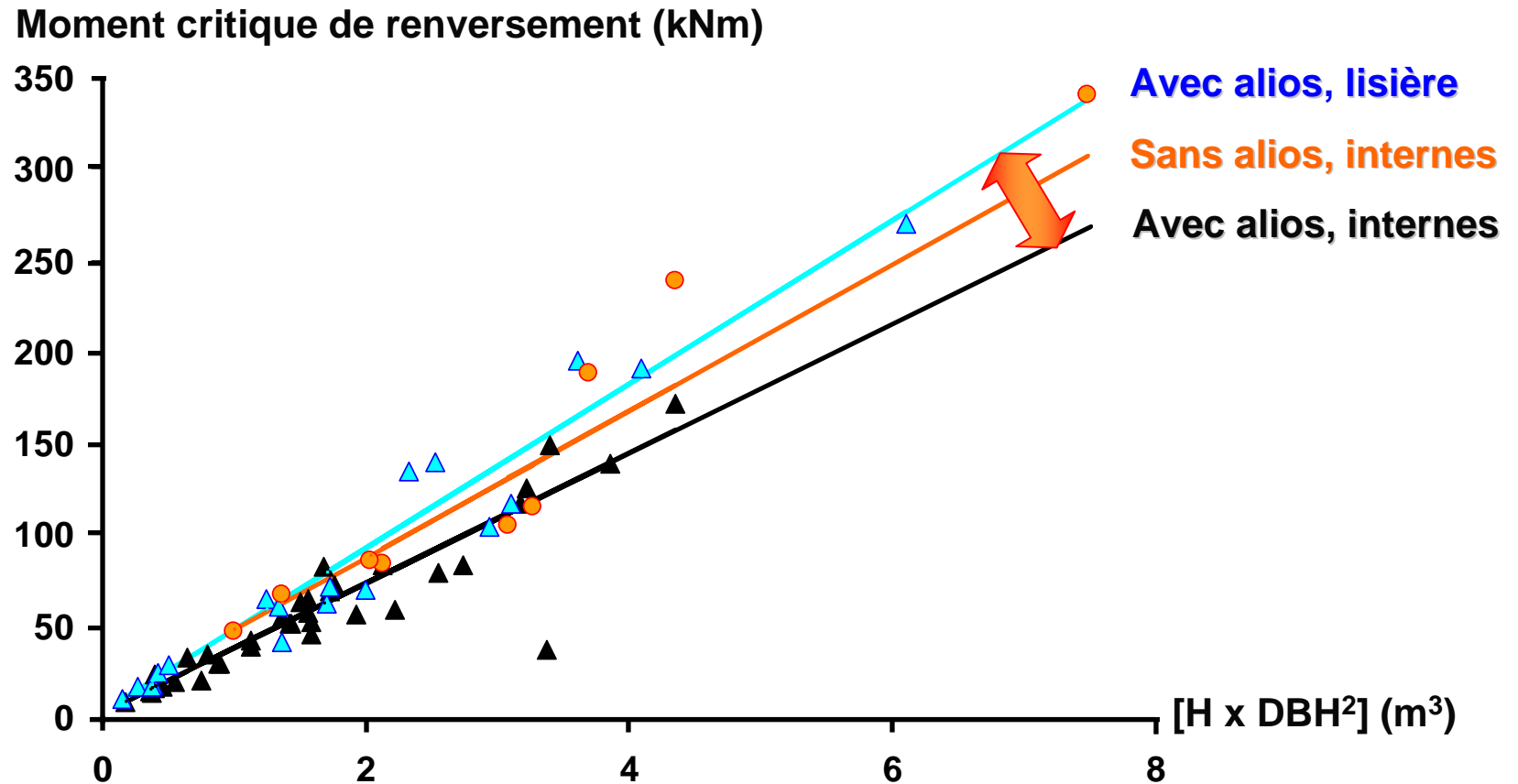
• **27** pins cassés

dont 21 sans alios

Mesures dendrométriques



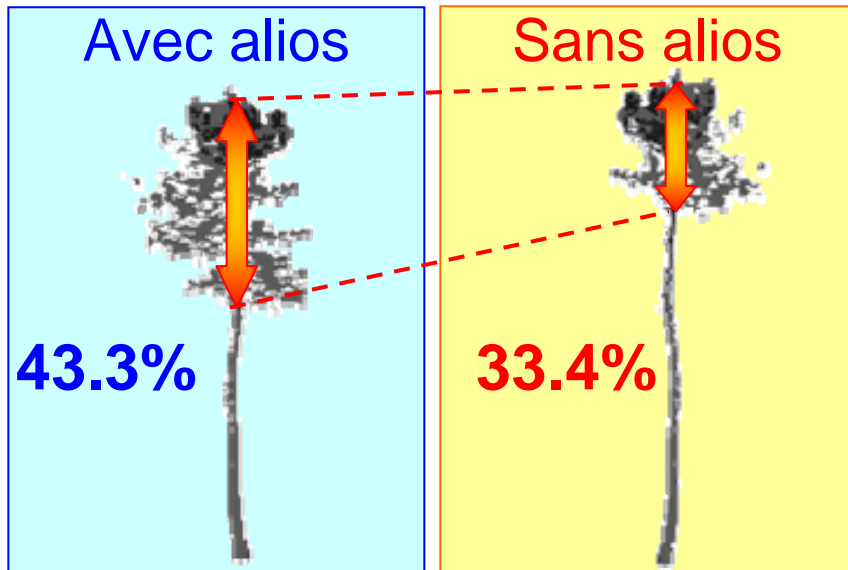
Le modèle d'ancrage



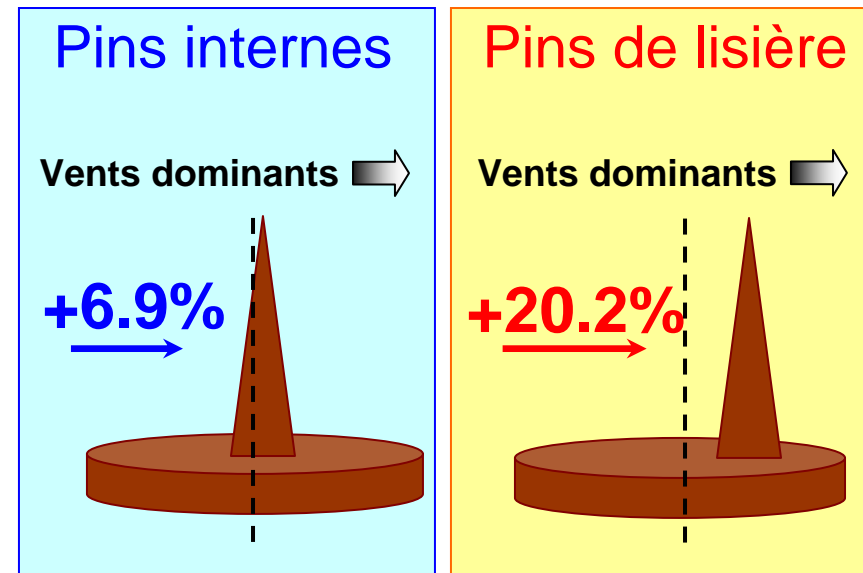
Résistance mécanique de l'ancrage
différente selon l'exposition au vent de l'arbre

Les différences dendrométriques

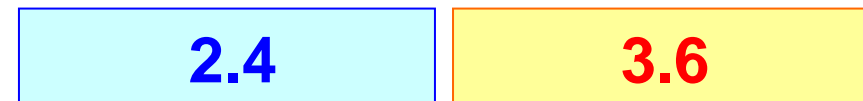
Longueur relative de houppier



Asymétrie verticale de la plaque racinaire



Ratio Volume racine / Volume tige



- Effet de la fertilité stationnelle
- Effet lisière sur la morphologie des plaques
→ meilleure résistance à l'arrachage

Adaptation de GALES au Pin maritime

Le modèle GALES calcule :

Moment de courbure

Moment critique de renversement

Moment critique de casse

Pour intégrer une nouvelle espèce :

1 - Modèle ancrage racinaire

2 - Modèles dendrométriques

3 - Valeurs des paramètres spécifiques



- poids de tige

- dimensions et poids du houppier

à estimer à partir des variables d'entrée

2 modèles utilisés

GALES

Modèle de prédiction du risque

Combinaison de modèles

mécanistes

empiriques

- force requise pour déraciner/casser l'arbre moyen du peuplement
- vitesses générant cette force
- période de retour de ces vitesses

Logiciel d'aide à la décision

ForestGALES

PP3

Modèle de croissance Pin maritime

Pour chaque stade de croissance du peuplement, le modèle donne :

Âge

Diamètre à 1.30 m

Hauteur totale

Espacement moyen ...

Plate-forme de simulation

CAPSIS

Le couplage des modèles

- Informations apportées par PP3 à GALES

À la place des **tables de production** utilisées normalement par GALES, utilisation de la **variété des scénarios générés** par le modèle de croissance Pin maritime :

Hauteur moyenne

DBH moyen

Age

Espacement, déduit de la densité

- Informations apportées par GALES à PP3

Intégration dans les **informations de chaque étape** d'un scénario des variables calculées par GALES : **vitesse critiques**

La connexion des logiciels

Capsis 4.1.2_02 - [untitled]

Fichier Editer Afficher Projet Outils Fenêtre Aide

Nom: FG_1_290304 - Modèle: PP3 - 5 ha - Tout en mémoire - Peuplement fictif

12a 15a *15a 20a *20a 25a *25a 30a *30a 35a *35a 40a 50a

ForestGales - Vitesse de vent critiques

Vitesse de vent critique (km.h-1)

ForestGales - Période de retour

Période de retour (années)

ha - N / Temps

N (ha)

ha - Table de peuplement

FG_1_290304.50a

Date	Peuplement							Eclaircie			
	N/ha	G/ha	V/ha	Hg	Dg	Vg	N/ha	G/ha	V/ha	Vm	
12	1752	16,99	59,22	7,81	11,11	0,033					
13	1752	20,72	84,03	8,90	12,27	0,047					
14	1752	24,49	108,24	9,61	13,34	0,061					
15	1752	28,29	134,48	10,26	14,34	0,076					
15	1250	23,36	114,10	10,54	15,43	0,091	502	4,93	20,38	0,041	
16	1250	26,82	138,92	11,23	16,53	0,111					
17	1250	30,28	158,07	11,85	17,56	0,133					
18	1250	33,74	177,78	12,47	18,54	0,156					
19	1250	37,18	195,76	13,07	19,46	0,180					
20	1250	40,58	215,68	13,65	20,33	0,133					
20	850	30,70	156,32	13,92	21,44	0,166	400	9,88	59,36	0,148	
21	850	33,55	174,19	14,50	22,42	0,201					
22	850	36,39	190,91	15,05	23,35	0,236					
23	850	39,21	230,09	15,59	24,23	0,271					
24	850	42,00	260,67	16,11	25,08	0,307					
25	850	44,77	291,38	16,61	25,90	0,343					
25	560	32,41	219,27	16,84	27,14	0,392	290	12,36	72,11	0,249	

ForestGales - FG_1_290304.50a

Id peuplement: FG_1_290304

Espèce: Maritime Pine

Sol: Sandy Podzol

Installation: Notched Planting

Drainage: All Landes

A: 3.6

k: 1.55

Trouée: 0

Editer le .fjl Editer le .fgo

Lancer FG

Interpret

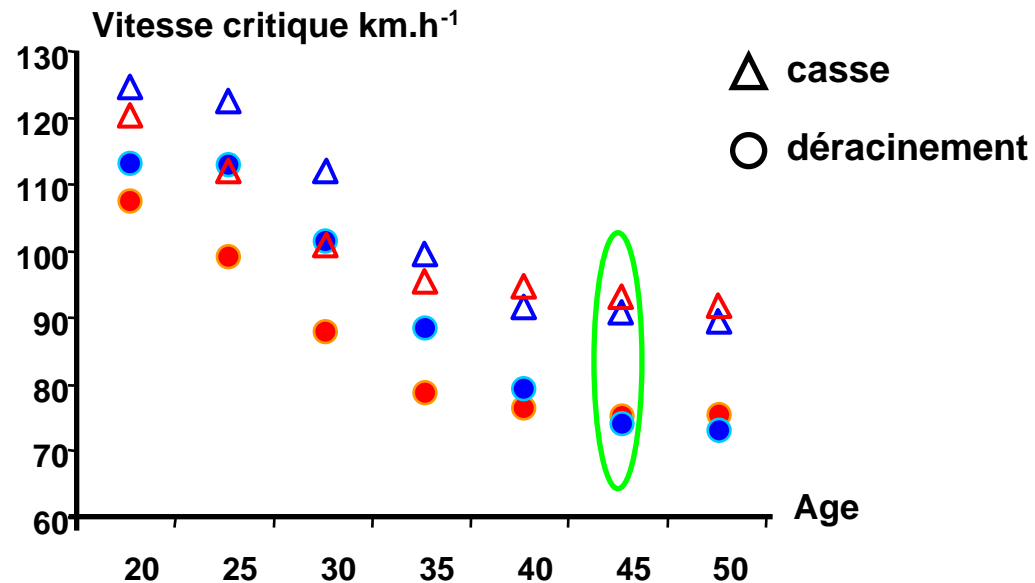
Fermer Aide

Terminé

démarrer Eudra 2 Explor... Raccourc... Capsis 4.1... Microsoft... 3fanView FR 18:09

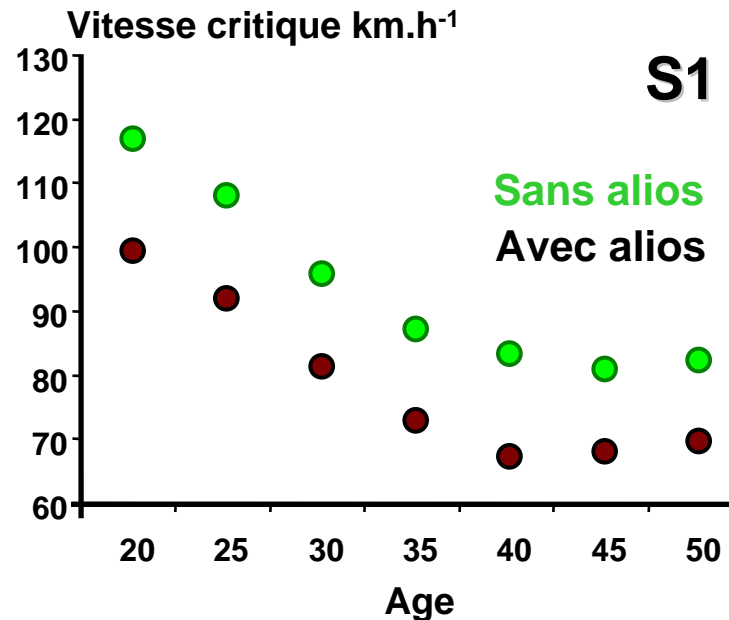
Simulations effectuées à l'aide de la connexion

	S1	S2
Densité initiale t/ha	1250	1500
Densité finale t/ha	300	300
Nombre d'éclaircies	4	5



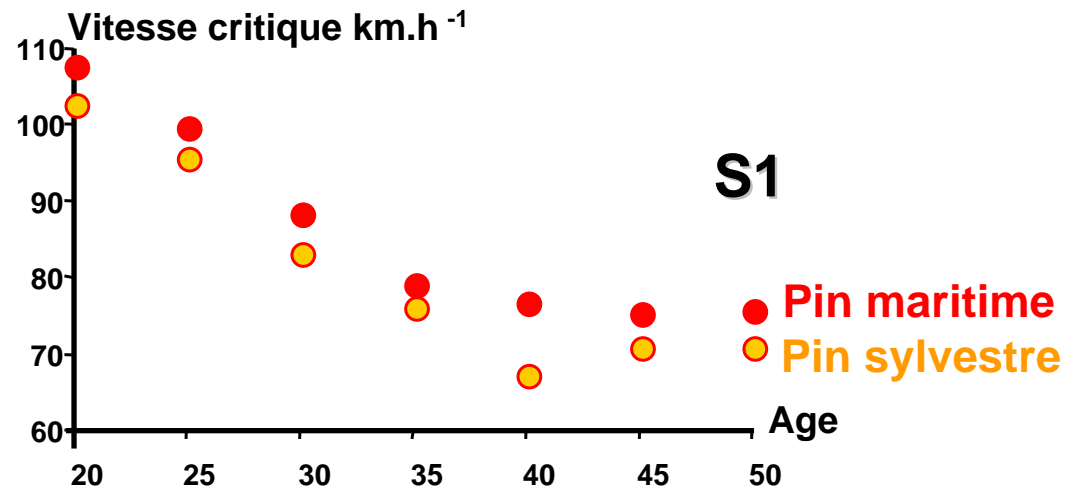
Simulations effectuées à l'aide de la connexion

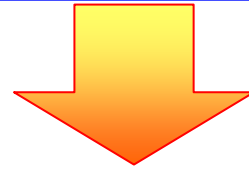
		S1
△ casse	Densité initiale t/ha	1250
○ déracinement	Densité finale t/ha	300
	Nombre d'éclaircies	4



Simulations effectuées à l'aide de la connexion

		S1
△ casse	Densité initiale t/ha	1250
○ déracinement	Densité finale t/ha	300
	Nombre d'éclaircies	4





- La **résistance** au vent du peuplement **diminue avec l'âge**
- Principal dégât = **déracinement**
- Espacement : importance de la **pénétration du vent**



Cohérent avec les observations réalisées sur les dégâts

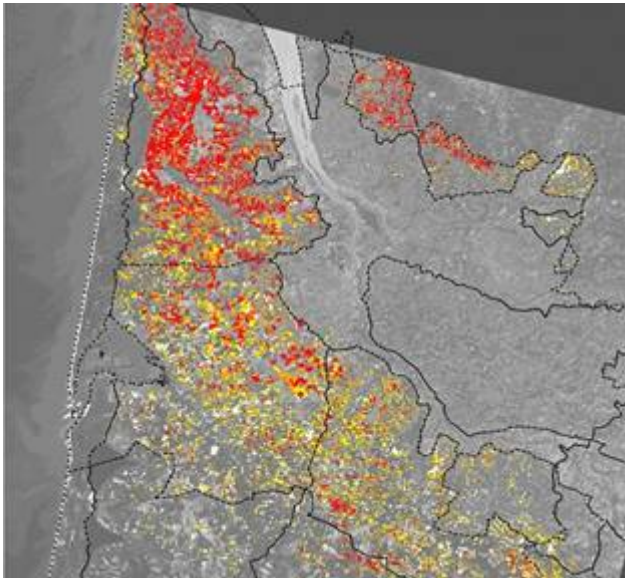
- **Forte influence** de la **pente** de la régression sur prédictions
- **Faible influence** des **dimensions de houppier** en densité forte

améliorations à envisager ?

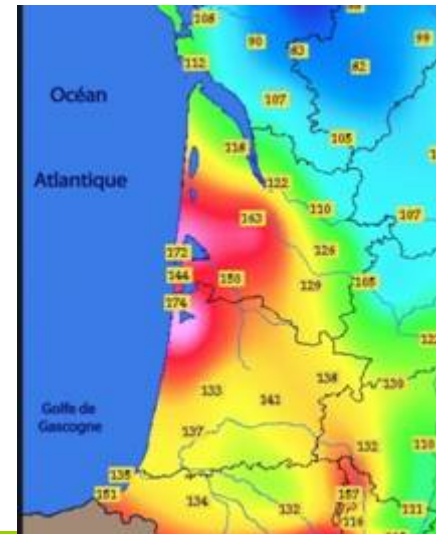


- Prise en compte de l'impacts des éclaircies
- Préciser certains paramètres empiriques
- Notion de risques :
=>Prédire les périodes de retour

Taux de dégâts – tempête Martin 1999



Carte vitesses de vent en janvier 2009



améliorations à envisager ?

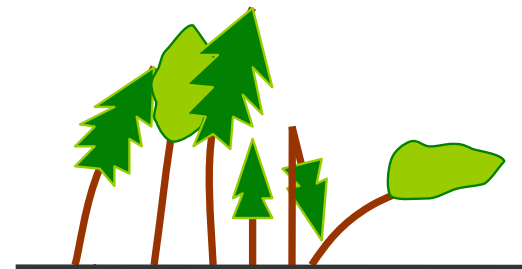


Échelles

Niveau de complexité plus important

- Passer au niveau arbre?

= simuler les vitesses critiques pour chaque arbre d'un peuplement



améliorations à envisager ?



Échelles

Niveau de complexité plus important

- **Passer au niveau massif?**

= simuler les vitesses critiques pour un agencement de parcelles



Photo : JM Carnus

