

DISTIMACC

Diversité, **S**tabilité et fonctionnement des écosystèmes forestiers :
quelle **I**ngenierie et quels **M**élanges pour l'**A**daptation
au **C**hangement **C**limatique, de la Provence aux Alpes du Nord

Xavier Morin



Marianne Bernard, Sylvain Coq, Thomas Cordonnier, Philippe Dreyfus, Stephan Hättenschwiler,
Georges Kunstler, Jean Ladier, Marion Jourdan, Johanne Nahmani, Catherine Riond

26 septembre 2018



DISTIMACC

Diversité, STabilité et fonctionnement des écosystèmes forestiers : quelle Ingénierie et quels Mélanges pour l'Adaptation au Changement Climatique, de la Provence aux Alpes du Nord

CNRS Montpellier – CEFE



Xavier Morin

Stephan Hättenschwiler

Marion Jourdan

Sylvain Coq Johanne Nahmani

Marianne Bernard

ONF – RDI PACA et Rhône-Alpes

Catherine Riond

Philippe Dreyfus

Jean Ladier



IRSTEA Grenoble – EMGR



Thomas Cordonnier

Georges Kunstler

Thomas Bourdier

Benoit Courbaud

AMAP – INRA/CIRAD Montpellier

François de Coligny



Contexte et enjeux

Effet du mélange d'essences en forêt en contexte de changement climatique ?

Enjeux scientifiques

1- Effet du climat et du mélange sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers

⇒ sur 3 composantes du fonctionnement

- Croissance / production
- Régénération
- Décomposition

⇒ sur la stabilité temporelle

Enjeux opérationnels

2- Identifier les types de mélanges à maintenir ou favoriser

3- Initier une réflexion sur le savoir-faire pour la gestion de ces mélanges

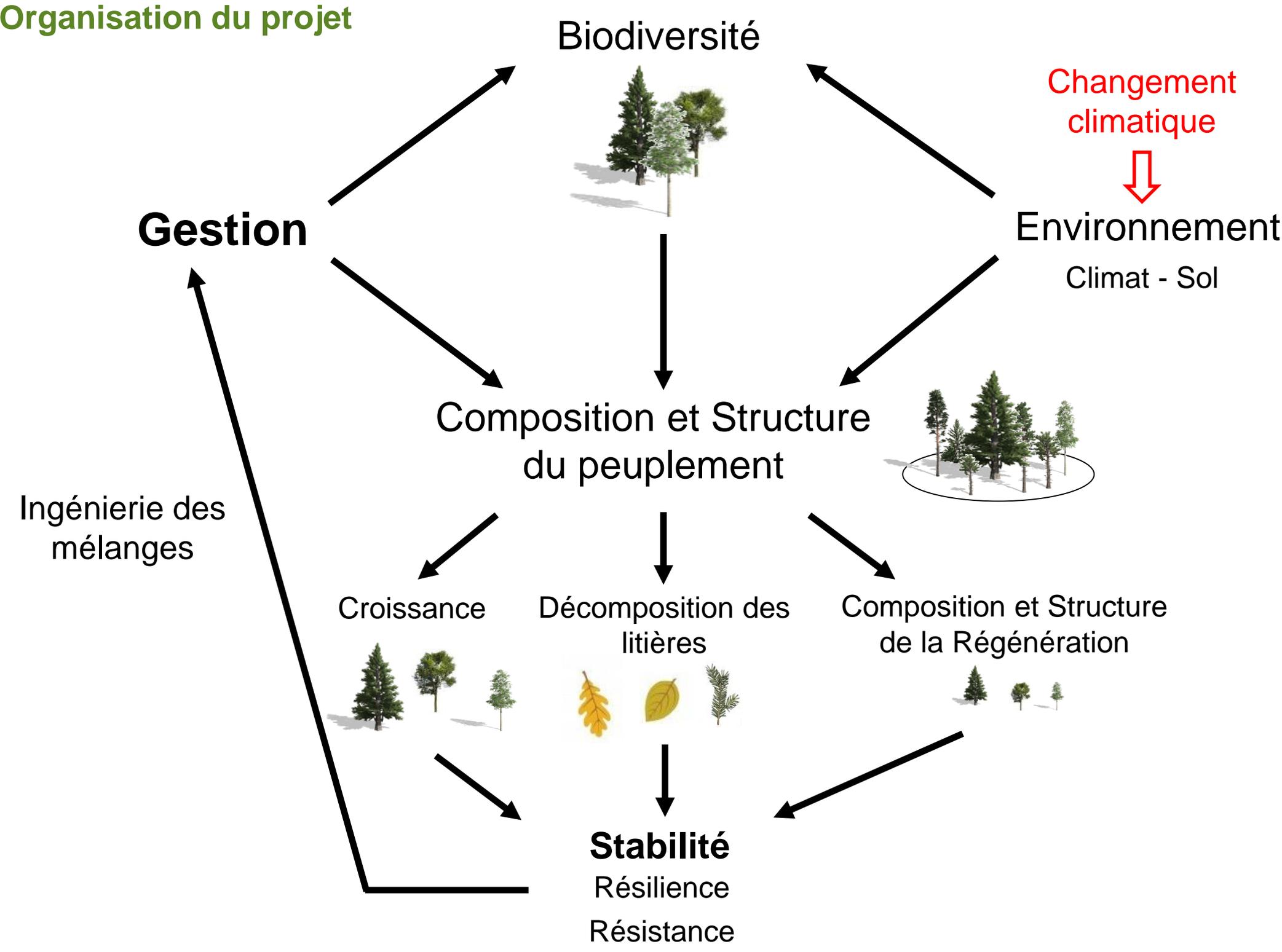
Hypothèse d'assurance écologique

- = Diminution de la variabilité inter-annuelle de la croissance
- = Augmentation de la résistance et résilience

Hypothèse de gradient de stress (étendue)

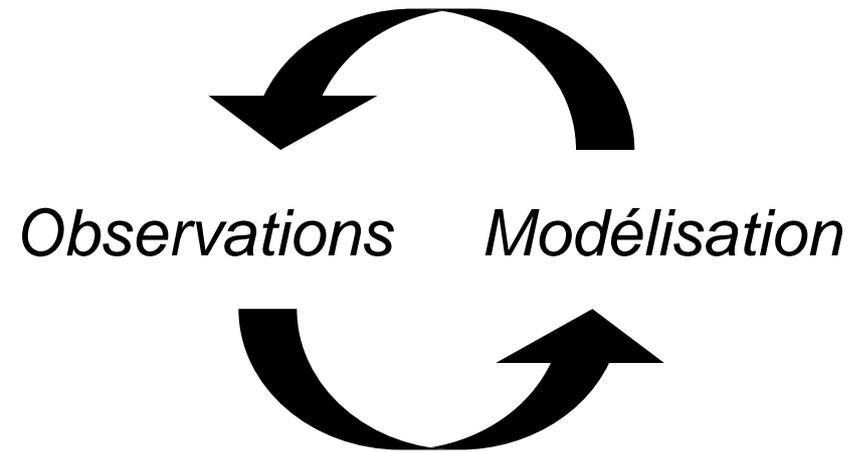
- = Effet diversité plus fort dans les sites plus stressants

Organisation du projet

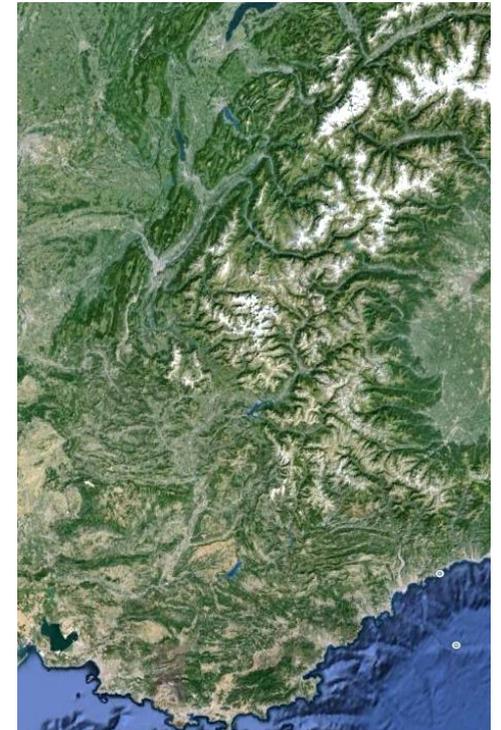


3 outils principaux sur lequel s'appuiera DISTIMACC :

- les données IGN-IFN
- le dispositif BioProFor-Distimacc
- le modèle ForCEEPS



Zone d'étude : forêts de montagne Provence & Alpes



5 essences

Hêtre

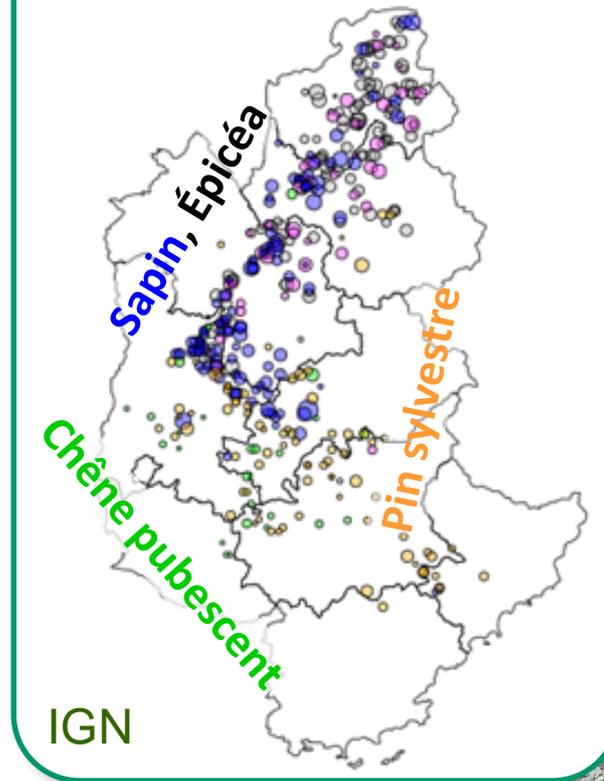
Sapin pectiné

Épicéa commun

Chêne pubescent

(Pin sylvestre)

Hêtre en mélange :



Zone d'étude : forêts de montagne Provence & Alpes

Un gradient environnemental pour étudier l'impact du climat et de la diversité et le fonctionnement des écosystèmes

-  Sites DISTIMACC (depuis 2013)
= 72 placettes (2017)
-  + 1 site Nord Vercors (Méaudre) sapin-épicéa
IRSTEA Grenoble



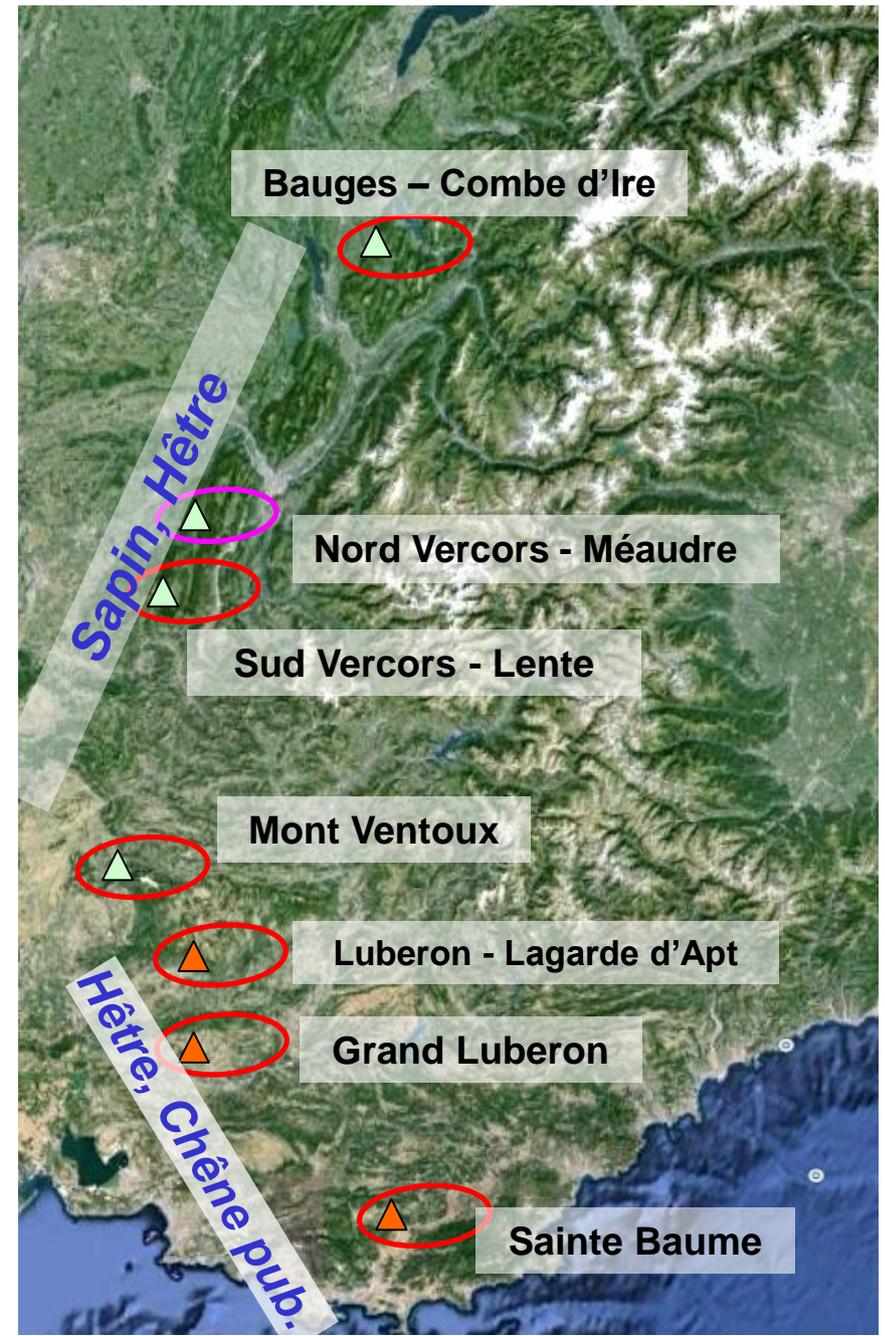
Espèces étudiées

Fagus sylvatica = sur tous les sites 

Abies alba 

Quercus pubescens 

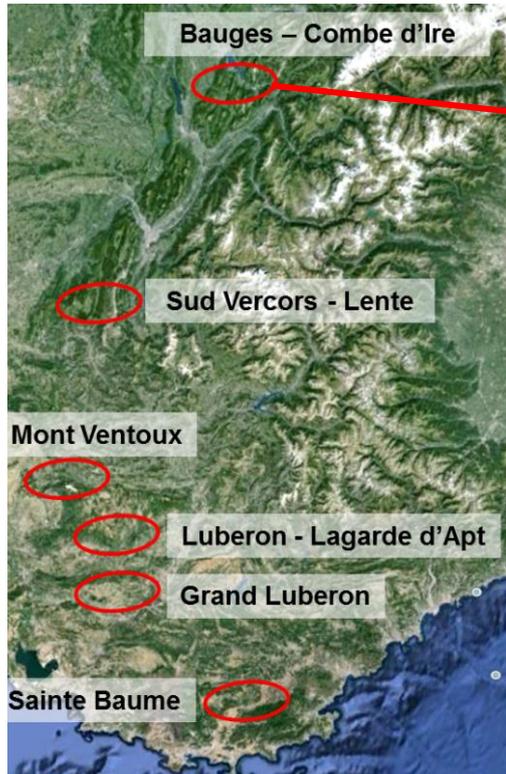
Picea abies



Un gradient environnemental pour étudier l'impact du climat et de la diversité et le fonctionnement des écosystèmes

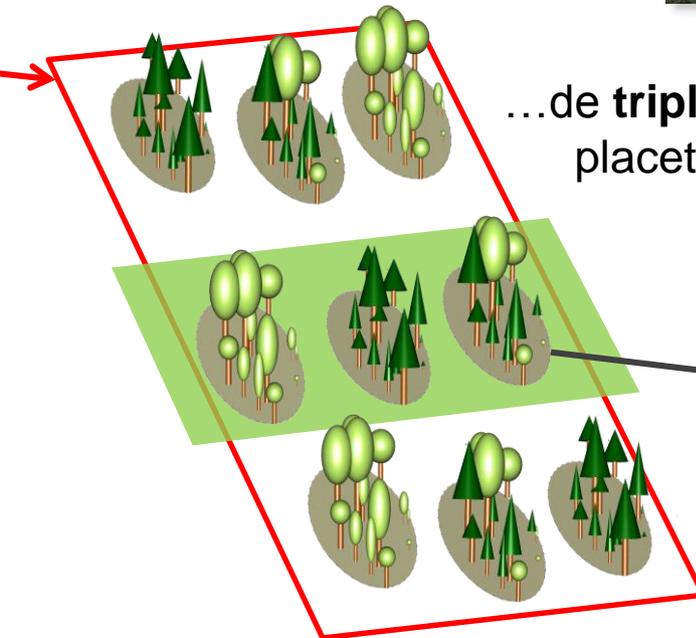
Un gradient latitudinal...

Effet climat à large échelle



...de gradients altitudinaux...

Effet climat à l'échelle locale



...de triplets de placettes



Roche-mère calcaire
Exposition Nord - Ouest
Hêtre sur tous les sites

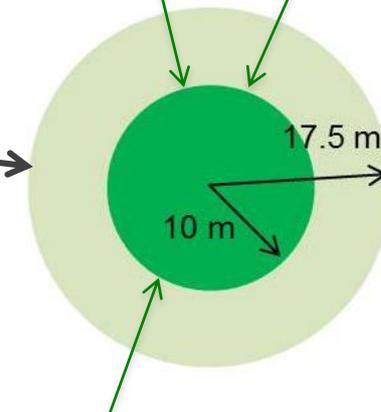
Inventaires et biométrie

*Arbres arbustes herbacées
Régénération*



Mesures de traits fonctionnels et d'histoire de vie

*Age Densité du bois Phénologie
Croissance au cours du temps*



Instrumentation



Expérimentations

Décomposition

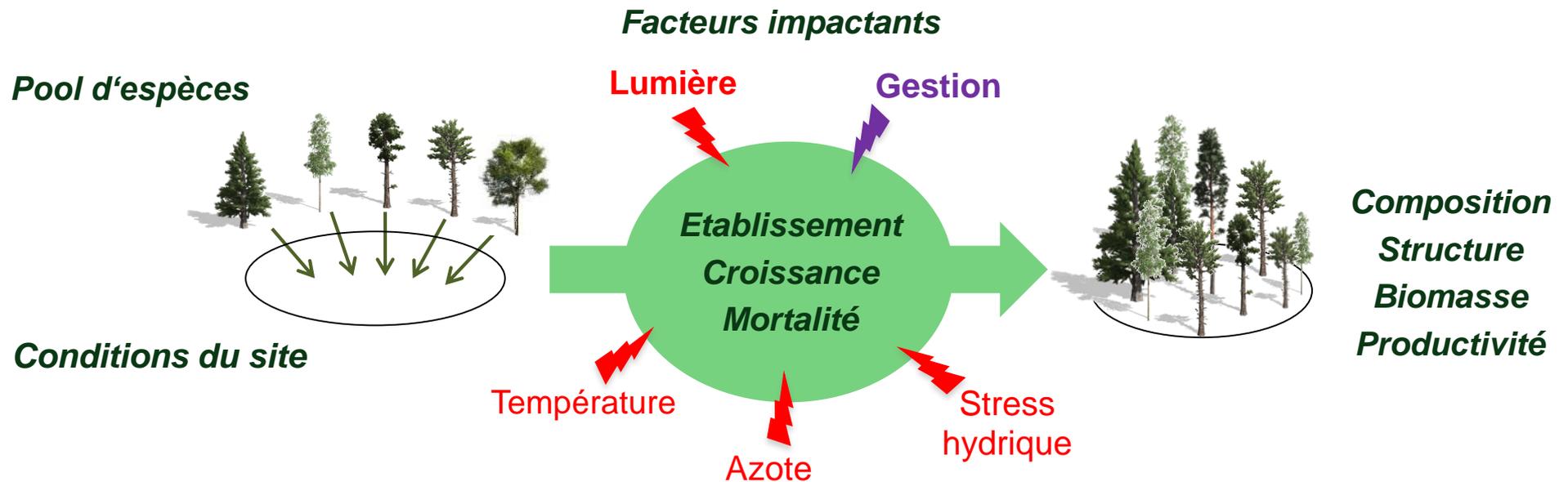
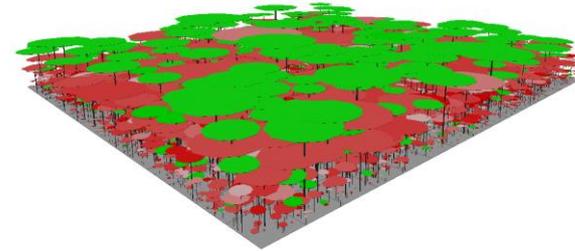


Dispositif initié en 2013

ForCEEPS = *FORest Community Ecology and Ecosystem Processes*

= un modèle pour simuler l'effet du climat et du mélange d'essences sur les communautés d'arbres et leur fonctionnement

Description quantitative de la dynamique de populations d'arbres en fonction de contraintes



Validation sur les forêts françaises (RENECOFOR)

Principaux résultats

Effet sur la croissance moyenne des arbres

- Gradient Distimacc = **Effet positif du mélange sur la productivité (1997-2012)**

- Plus fort pour sapin-hêtre que pour hêtre-chêne pub.
- Forte variabilité entre sites
- Peu d'effet du climat (mais opposé à hyp. gradient stress)

Morin et al., en prép.

- Test de l'effet de l'inégalité des tailles dans les peuplements (IGN)

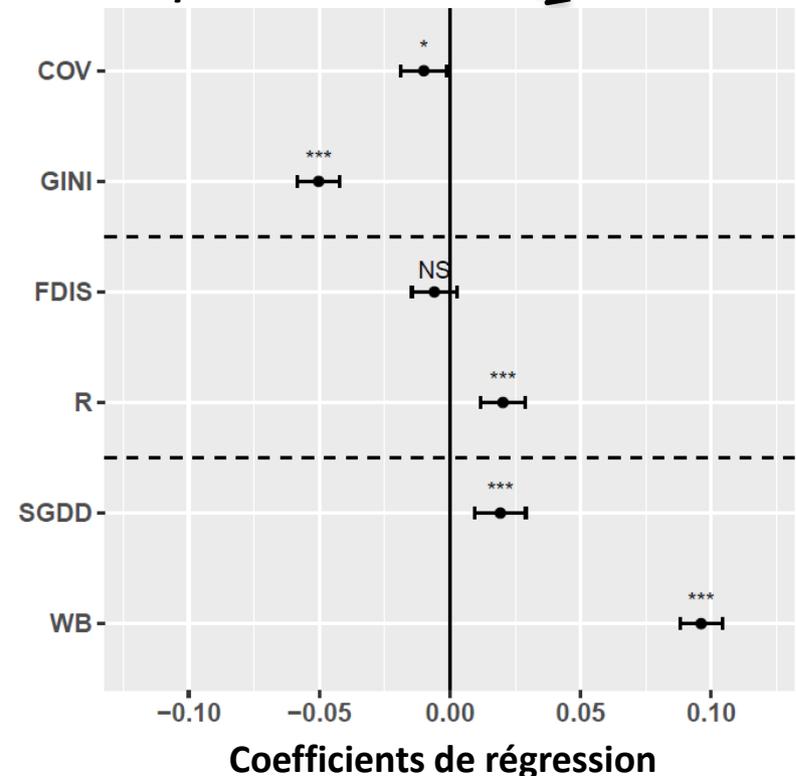
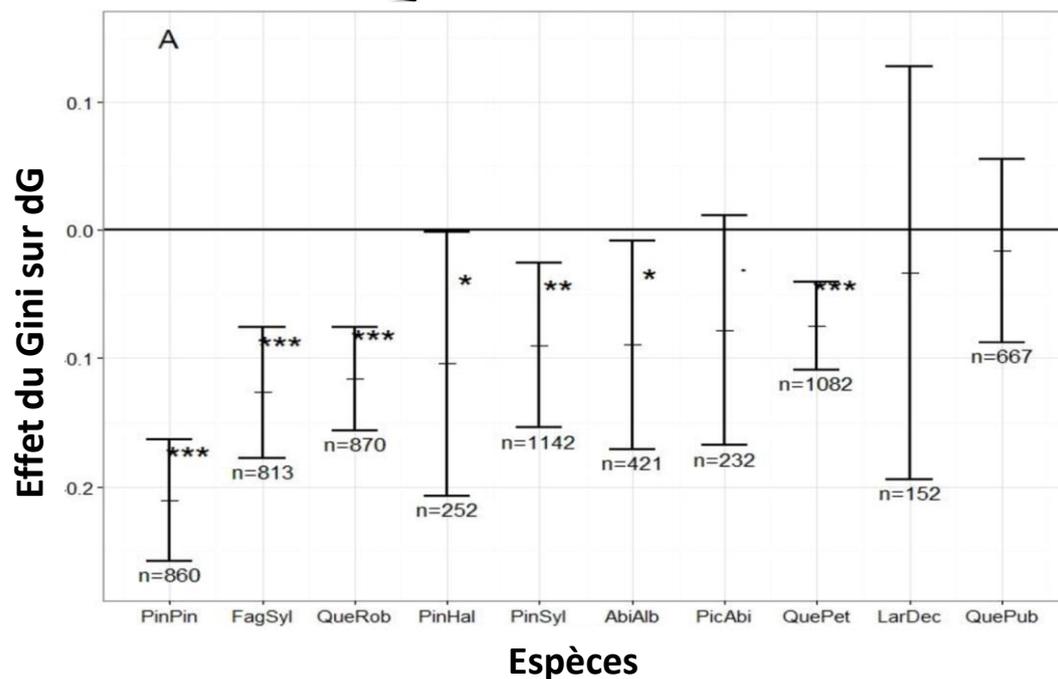
Effet négatif de l'inégalité des tailles

Gradient Distimacc ?

Peuplements purs

Effet modulé par la distribution de la tolérance à l'ombre dans la canopée

Peuplements mélangés



Effet du mélange sur la stabilité de croissance

La stabilité temporelle de la productivité est-elle plus forte en mélange qu'en pur ?
Comment les conditions climatiques impactent-elles cet effet ?

Placettes

Stabilité temporelle \Rightarrow Plus forte dans les mélanges sapin-hêtre

Approche par triplets \Rightarrow Calcul du *SNBE* (= stabilité sans effet additifs – cf *overyielding*)

Pas de différence pour hêtre et sapin
SNBE moins fort en mélange qu'attendu pour hêtre-chêne pub.

Rôle de l'asynchronie de réponse des espèces
Fort effet identité des espèces

Les arbres sont-ils + résistants et + résilients suite à un stress en mélange ?

Individus

Nord : Hêtres et sapins plus résistants en mélange, et plus résilients

Sud : Hêtres beaucoup moins résistants en mélange, mais plus résilients qu'au nord

Résultats

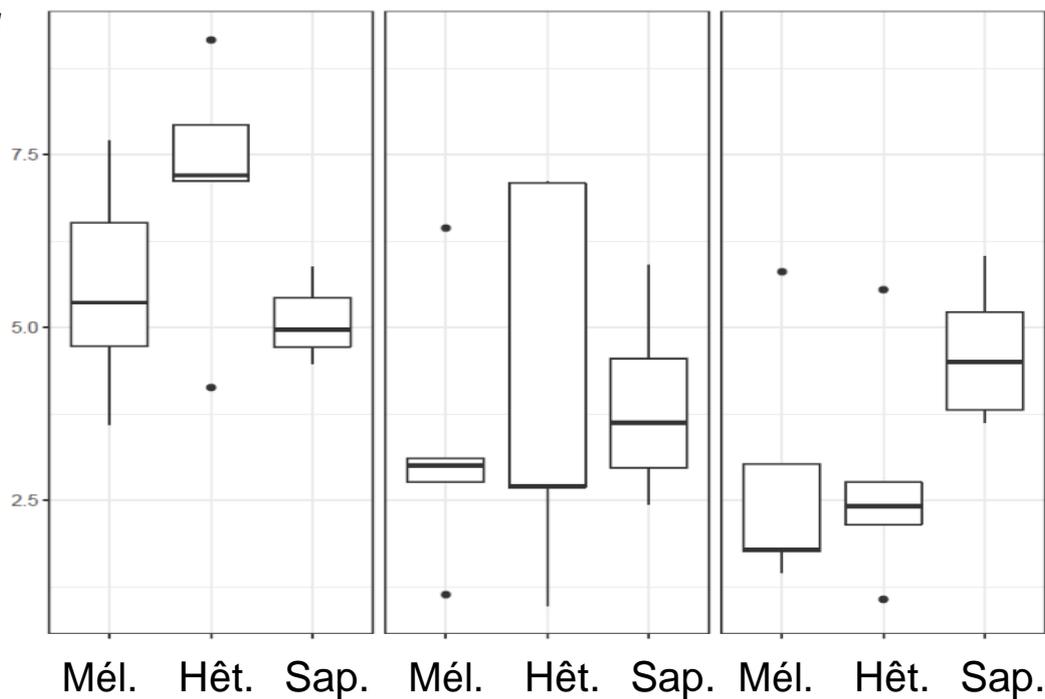
Effet du mélange sur la lumière dans le peuplement et la régénération

Les peuplements mélangés captent-ils plus de lumière que les purs ?



Pourcentage de lumière transmise au sol

Mélange hêtre-sapin



« Canopy packing »



Mélanges = moins de lumière au sol = impact sur la régénération ?



Ingénierie des mélanges

1- Enquête auprès de gestionnaires : objectifs, difficultés, perspectives ...

- Analyse des guides, orientations et documents de gestion, et de documents d'aménagement
- Puis enquêtes auprès d'un échantillon de gestionnaires (des zones où sont situées ces placettes) :

Une grande diversité de situations et de dynamiques à gérer !

***L'option « mélanges » (à maintenir ou à favoriser) intéresse au Sud comme au Nord :
... avec l'espoir qu'ils soient plus résilients !***

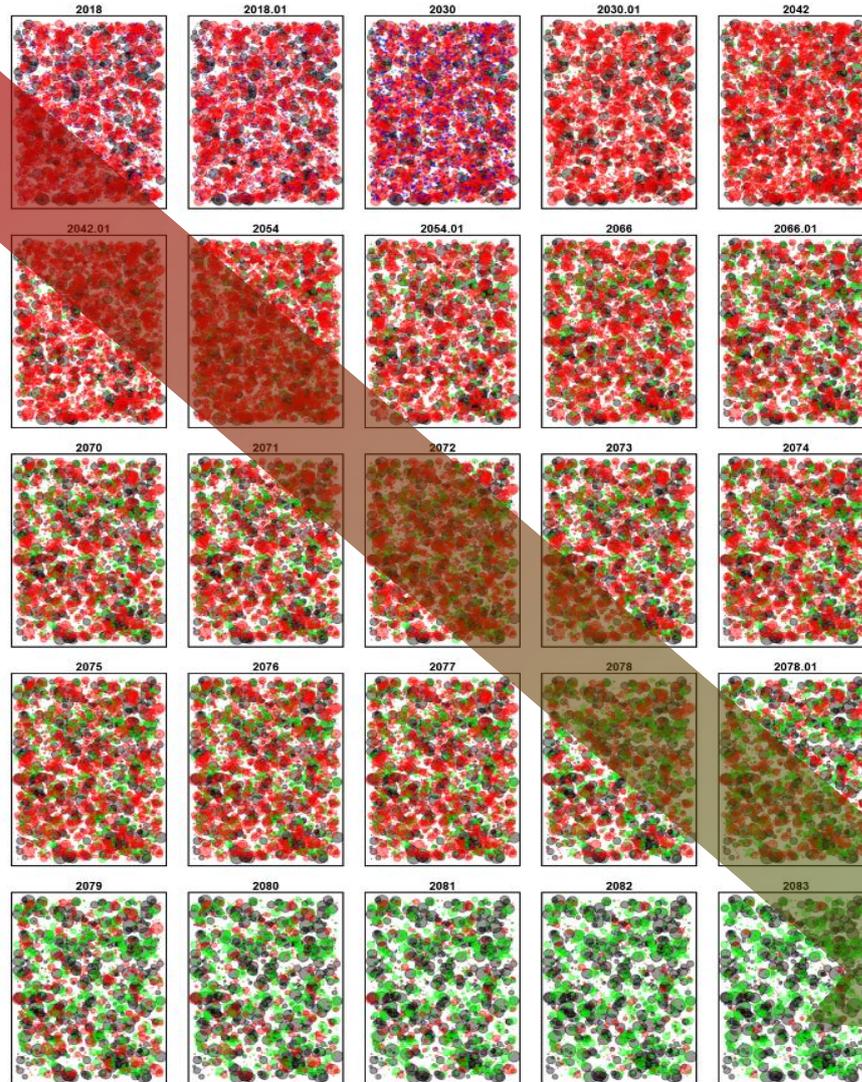
2- Détermination des peuplements et des modes de gestion à tester

3- Tests avec le modèle ForCEEPS

- Incorporation d'un module de gestion dans le modèle
- Plan de simulation
 - 8 types de composition (4 purs, 4 mélanges à 2 esp, 2 mélanges à 2 esp)
 - 9 scénarios de gestion (+1 sans gestion)
 - 8 sites
 - 2 scénarios climatiques

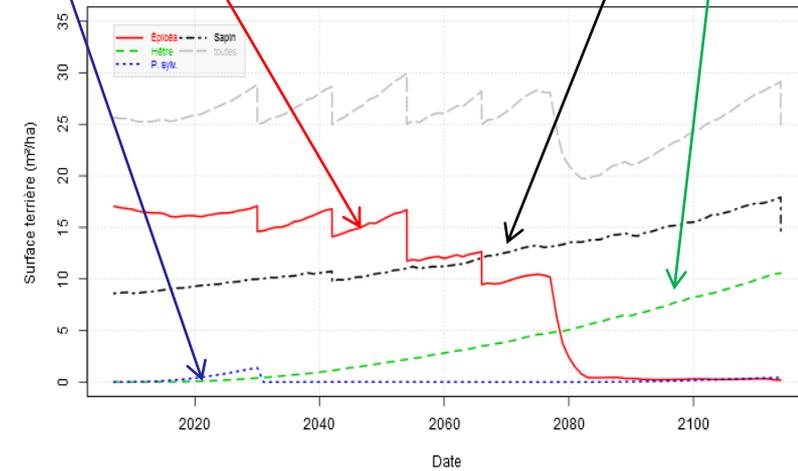
Exemple d'une simulation avec gestion

Pessière-sapinière



Epicéa
Pin Syl.

Sapin
Hêtre



Hêtraie-sapinière

Impact du changement climatique sur la viabilité des peuplements purs (sans gestion)

- Peuplements purs d'Epicéa sont très vulnérables au changement climatique
- Peuplements purs de Hêtre et de Sapin sont quant à eux vulnérables uniquement dans le Ventoux

Viabilité des peuplement avec impact du changement climatique en termes de production de bois ? (= avec gestion)

- Les mélanges gérés sont « viables » dans les sites des Bauges et du Vercors, même ceux avec une part d'Epicéa
- Les peuplements mélangés permettent une meilleure récolte de bois que les purs...
...sauf sur le site du Ventoux, les peuplements purs de Pin sylvestre sont les plus productifs
- Comparaisons à terminer (quantification effets diversité...)*

Quelle Valorisation vers la Gestion Forestière ?



= un intérêt *a priori* pour examiner des modèles du type de ForCEEPS

= un bon compromis ?

- (1) Pour représenter des **aires de compatibilité climatique par espèce**, actuelle, ou future(s)
- (2) Pour simuler des **évolutions de peuplements hétérogènes (mélangés, irréguliers ...)**

À l'issue du projet...

- **Inform**er les gestionnaires ... (*revues techniques, séminaires*) :
 - présenter cette avancée, probablement utile à la gestion
 - bénéficier de retours -> détecter des faiblesses possibles, orienter les tests, améliorations.
- **Confirmer les promesses ? : encore beaucoup de questions !**
 - en vue de l'aide au choix des **essences-objectifs**
 - en vue de l'aide à l'élaboration de **guides sylvicoles**

Valorisation

- Valorisation académique

4 articles scientifiques en anglais publiés (rang A) ou acceptés *dont 1 article d'opinion*

3 articles scientifiques en anglais en révision

3 articles scientifiques en anglais à soumettre + 4 autres en préparation

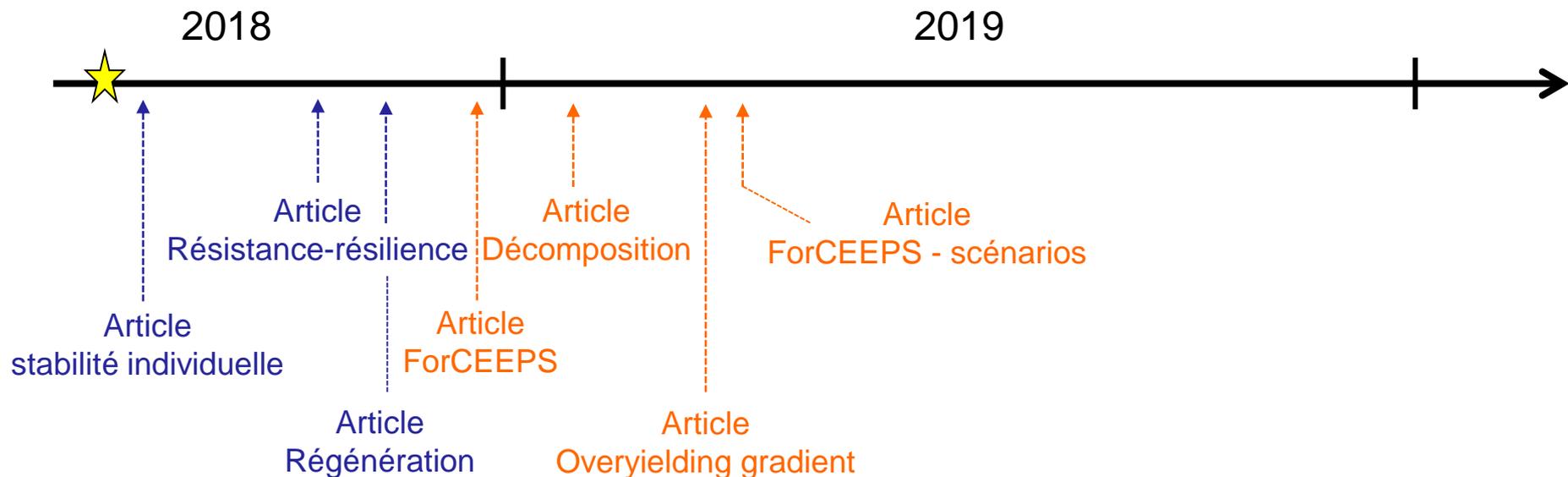
10 présentations lors de colloques

3 thèses directement liées au projet

5 présentations lors de séminaires

5 rapports de stage

3 posters présentés lors de colloques



Valorisation

- Valorisation opérationnelle

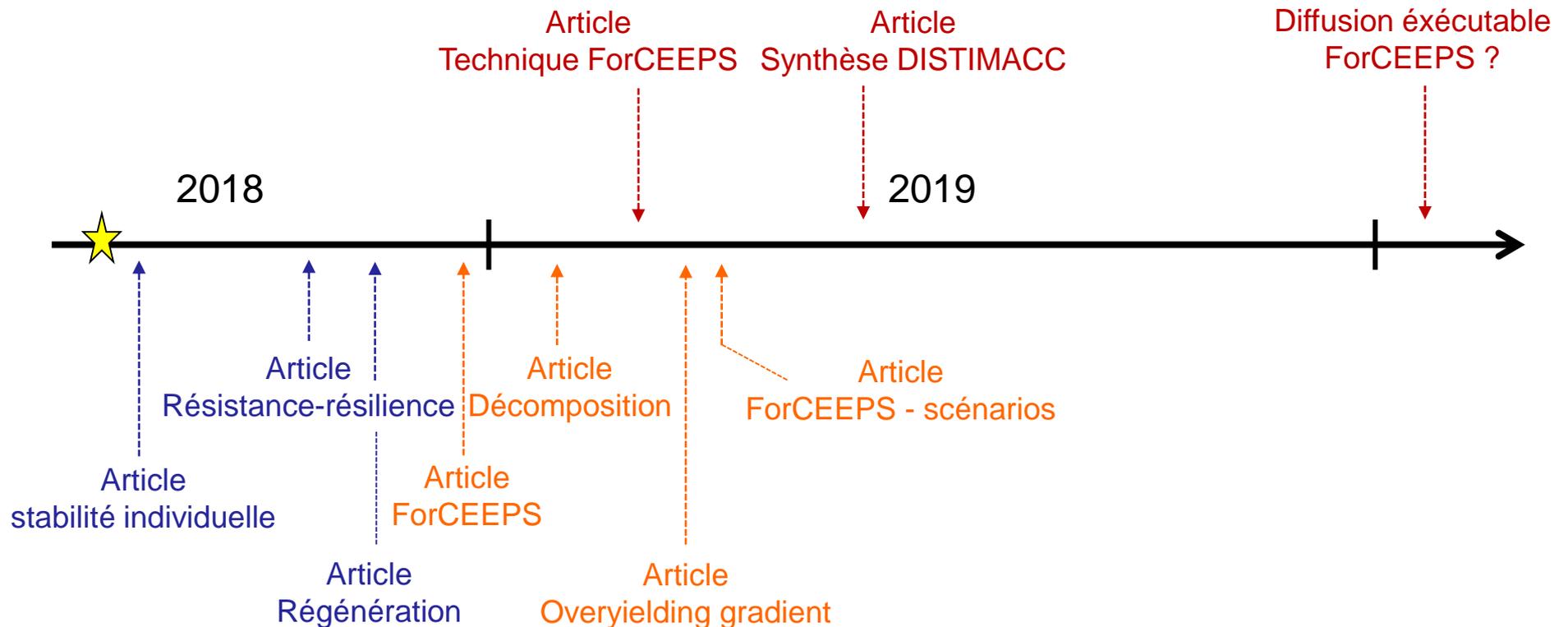
En chantier

1 publication de vulgarisation en français « Brève de l'INEE »

2 communications de vulgarisation à destination des gestionnaires

+ 2 articles en français en préparation

+ version « user-friendly » tournée vers l'opérationnel de ForCEEPS



Retour sur le partenariat

- Le projet a associé 3 partenaires apportant chacun des **compétences propres et complémentaires**

- Avec une tâche centrale directement articulée entre chercheurs (CNRS, IRSTEA) et le département RDI de l'ONF

 - ⇒ *Interaction qui a permis des échanges de vues et réflexion en amont sur les simulations*

 - ⇒ *A ouvert des perspectives qui devraient perdurer sur le long terme*

+ Liens projet BioPICC

Bilan & Perspectives

Au niveau scientifique...

- Diversité des effets de la diversité sur les peuplements et leur fonctionnement (même si beaucoup de résultats non définitifs)
- Fort effet de l'identité des espèces + difficulté de tester les effets climatiques
- Résultats antagonistes vis-à-vis de l'hyp. de gradient de stress

Plus de mécanismes ? = *Traits fonctionnels*
Variabilité individuelle

- Complémentarité entre espèces \Rightarrow mécanismes de coexistence
= clés des effets forts sur l'identité des espèces ?
- Approche de substitution « *space for time* » pour tester les effets du CC
= complément aux expérimentations et aux analyses d'observations à large échelle
...de même que la modélisation (générer hypothèses, projections, test de scénarios...)
- Lien avec d'autres projets
DIPTICC (ANR 2017-2020) \longrightarrow *Traits fonctionnels*
REFORM (SumForests 2016-2020)
APPATS (ANR 2016-2019) \longrightarrow *Variabilité génétique*

Bilan & Perspectives

Au niveau opérationnel...

- Intégration des résultats scientifiques encore difficile...
- ... notamment à cause de la difficulté à anticiper les impacts du changement climatique, mais
 - la composition semble être un levier fort (*mélange sapin-hêtre*)
 - peu d'effet négatifs quant à l'effet du mélange
- Le modèle ForCEEPS = un outil perfectible évidemment...
...mais un futur appui à l'aide à la décision ?

Plus généralement

- BGF = Projets à l'interface \Rightarrow nécessitent de « faire beaucoup avec peu »
- Crucial de comprendre les interactions entre changement de climat, de diversité et de fonctionnement de façon intégrée
- **La recherche forestière a des atouts :**
large gamme de types d'écosystèmes, observations long-termes, modèles (...), expérimentations à moyen terme

Merci...

Personnels ONF des sites
Personnels ONF qui ont répondu
aux enquêtes

David Degueldre
Jonas Baudry
Emmanuel Defossez
Brieuc Cornet

Equipes FORECAST et BIOFLUX
du CEFE

François de Coligny
Joannès Guillemot

Eric Mermin
Pascal Tardif

Jurgis Sapijanskas
Hervé Jactel
Lorenz Fahse
Harald Bugmann
Patrick Vallet

