Impact du changement global et climatique sur la productivité forestière Approche par transects

Michel Vennetier

Avec la collaboration de

Bruno Vila, Er-Yuan Liang, Frédéric Guibal

Cemagref

Ecosystèmes Méditerranéens et Risques / IMEP

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Des changements à long terme …

…qui touchent toutes les espèces,

…qui concernent tout l'écosystème

Effets du climat … et d'autres facteurs

Et des accidents ponctuels ...

Cemagref

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Des limites bioclimatiques qui se déplacent …

certaines espèces pourront suivre le rythme,

… d'autres pas

En régions méditerranéennes, mosaïque serrée stations contrastées et de stades d'évolution, favorable à la migration des espèces xéro et thermophiles, mais beaucoup d'impasses pour les espèces plus exigeantes en eau

… les arbres sont des cas particuliers

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

… les arbres sont des cas particuliers

- **lenteur du cycle de reproduction**
- **faible mobilité en général**
- **grande longévité**

Les peuplements installés s'opposent à la migration rapide des essences. Ils doivent encaisser sur place les variations d'environnement.

A l'échelle du siècle, les essences n'occuperont pas leur aire potentielle au rythme prédit du changement climatique.

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Les arbres traduisent les changements d'environnement par des variations de croissance et d'état sanitaire. L'étude de ces variations se heurte :

- **à la variabilité spatiale du climat, à toutes échelles**
- **aux interactions entre pluies et température,**
- **à la variabilité génétiques des populations,**
- **à l'interaction forte entre climat et "fertilité",**
- **au brouillage par les accidents ponctuels.**

… qui rendent difficiles les comparaisons entre sites éloignés

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Pour suivre l'impact des changements d'environnement sur la végétation et les arbres, il faut combiner :

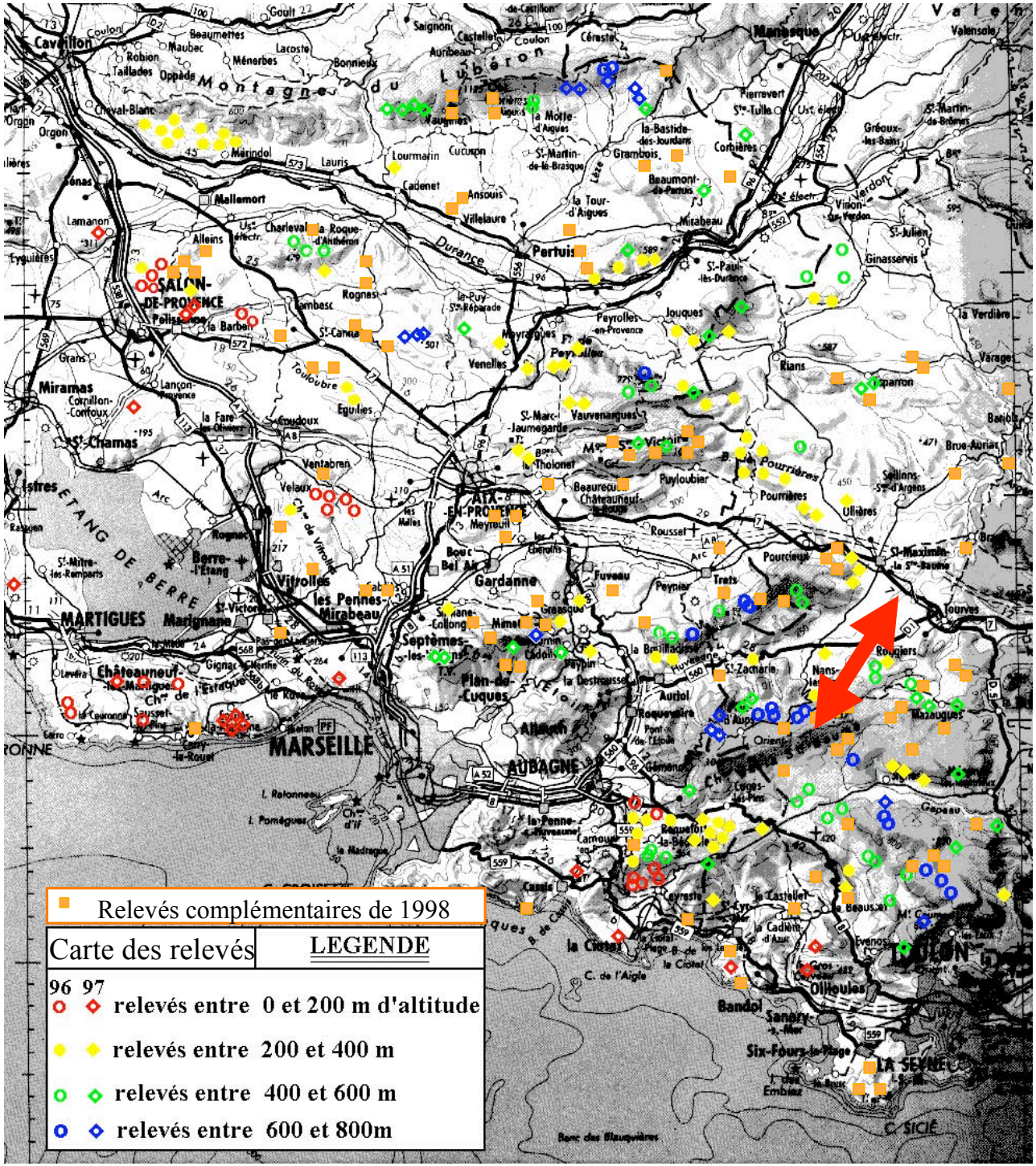
- **des suivis sur des réseaux et transects à échelles régionales, nationales ou continentale, qui montrent les grandes tendances de l'évolution des écosystèmes,**

- **des suivis beaucoup plus précis sur des transects locaux à fort gradient qui éliminent une part importante des variabilités environnementales pour comprendre finement les phénomènes en jeu et les comportements aux limites**

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Exemple de réseaux et transects à échelles emboitées :

- **un réseau méditerranéen de placettes écologiques et dendrométriques**
- **un transect limite pin d'Alep - pin sylvestre,**
- **l'aire du pin d'Alep**



Réseau de placettes du modèle de bilan hydrique

(325 placettes)

et

Transect à la limite pin d'Alep - pin sylvestre

(25 placettes)

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Alpes Hte Prov	32	Provence Alpes Côte d'Azur
Alpes Maritime	20	
Bouches du Rhône	180	
Var	135	
Vaucluse	85	452
Aude	20	Languedoc Roussillon
Gard	21	
Hérault	28	
Pyrénées Orientales	4	73
Drôme	15	Rhône Alpes
		15

Réseau pin d'Alep (540 placettes)

Cemagref

MV 02-05

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Origine de la base

Typologies de stations forestières, études autécologiques, modèle de bilan hydrique

Des relevés combinant :

- **renseignements administratifs et localisation**
- **inventaire floristique exhaustif**
- **dendrométrie et structure de la végétation**
- relevé très détaillé des variables du milieu naturel

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

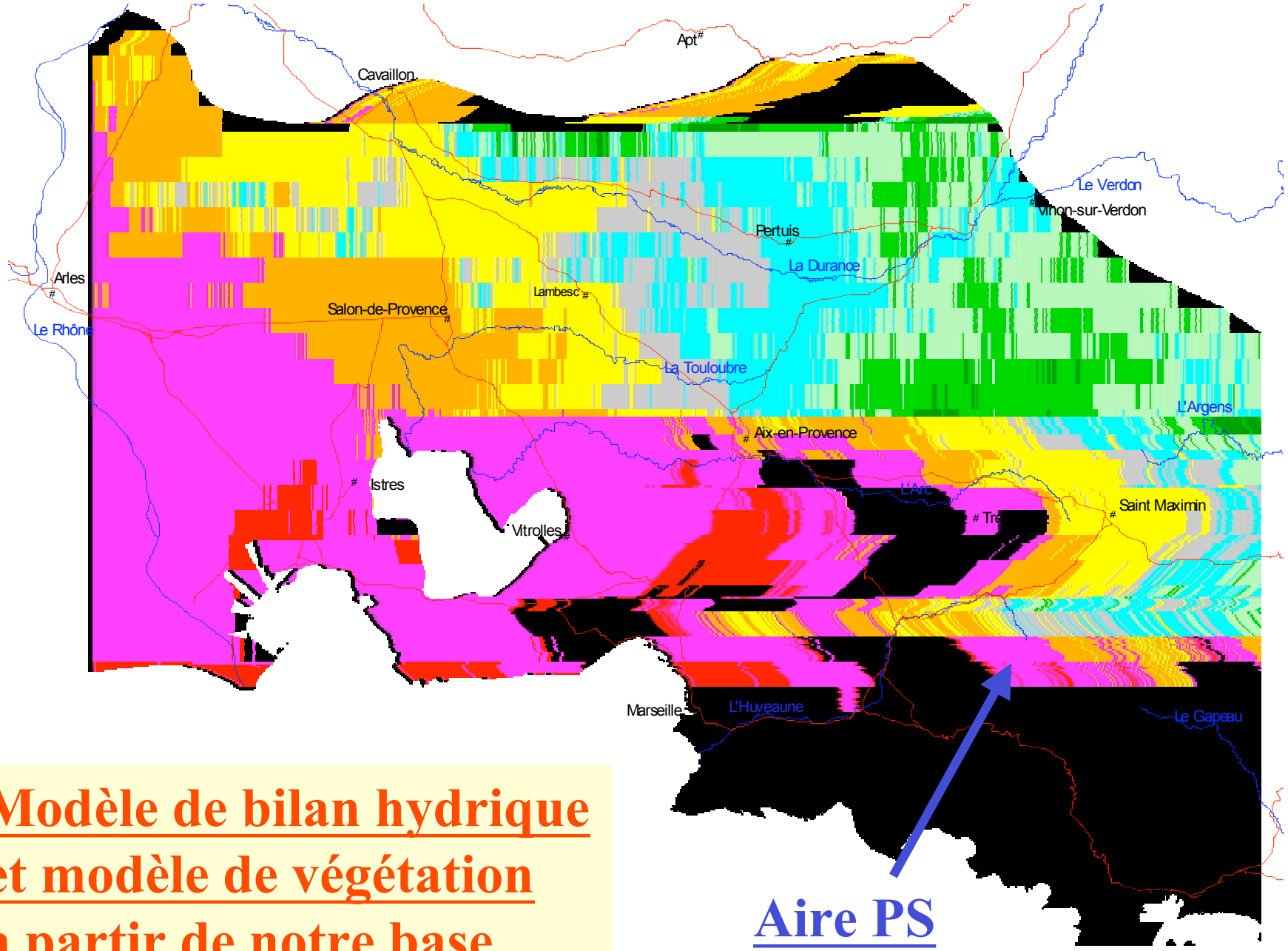
Avantages et faiblesse de nos BDD

- **Richesse et précision de l'info**
- **Grande homogénéité** des relevés :
  (réalisation par la même équipe, en grande partie les mêmes personnes, avec les mêmes protocoles, les mêmes objectifs sur près de 2000 placettes)
- **Précision de la localisation et pérennisation partielle à assurer rapidement**
  (petit financement à trouver !!!).

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Intérêt de ces bases

- Echantillonnage représentatif de la variabilité écologique, combinant climat, altitude, exposition, roche mère, type de sol, petites régions naturelles,
- Bases de données à jour et enrichies régulièrement,
- Déjà utilisées pour de nombreuses études et thèses,
- Comparaison possible de toutes les placettes dans un référentiel homogène à l'échelle régionale en terme de bilan hydrique et de potentialités stationnelles



Modèle de bilan hydrique et modèle de végétation à partir de notre base

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Suivi sur les bases régionales

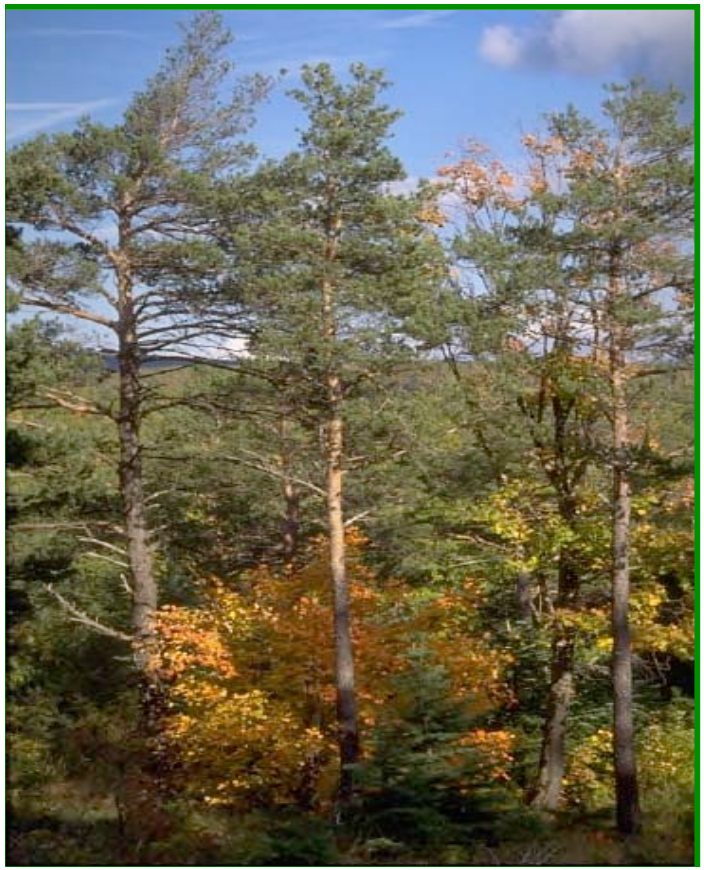
Permet un choix de climat, d'altitude, de bilan hydrique :

- Cela représente des transects écologiques multiples, en raison du classement de toutes les placettes dans une échelle unique de bilan hydrique climatique et stationnel
- Suivi combiné des changements de flore, de productivité, d'état sanitaire
- Suivi de phénomènes à une échelle fine, spatialisée et extraplolable

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Deux espèces représentatives….

- **Pin d'Alep** pour la basse Provence

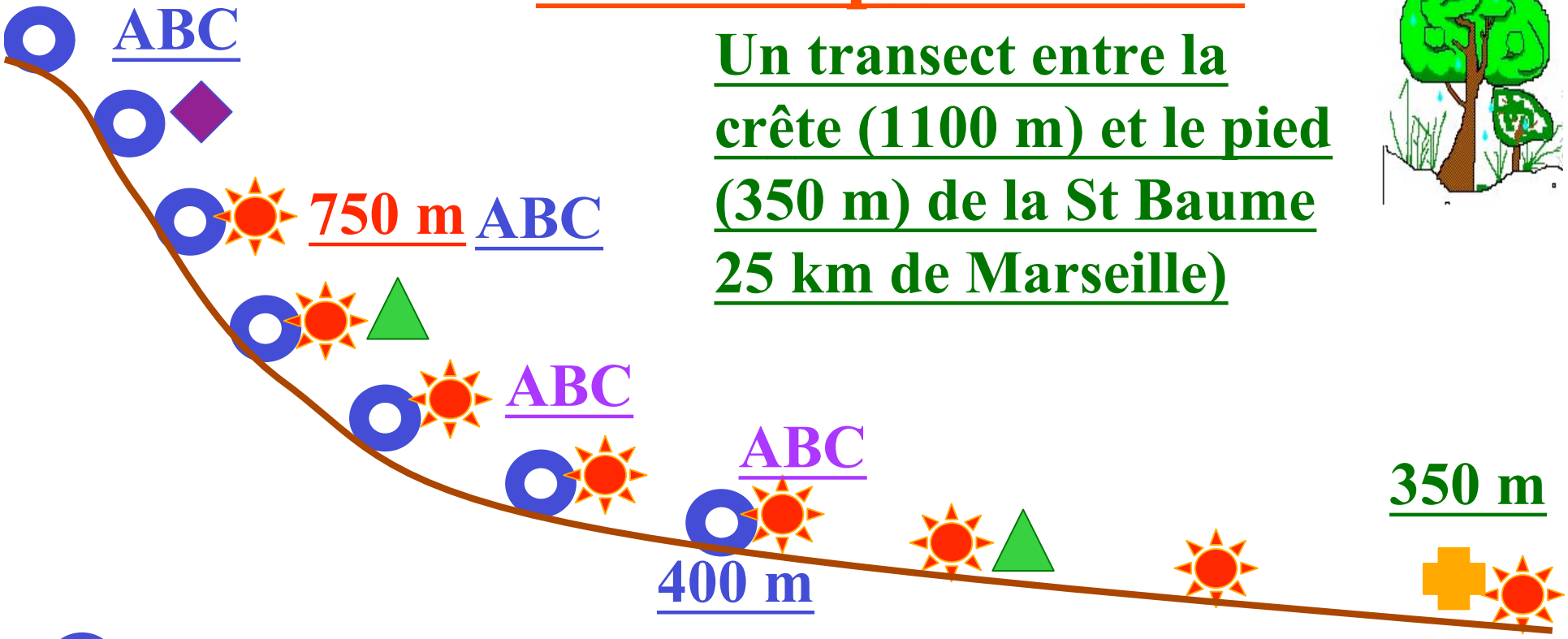


Pin sylvestre pour l'arrière pays

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Plan d'expérience ….

Un transect entre la crête (1100 m) et le pied (350 m) de la St Baume 25 km de Marseille)



P. silvestris

Cedrus atlantica

P. halepensis

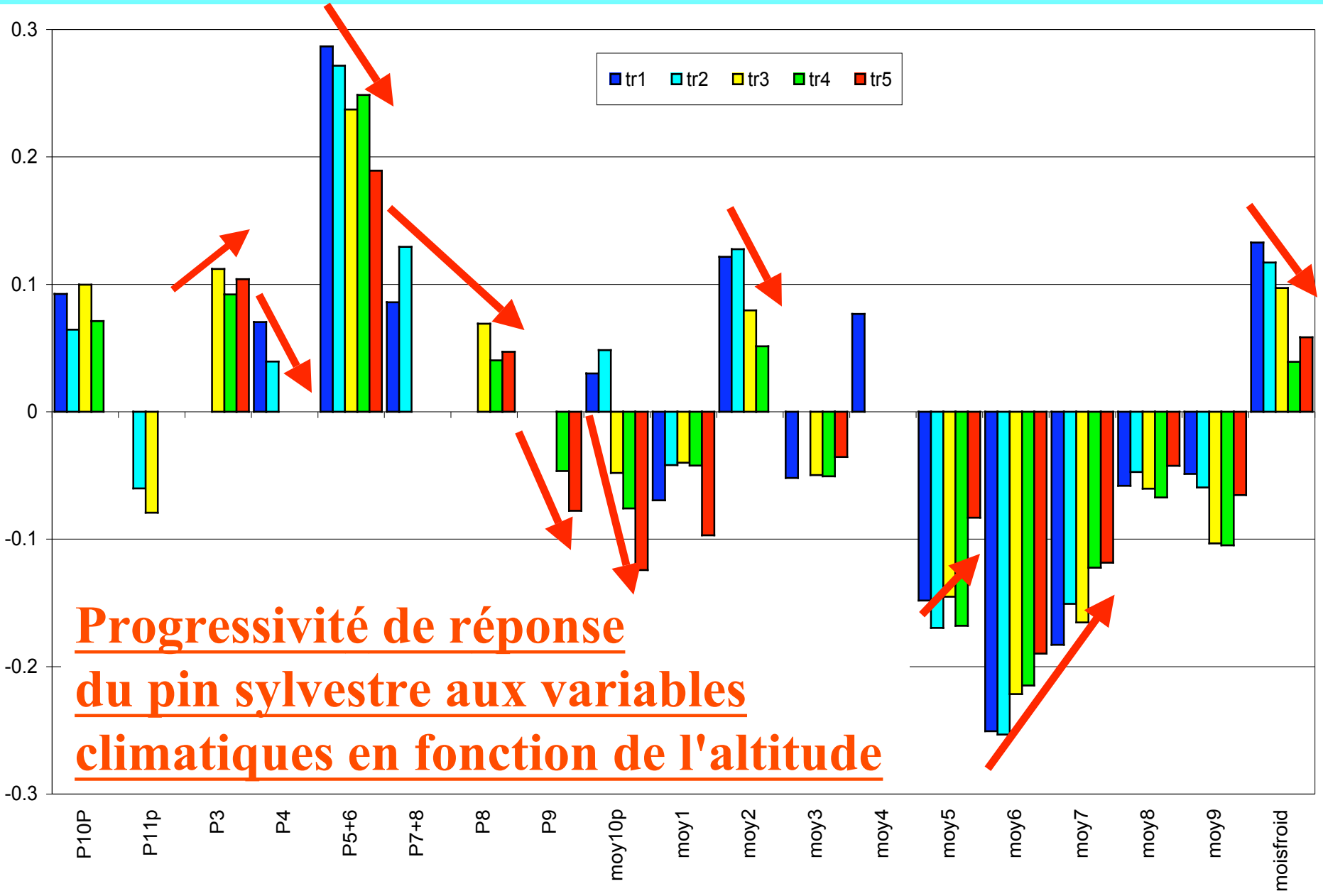
P. pinaster

P. pinea

Cemagref

MV 02-05

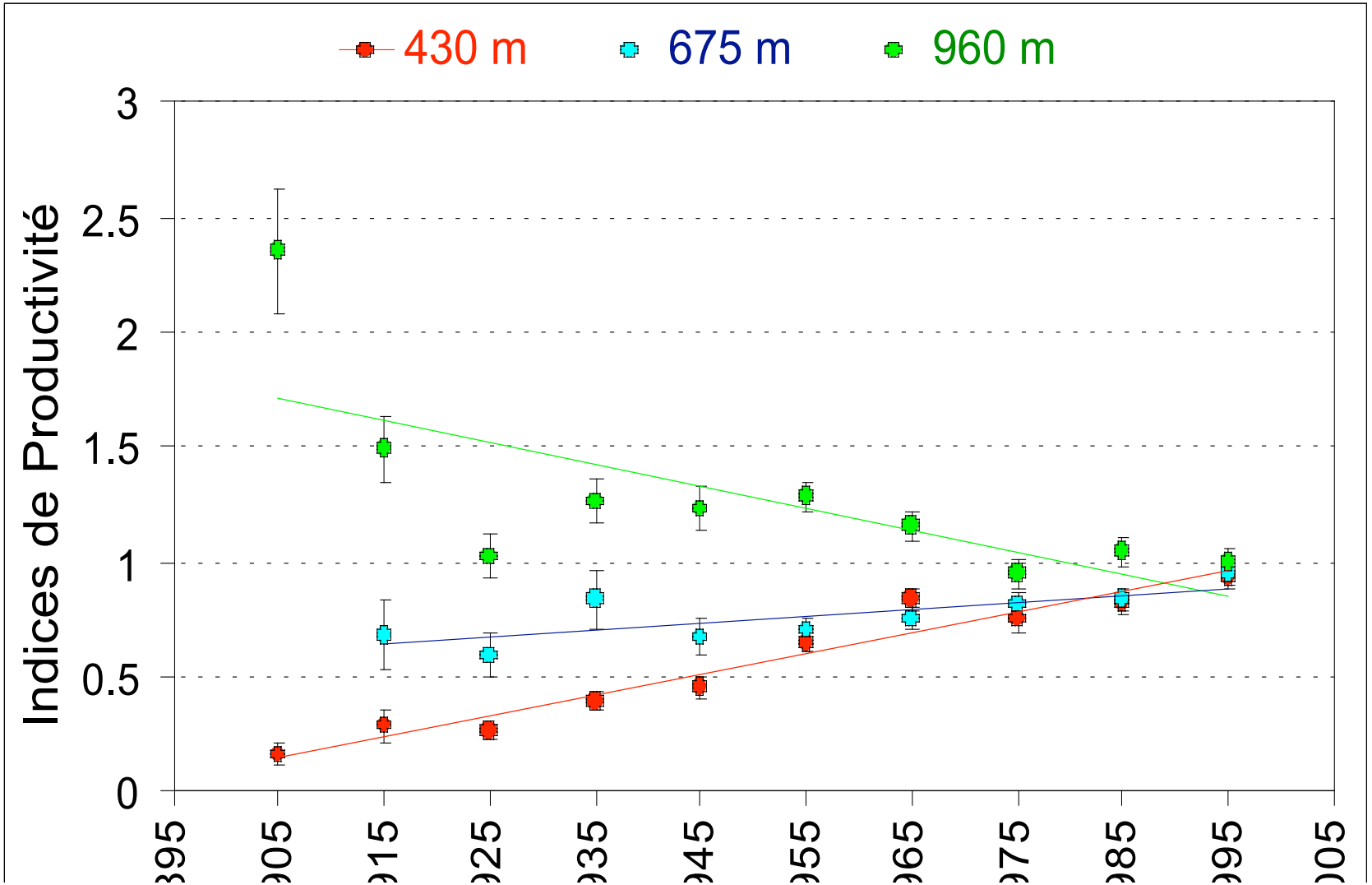
Observation et suivi des écosystèmes forestiers



Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Exemple du pin sylvestre : effet de seuil

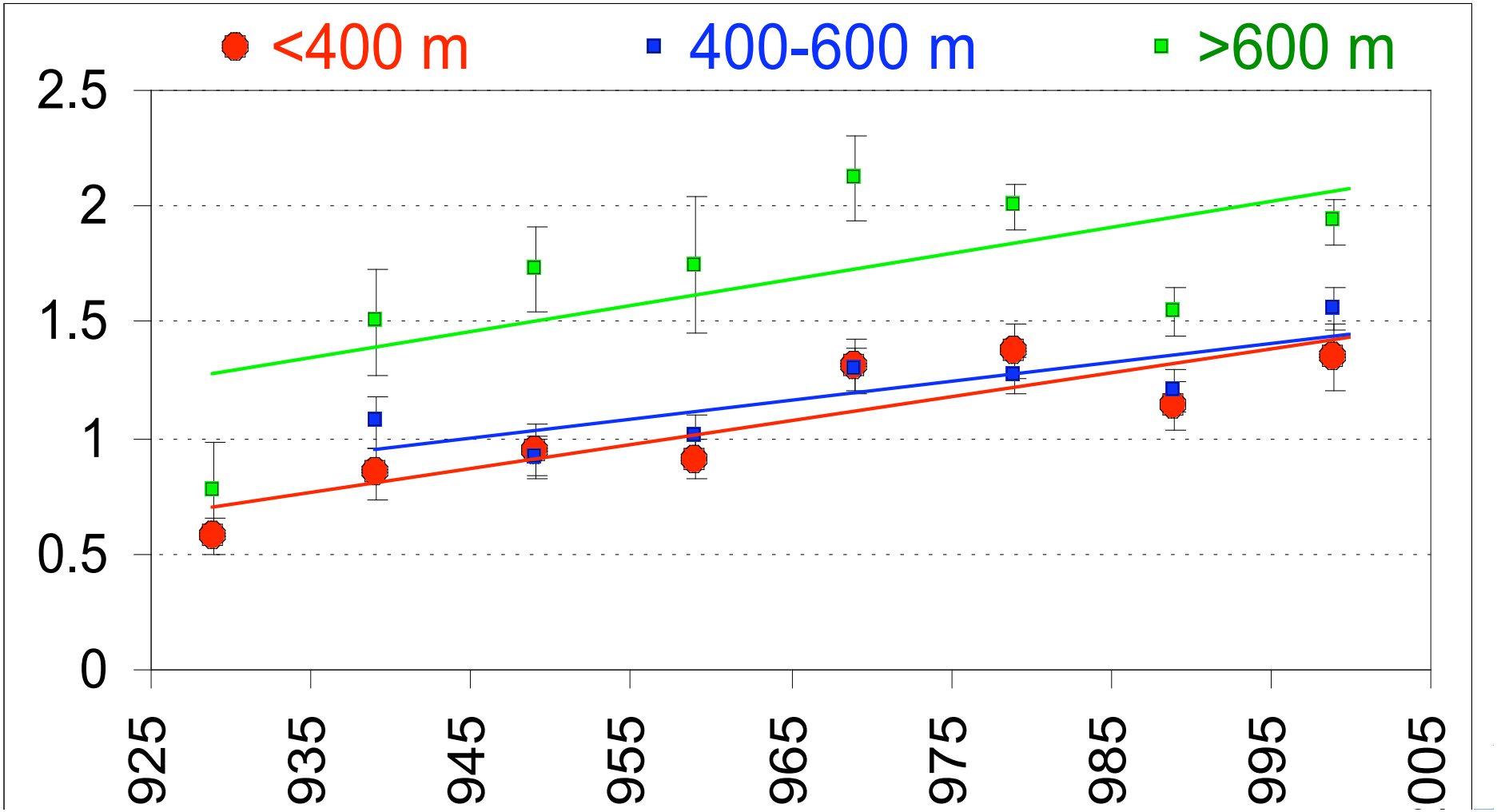
évolution temporelle de la productivité en f. de l'altitude



Observation et suivi des écosystèmes forestiers

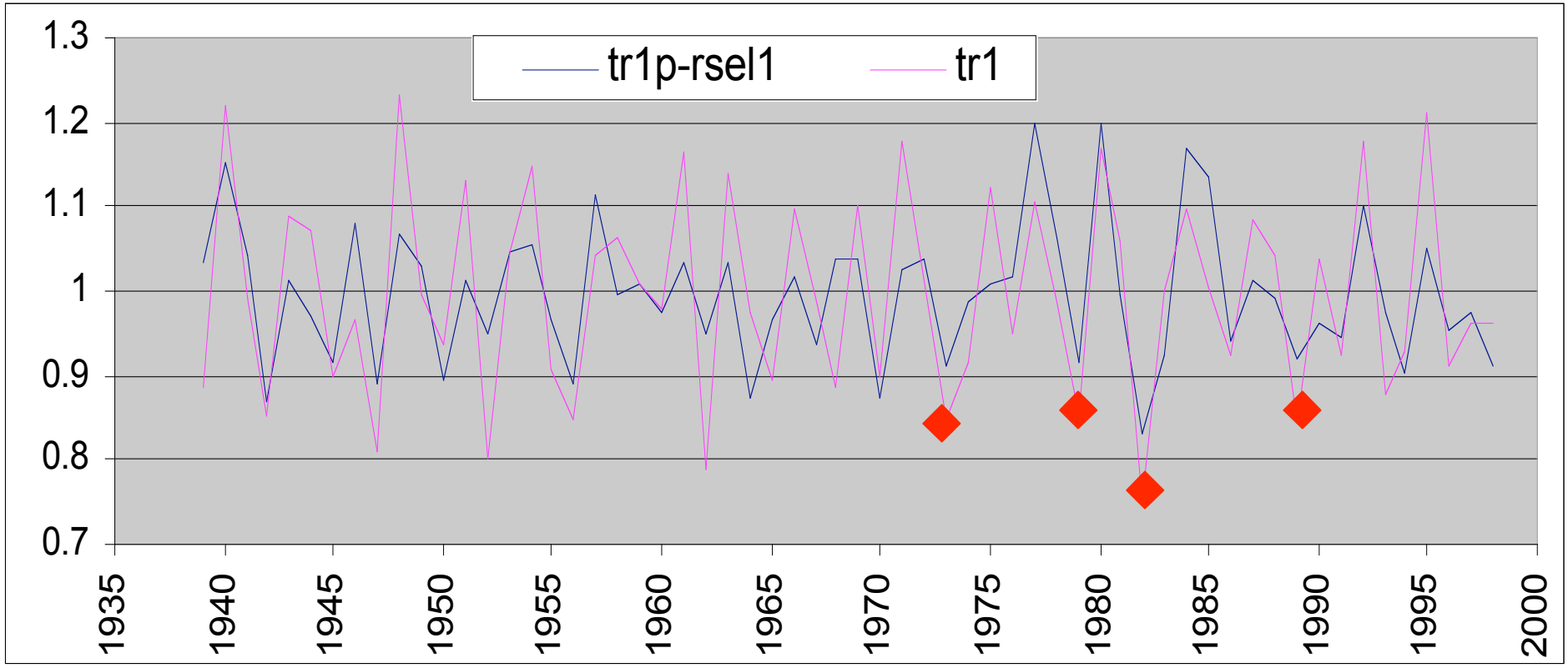
Exemple du pin d'Alep …

évolution de la productivité en fonction de l'altitude



PS: variation de réponse aux sécheresses en f. de l'altitude

Basse altitude : 300-500 m



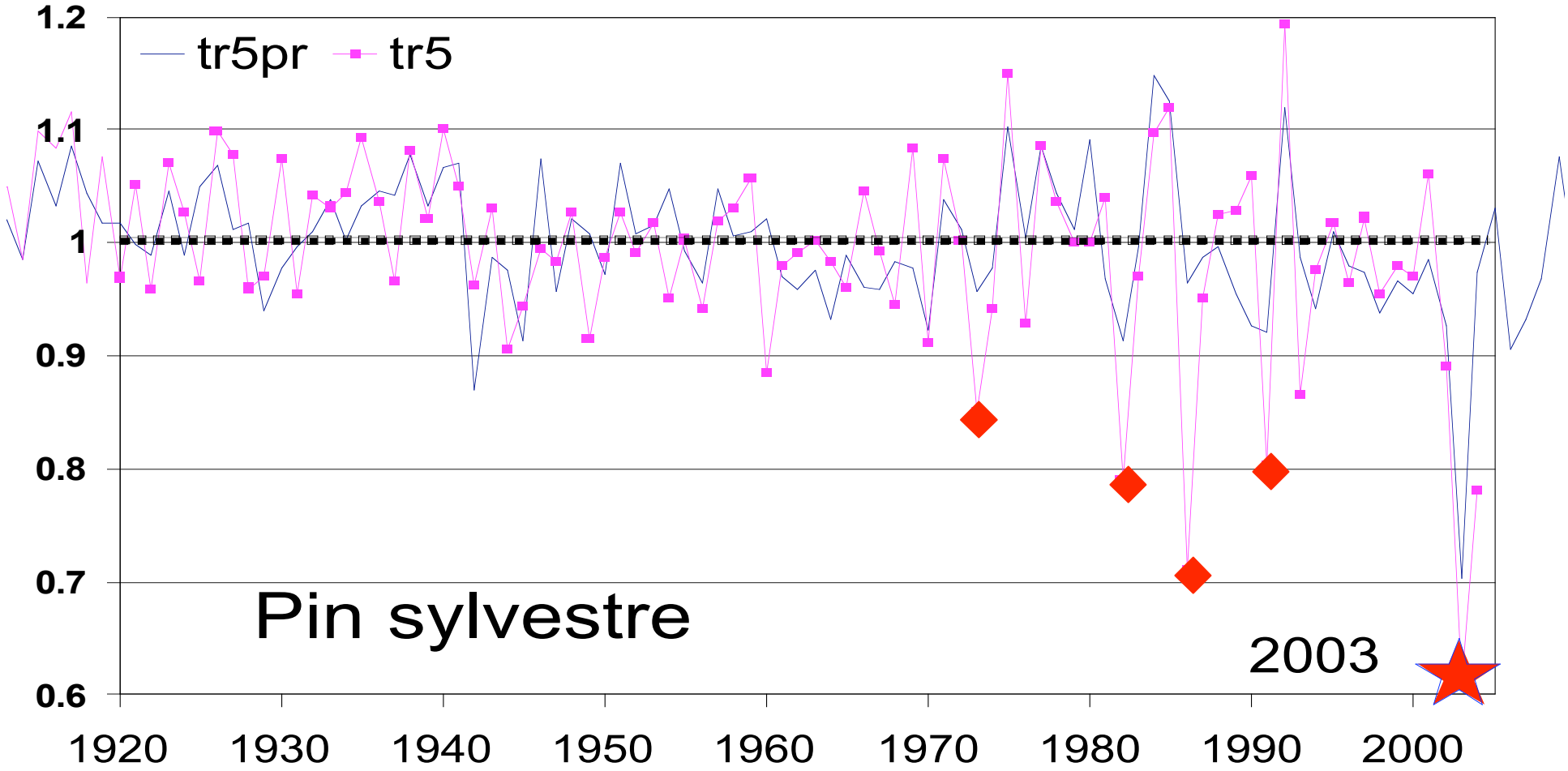
… le modèle prédit bien les accidents

Cemagref

MV 02-05

PS: variation de réponse aux sécheresses en f. de l'altitude

plus haute altitude : 800-1100 m

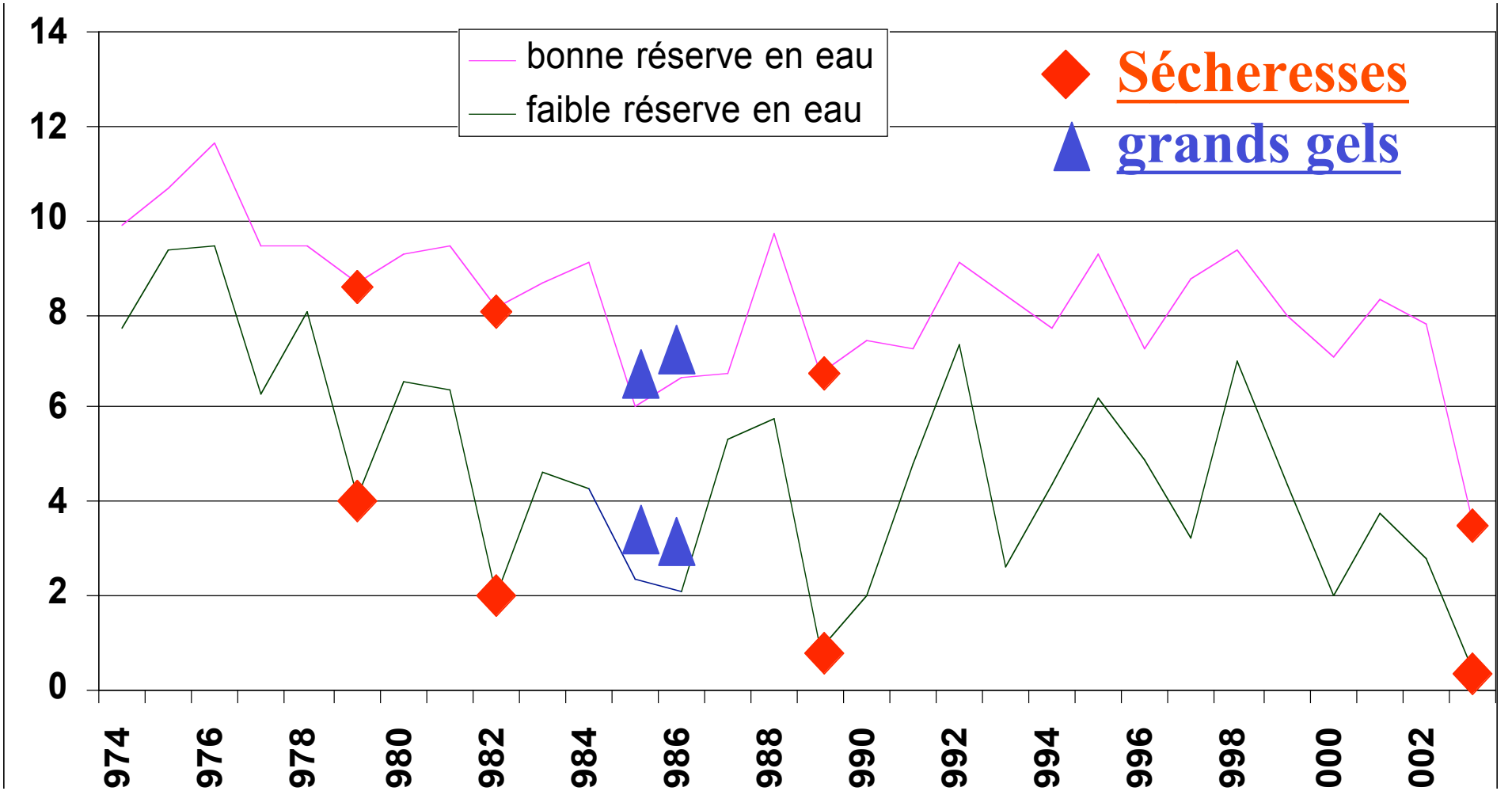


… les sécheresses récentes ont des effets traumatiques non prévus par le modèle

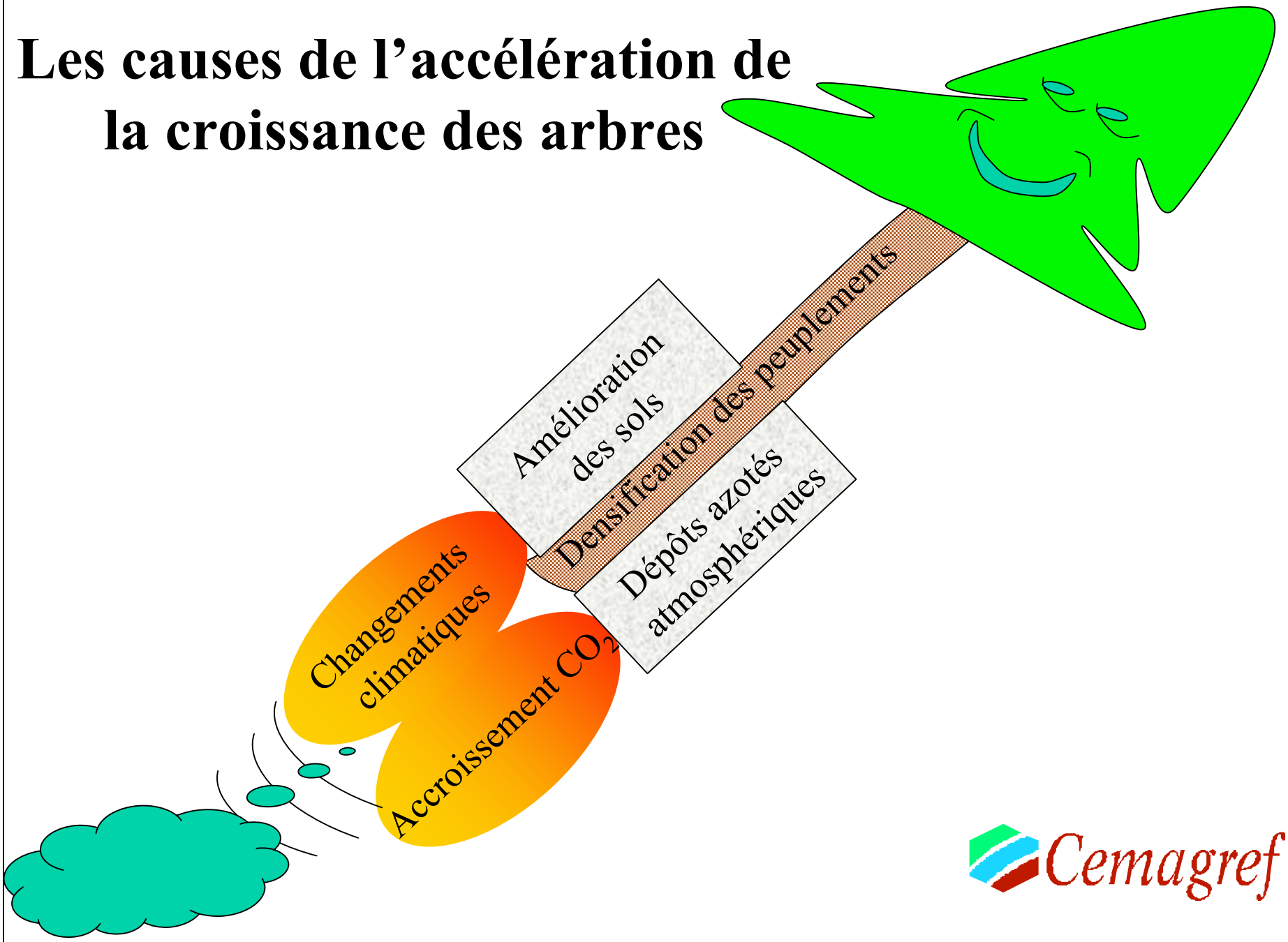
Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Sécheresses et canicules … effets du bilan hydrique

- Amorti des variations climatiques par réserves du sol

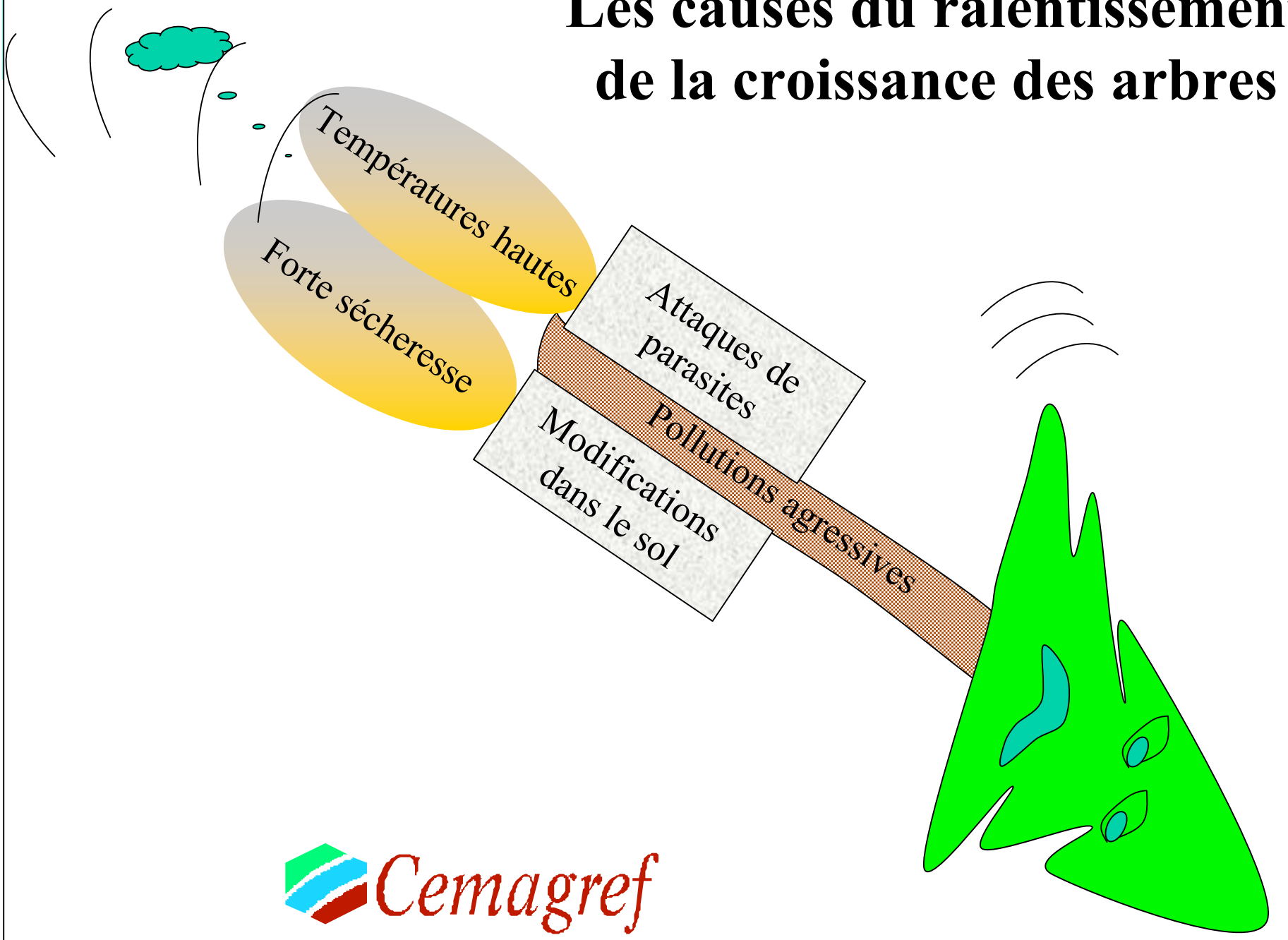


Les causes de l'accélération de la croissance des arbres



Cemagref

Les causes du ralentissement de la croissance des arbres



Cemagref

Canicule de 2003

Le pin sylvestre meurt :

- < 600 m même sur sols moyens (coup de chaud)
- **> 600 m sur mauvais sols (coup de sec)**

La réduction de croissance est plus forte relativement en haute altitude, comme autres sécheresses depuis 40 ans.

Il y a une forte interaction entre 2003 et neige lourde de 2001.

Il y a sans doute une composante génétique expliquant partiellement les phénomènes observés.

Combinaison des observations

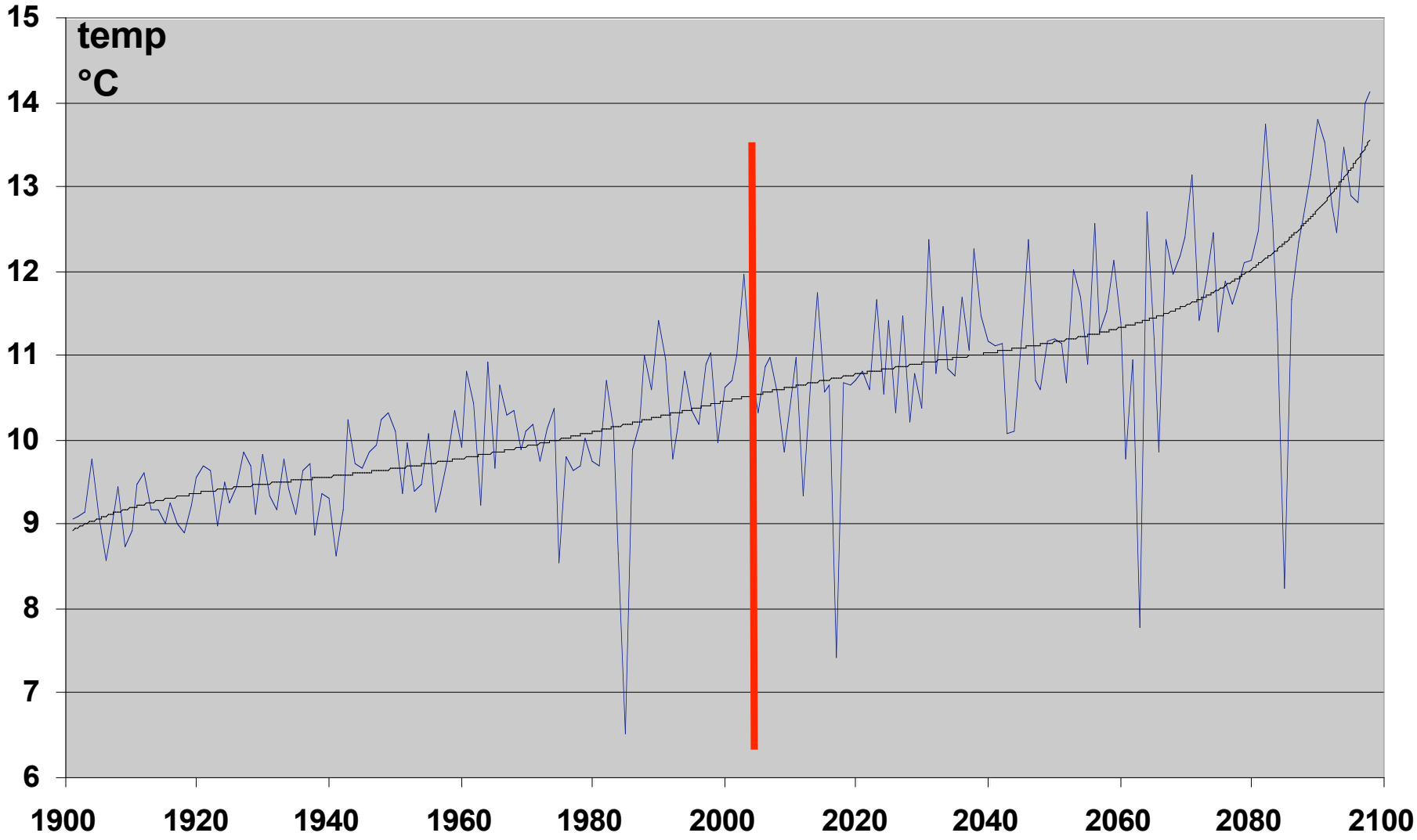
Il y a sans doute des composantes

- génétiques
- et historiques

expliquant en interaction les phénomènes observés

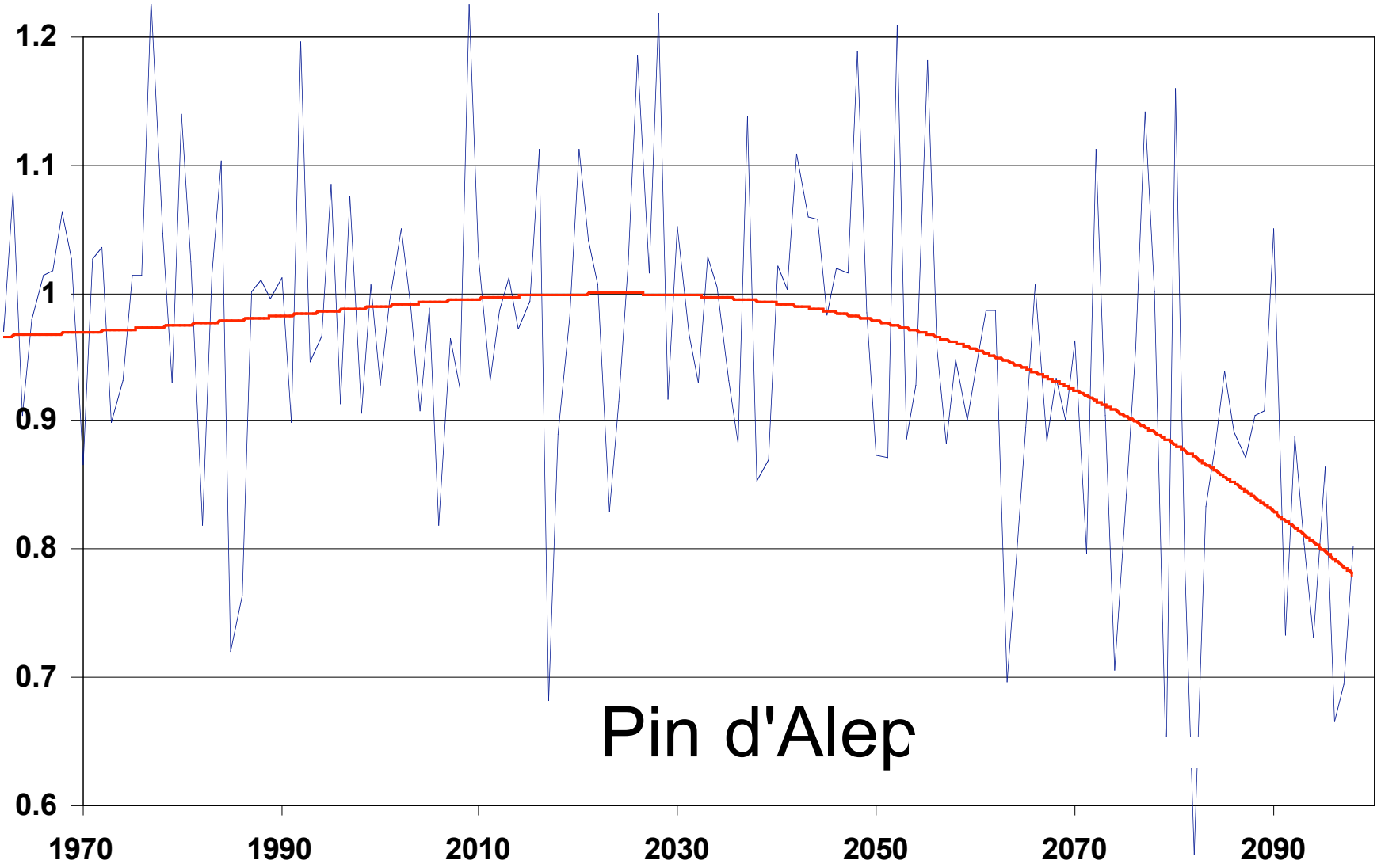
Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Prédiction pour l'avenir : climat plus chaud et plus violent



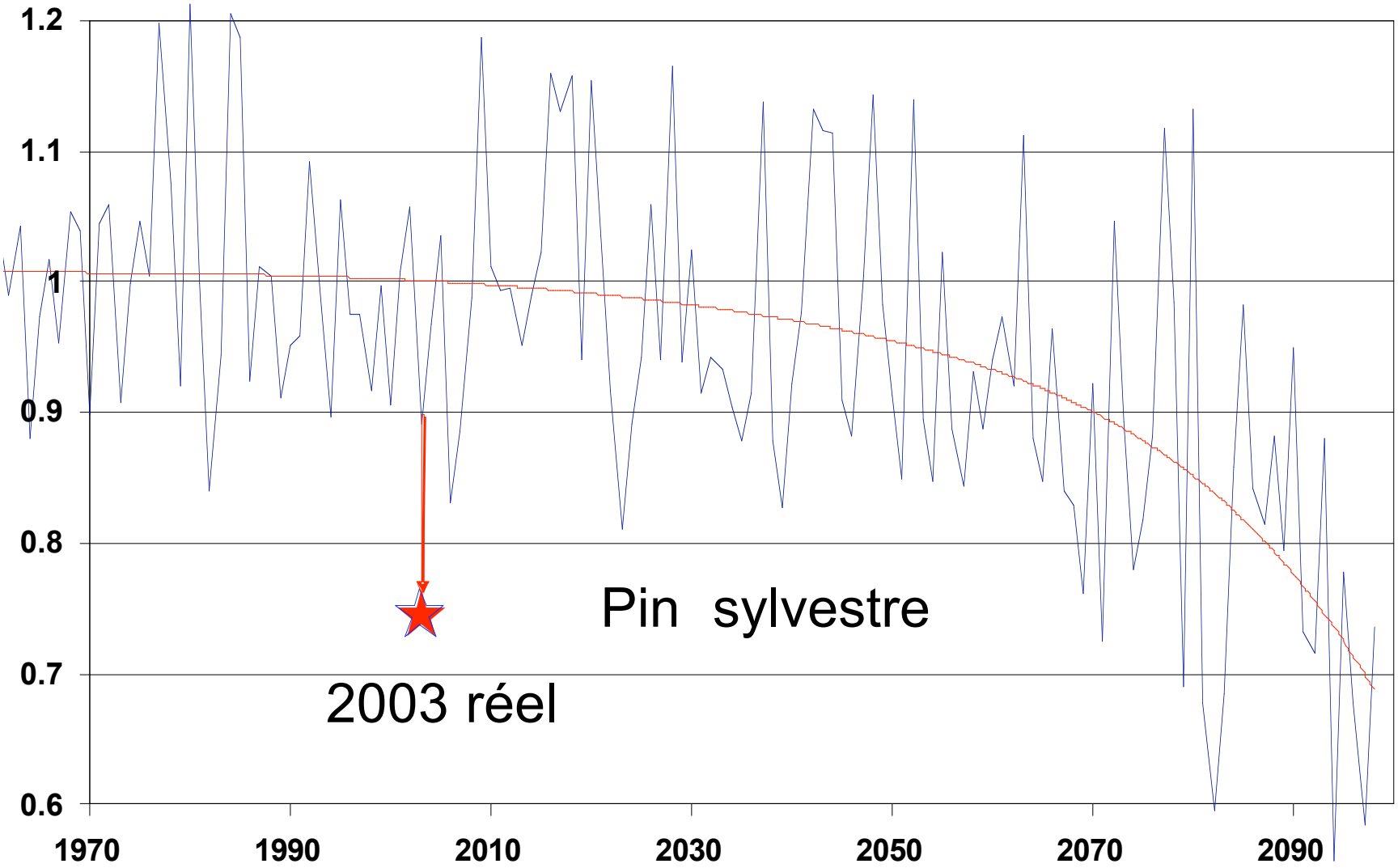
Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Les prédiction pour l'avenir …



Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Les prédiction pour l'avenir …



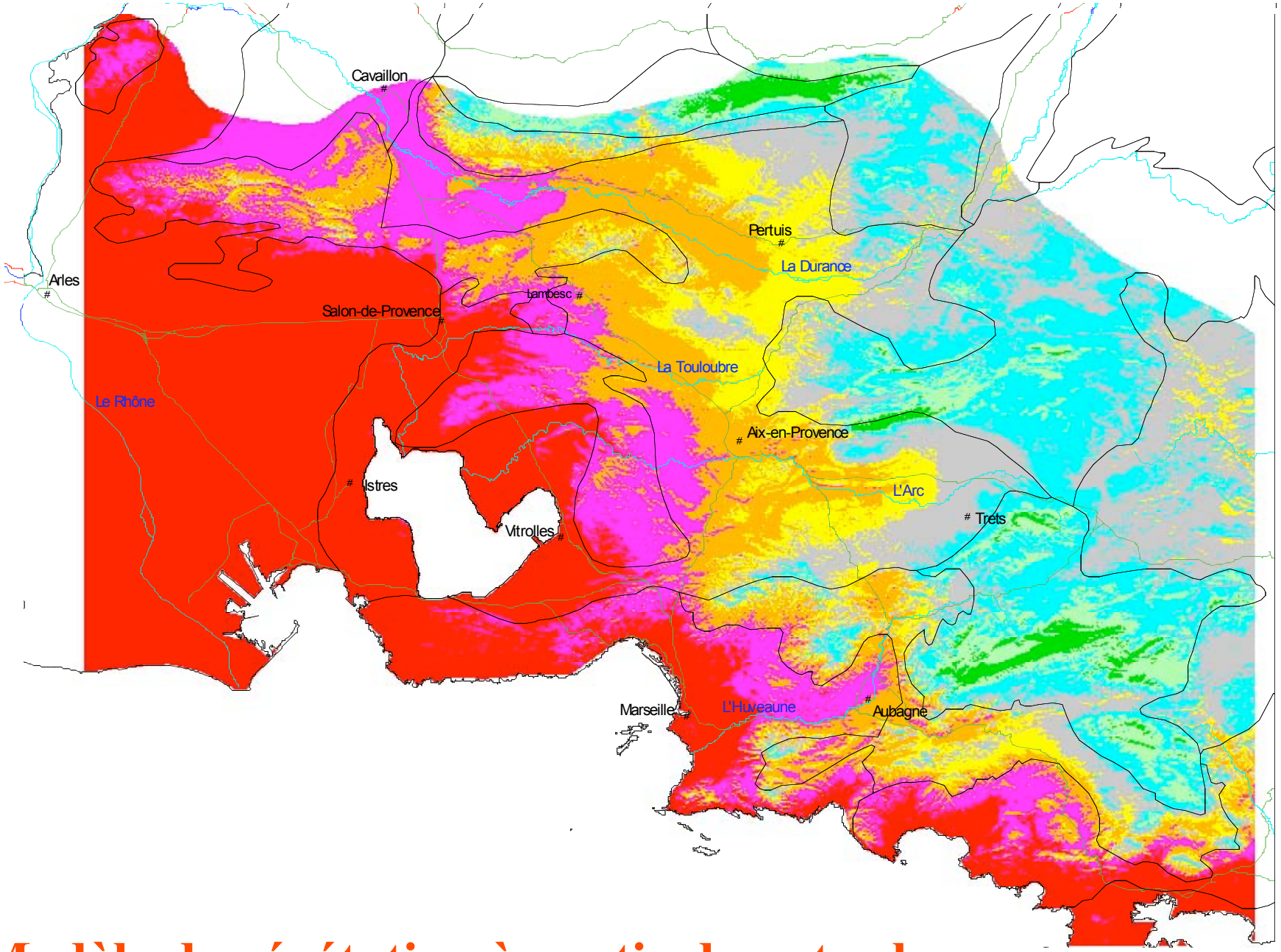
Observation et suivi des écosystèmes forestiers

La productivité peut être mise en relation avec le déplacement des limites bioclimatiques grâce

- au réseau bilan hydrique,

- au réseau de placettes autécologiques

Simulation sur les 100 prochaines années en 2 étapes de 50 ans (d'après modèle météo-France)

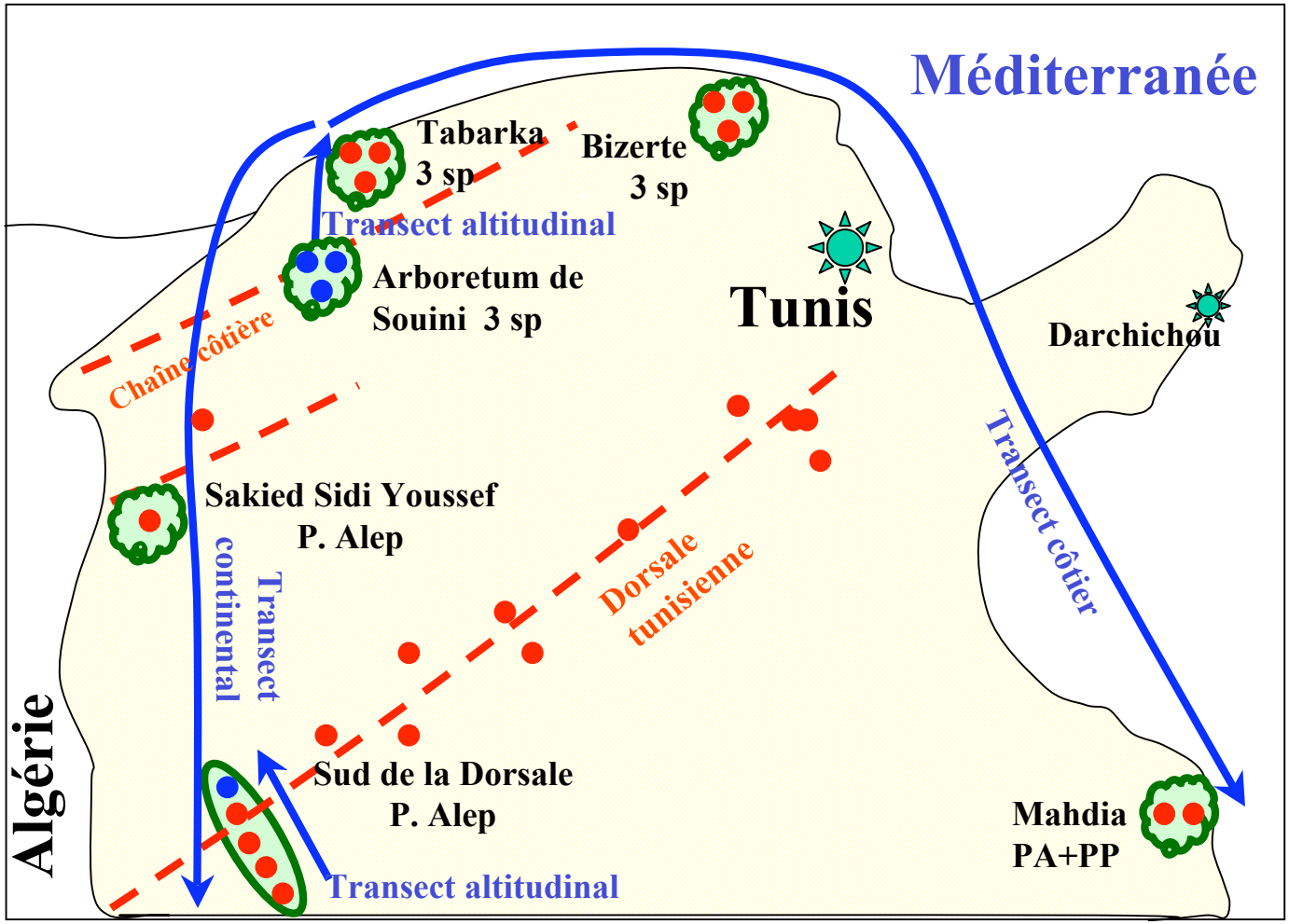


Modèle de végétation à partir de notre base

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Transects locaux et nationaux en Tunisie

En lien avec transect et réseau français, permet de couvrir toute l'aire climatique du pin d'Alep, en détaillant les comportements en limites extrêmes



Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Un transect se met en place en Chine
sur les mêmes principes

- le principe est exportable dans d'autres régions,
- il est pertinent dans les zones de limites d'aires, et de limites entre espèces
- il serait applicable à la limite de la forêt en montagne

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Objectifs

- **Pérenniser physiquement une partie du réseau de placettes et préciser leur localisation pour :**
  - *** Permettre un suivi à long terme,**
  - *** Mise à disposition dans projets scientifiques**

(7 actuellement pour ZA, incendies, GICC, IFB, thèses, ...)

==>

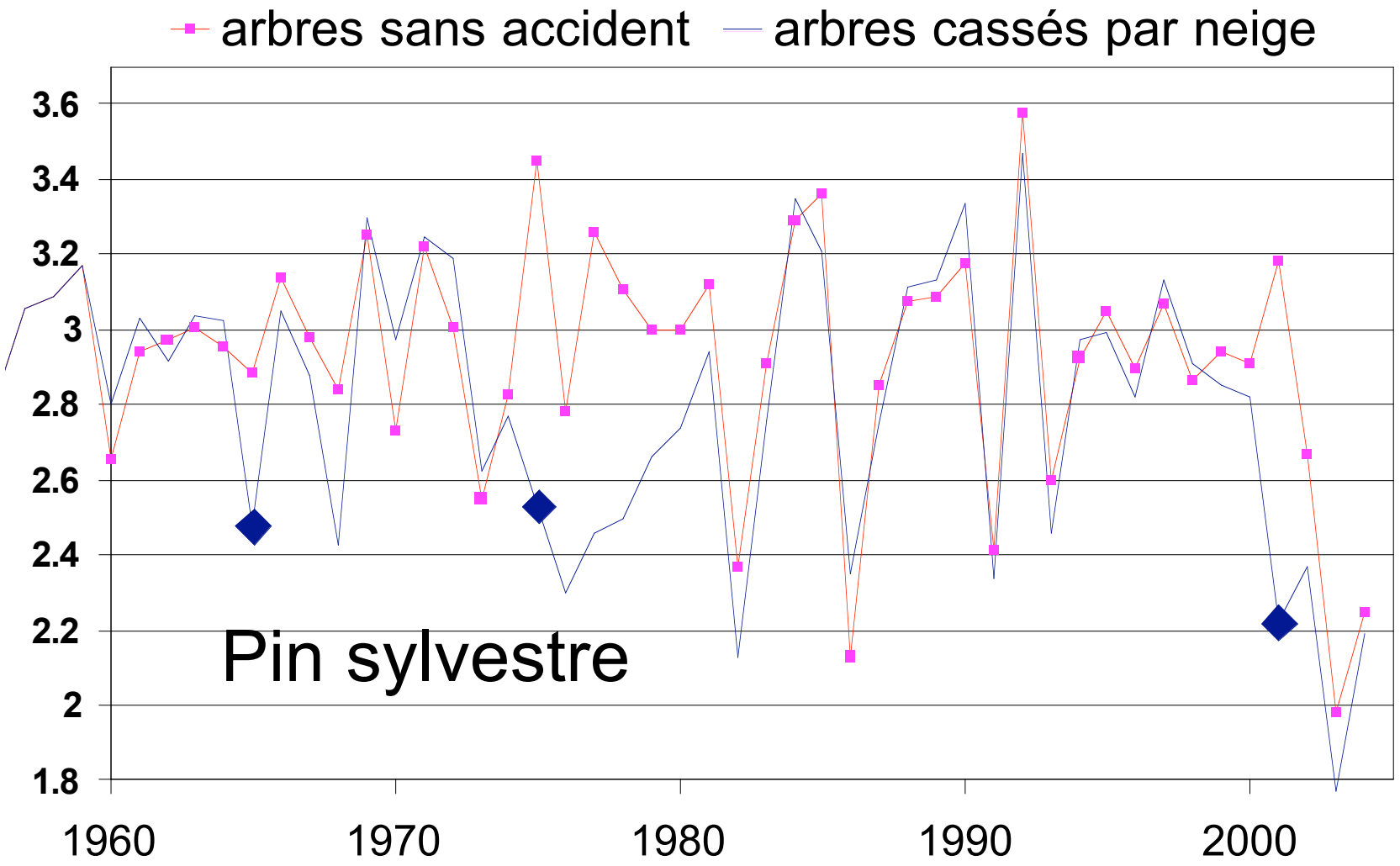
Recherche de financements

Intégration dans les grandes bases de données nationales : pérénisation et mise à disposition.

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Les casses de neige (et tempêtes)



Inventaire floristique

Surface : environ 400 m_

- le critère d'homogénéité est primordial => la forme varie, la surface peut être réduite en cas d'hétéronénéité marquée.

Notation en abondance dominance

- notation d'une part pour chaque espèce
- d'autre part par strate pour chacune des principales espèces arborées (pins, chênes, érables, phyllaires, ...)

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Structure de végétation et dendrométrie

Structure de la végétation

- couverture du sol en 1/10èmes par strate, pour 5 strates :

  0 - 0.5 m - 3 m - 6 m - 10 m - et +

Dendrométrie

- age, hauteur, circonférence d'un échantillon d'arbres dominants (5 si possible)
- pour certaines placettes (pin d'Alep surtout, quelques pins sylvestres), conservation de carottes de sondage au coeur (3 carottes/arbre, dont deux croisées à 1.3m et une au pied)

Observation et suivi des écosystèmes forestiers

Description du milieu naturel

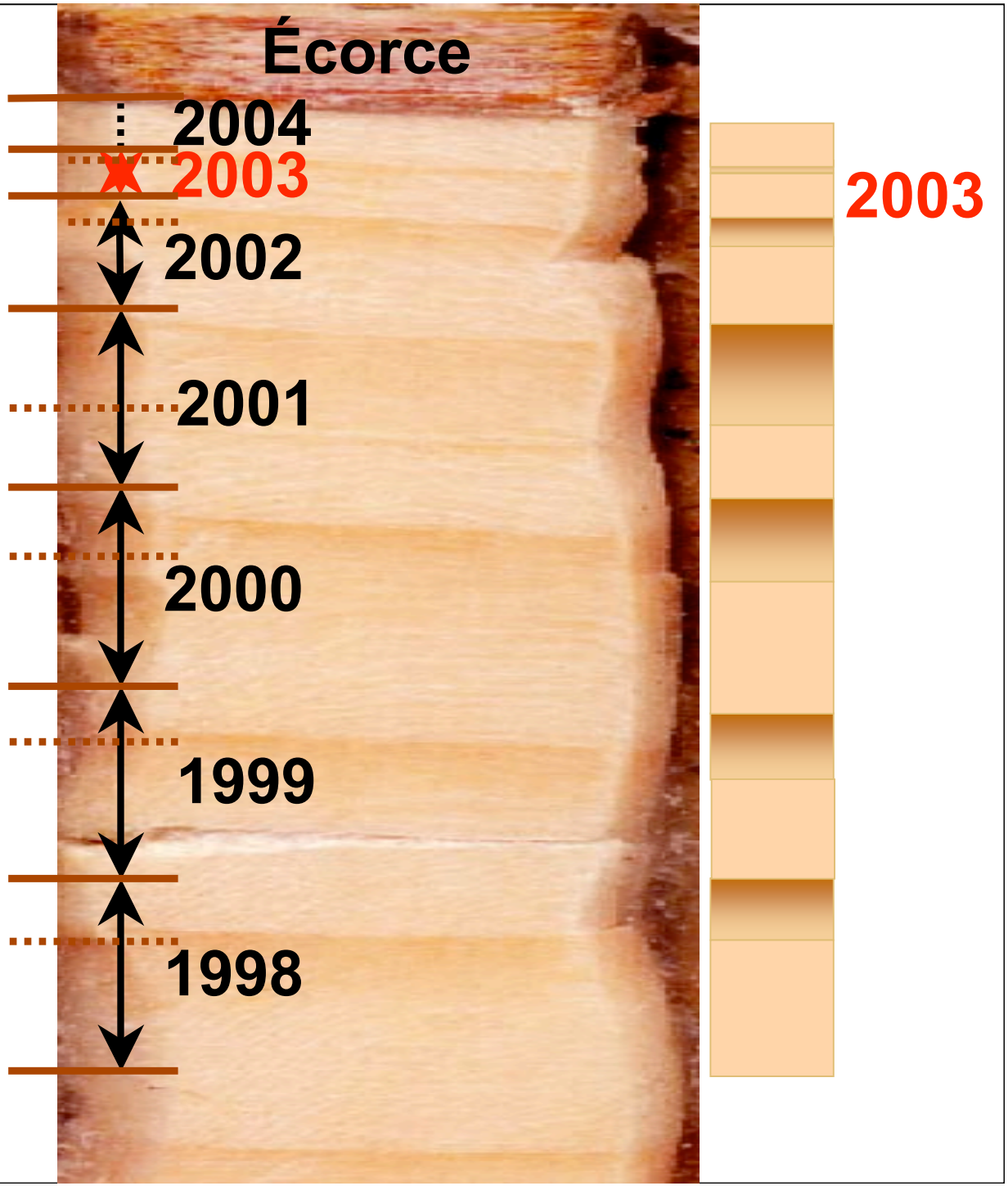
- **Variables géographiques**

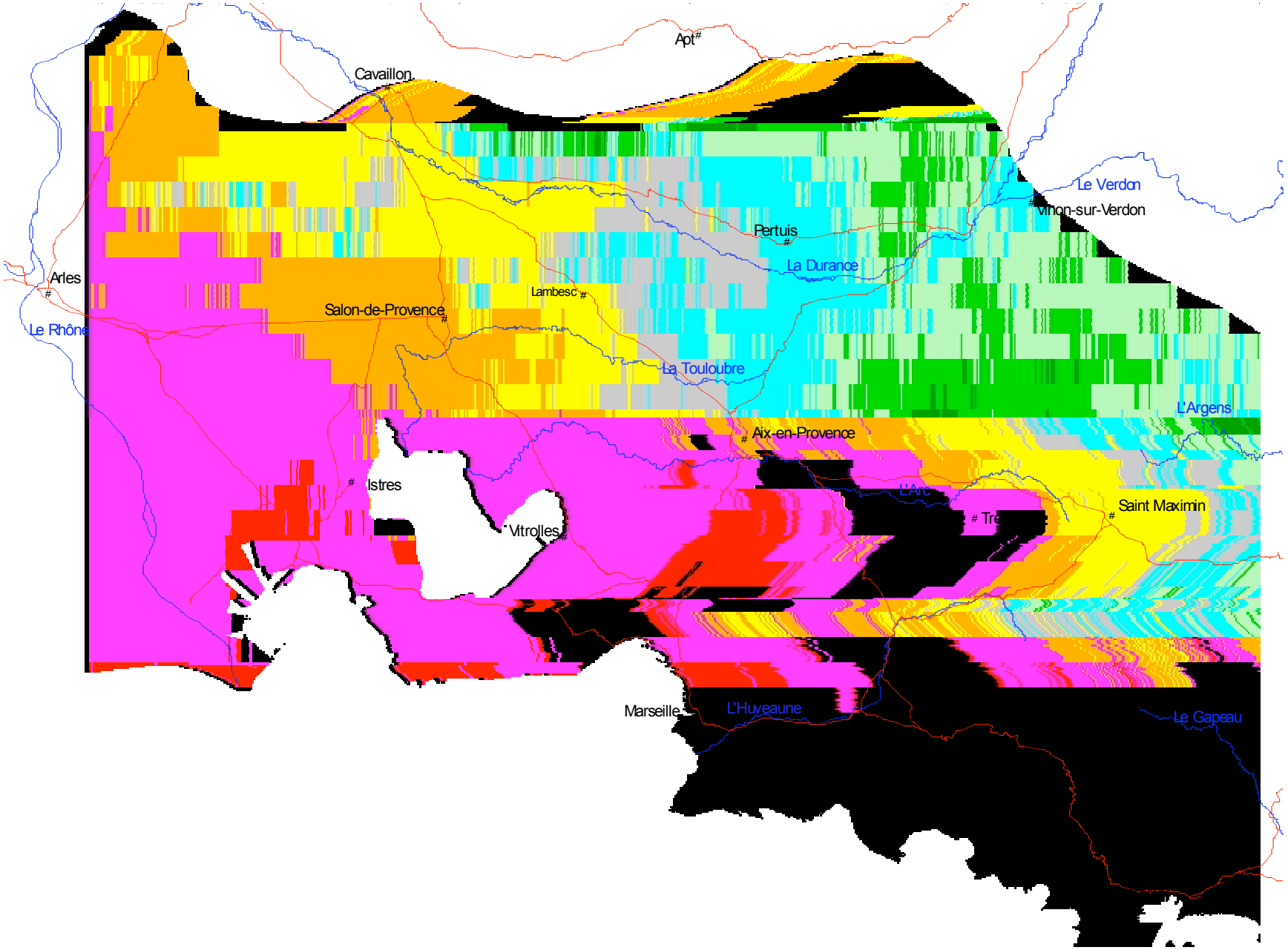
  Altitude, distance à la mer, masque/à la mer, ...
- **Variables topographiques**

  Topo générale, topo locale, pente, expositions, ...
- **Géologie détaillée** (11 variables)
- **Organisation du sol et description de la surface**
- **Description du sol et des matériaux** (fosse pédo)
- **Anthropisation** (preuves d'activités humaines)

L'impact de la canicule 2003

Pin d'Alep





Modèle de végétation à partir de notre base