

Les successions végétales:

*modifications temporelles des
communautés et des écosystèmes*



Eric Garnier
(C.N.R.S., Montpellier)

Qu 'est-ce qu 'une succession?

- *Définition:*

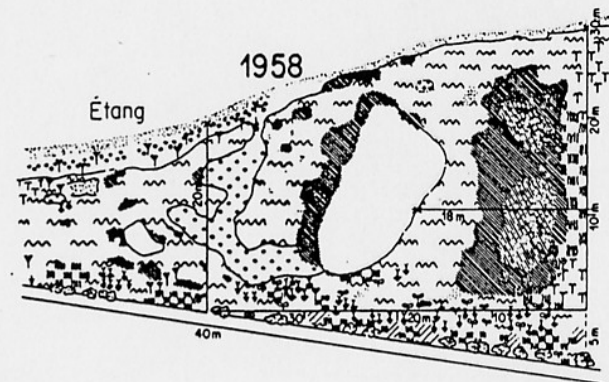
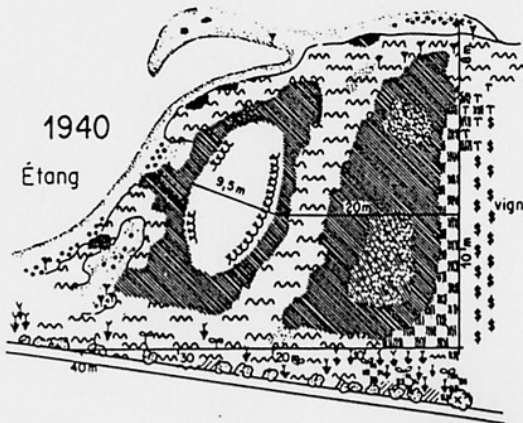
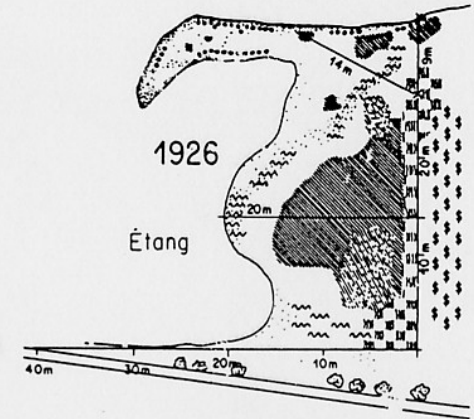
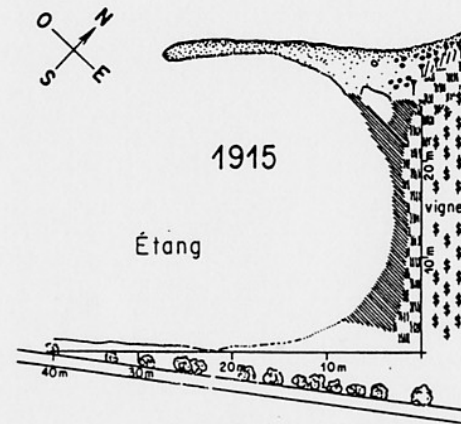
phénomène de colonisation d 'un biotope par les êtres vivants et les changements dans le temps de la composition floristique et faunistique d 'une station après qu 'une perturbation a détruit partiellement ou totalement l 'écosystème préexistant










- Longue histoire... (Clements 1916; Gleason 1917...)

Successions primaires

- Dynamique d'occupation par les êtres vivants d'un espace où le substrat est mis à nu:
 - dunes, moraines, régressions de zones humides, volcans...
- Milieu est modifié au cours du temps en relation avec les changements de végétation
- Processus lents car le sol n'est pas encore formé

Exemple de succession primaire: étang du Prévost (Braun-Blanquet *et al.* 1958)

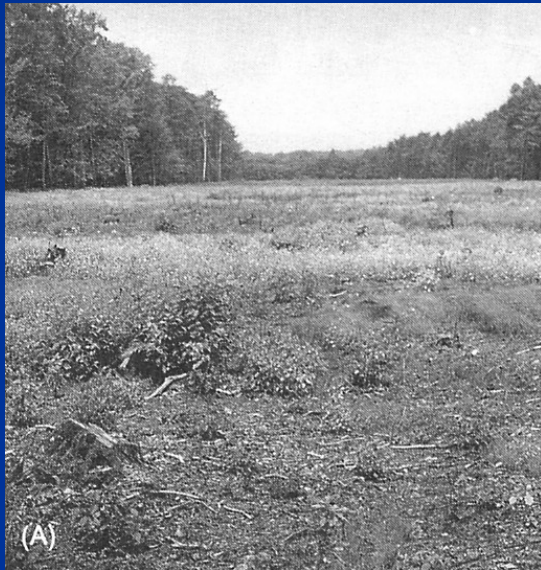


- | | |
|---|-----------------------------|
|  | <i>Vase</i> |
|  | <i>Salicornia fruticosa</i> |
|  | <i>Obione</i> |
|  | <i>Juncus acutus</i> |
|  | <i>Spartina</i> |
|  | <i>Phragmites</i> |
|  | <i>Suaeda-Salsolietum</i> |
|  | <i>Salicornia radicans</i> |
|  | <i>Juncus maritimus</i> |
|  | <i>Statice</i> |
|  | <i>Agropyron</i> |
|  | <i>Lepturus</i> |

Successions secondaires

- Reconstitution de la végétation après qu'une perturbation a détruit totalement ou partiellement la végétation:
 - cultures, feux, coupes, chablis...
- Il existe un sol, une banque de graines, une faune du sol;
- les systèmes racinaires restent parfois fonctionnels;
- des individus sont parfois peu ou pas affectés

Exemple de succession secondaire: coupe en Pologne (Glowacinski & Jarniven 1975)



0



15



150

Années après coupe

Pourquoi s'intéresser aux successions végétales?

■ *Raisons scientifiques*

- Processus décrit et analysé depuis plus d'un siècle sans qu'il y ait une théorie unificatrice
- Embrasse tous les aspects de l'écologie (individus, communautés, écosystèmes)

■ *Raisons « sociales »*

- Aucun écosystème dans le monde n'échappe à l'influence des activités humaines
- Le nombre d'écosystèmes plus ou moins perturbés depuis plus ou moins longtemps ne cesse d'augmenter sur la Terre

La croissance de la population mondiale

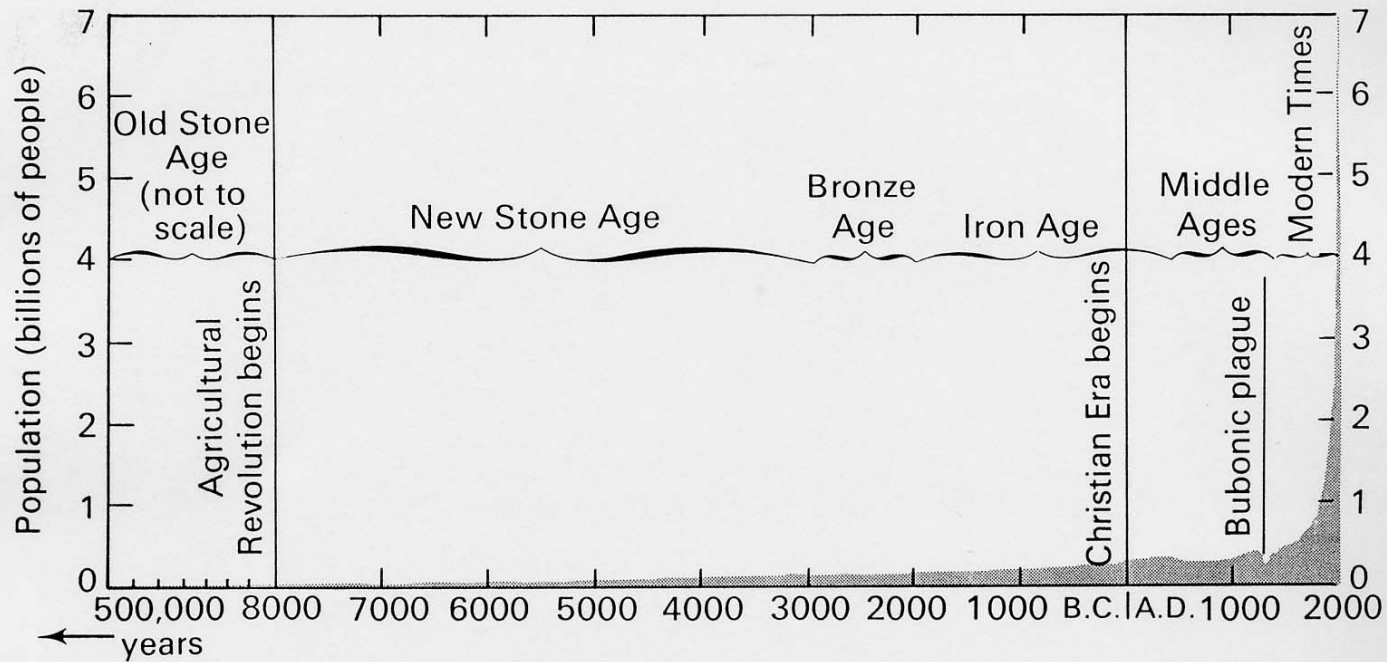
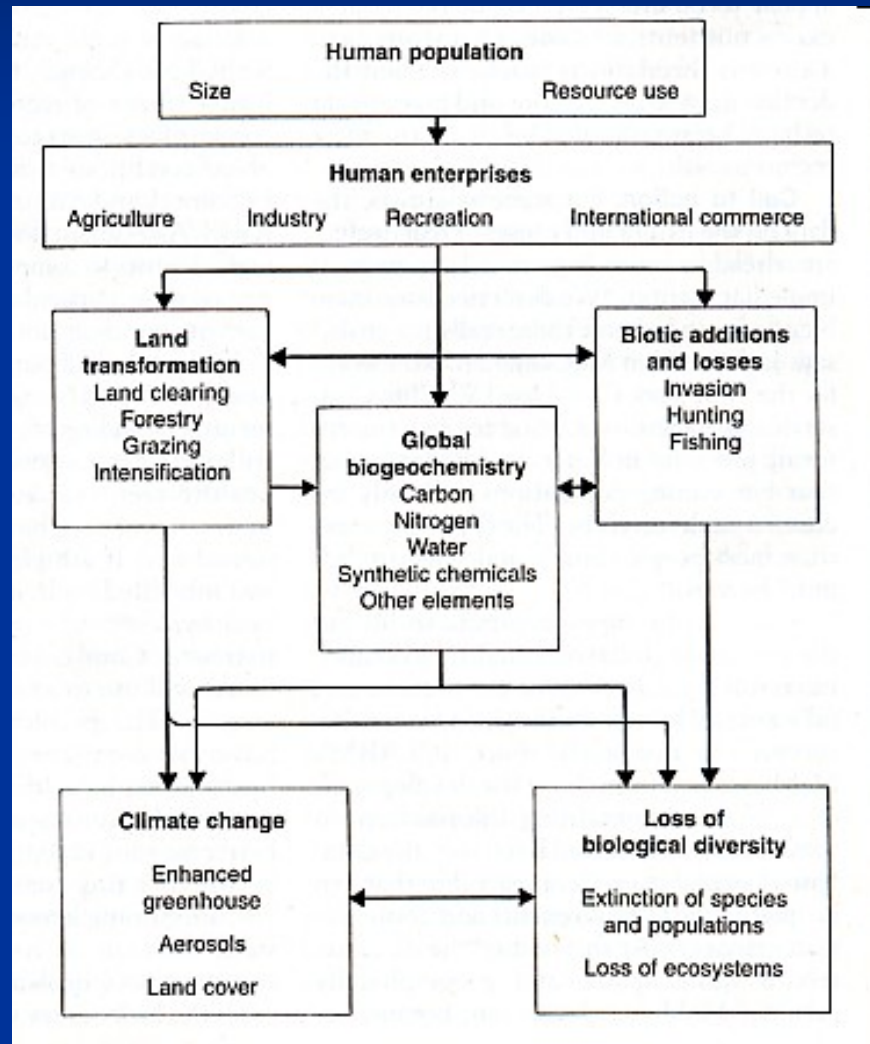


FIGURE 2-1

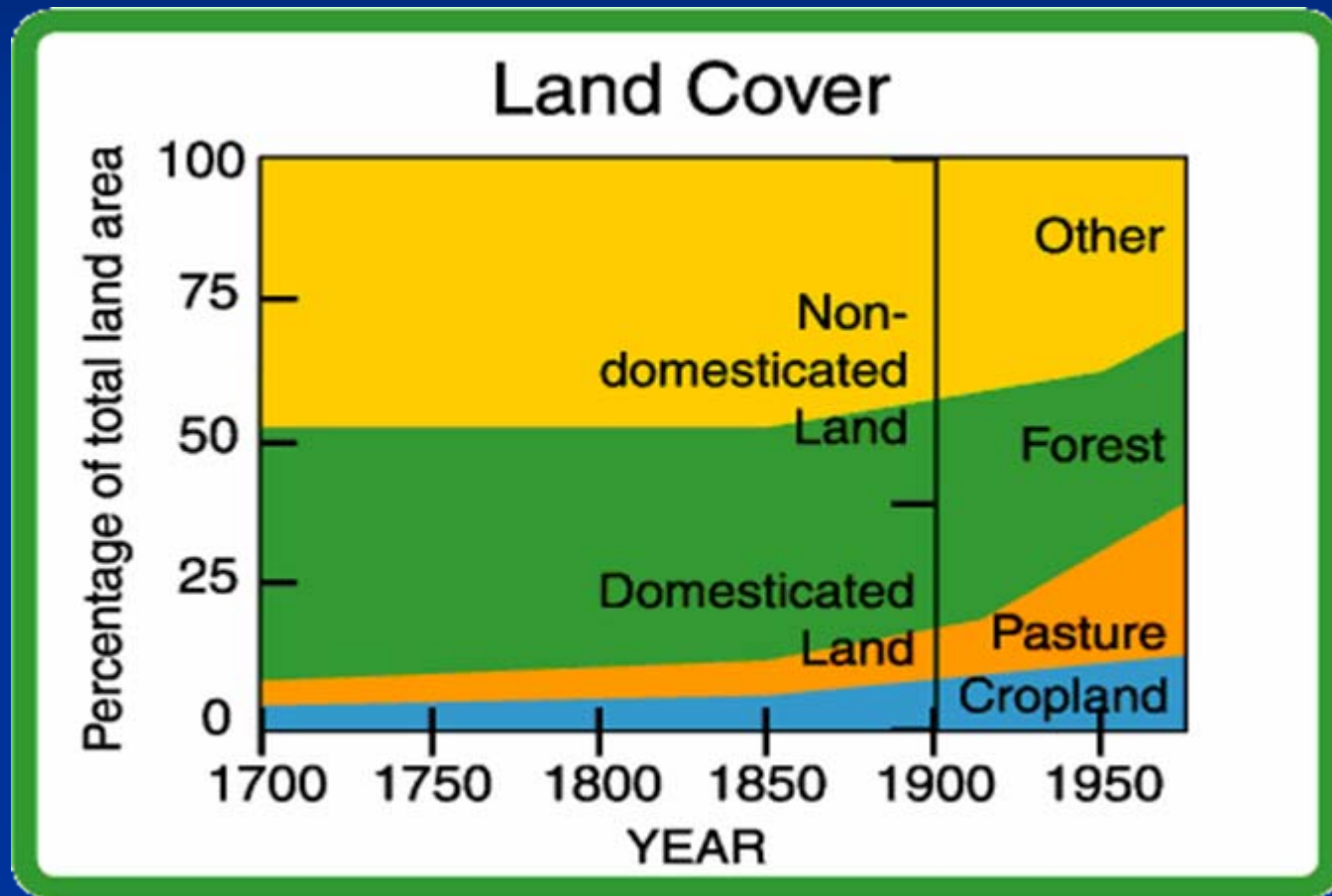
Growth of human numbers for the past one-half million years. If Old Stone Age were in scale, its base line would extend about 18 feet to the left. [After *Population Bulletin*, vol. 18, no. 1.]

Conséquences de la croissance de la population mondiale



*Vitousek
et al.(1997)*

Modifications de le couverture terrestre à l'échelle mondiale



Klein Goldewijk and Battjes (1997)

953. St-BAUZILE-du-PUTOIS (Hérault)
Rocher de Leuzière

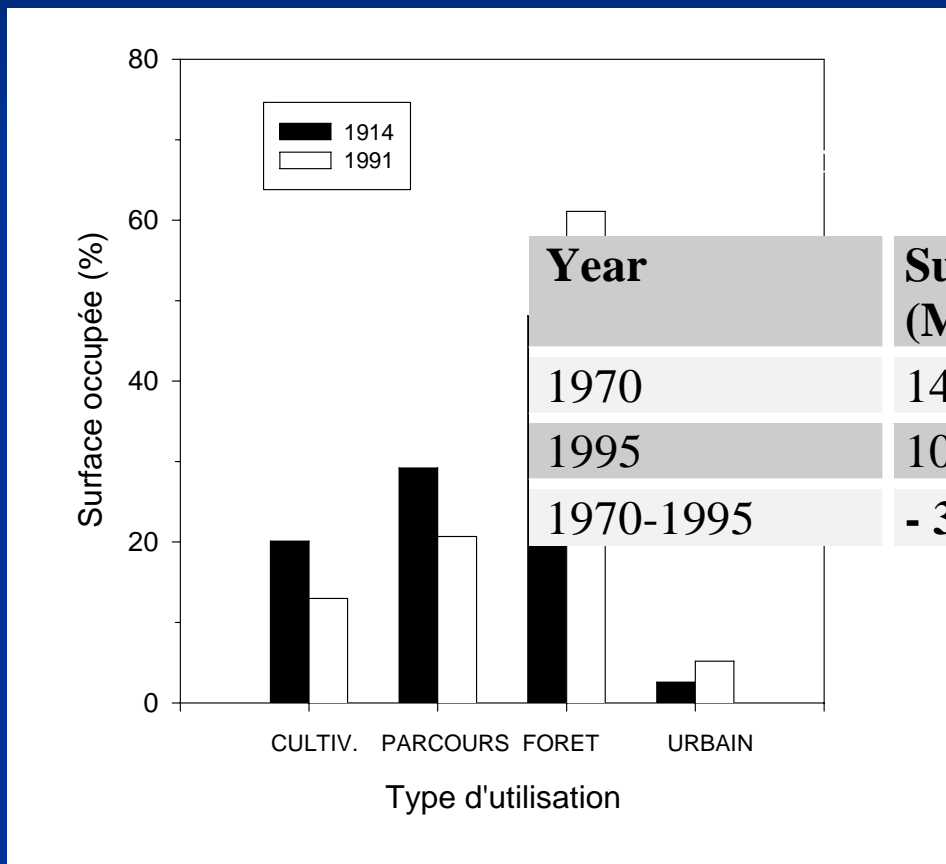
Changements d'utilisation des terres en région Méditerranéenne française

1910-1920

1990



Changements d'utilisation des terres: tendances en France



tes

Year	Surface area of pastures (Millions of ctares)
1970	14,0
1995	10,5
1970-1995	- 3,5 (-25%)

Ifen (1996)

*Debussche
et al. (1999)*

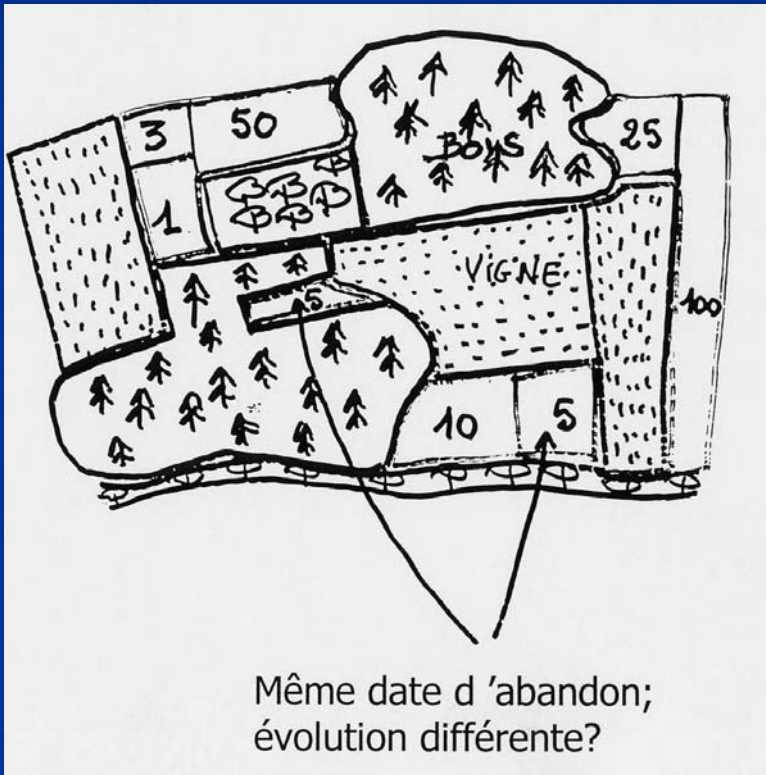
Questions relatives aux successions végétales

- Aspects méthodologiques
- Modifications des communautés végétales:
 - Nombre et types d'espèces
 - Mécanismes sous-jacents
 - Traits fonctionnels
- Conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes:
 - Bilan hydrique
 - Productivité primaire

Méthodes d'étude des successions

- Approche directe ou diachronique
 - suivi d'une même station dans le temps
(en région tempérée, sol nu \Rightarrow forêt:
échelle du siècle!)
- Approche indirecte ou synchronique
 - suivi au même moment de stations différentes dont les dates de dernière perturbation diffèrent

Approche indirecte de la succession



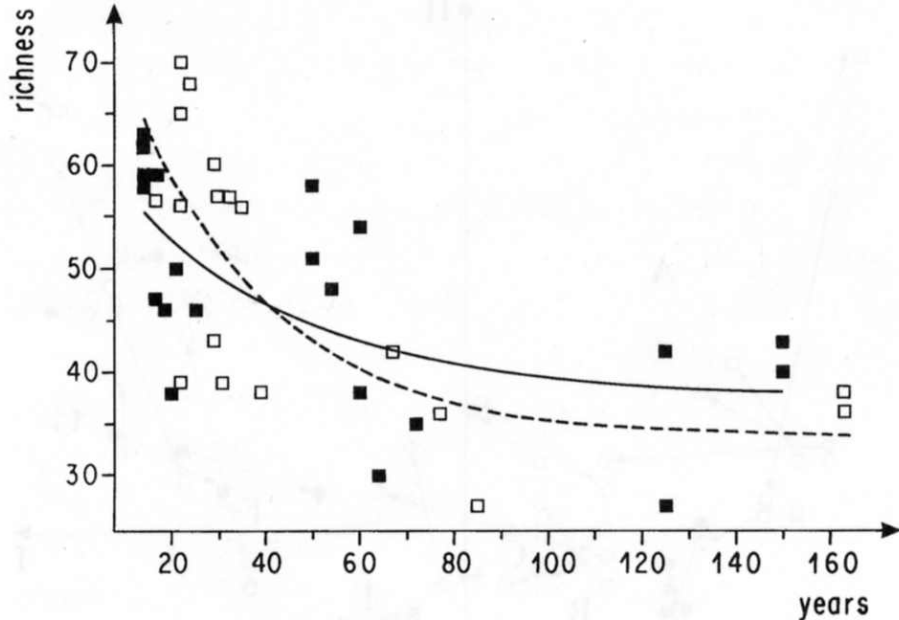
- Unité de:
 - climat
 - lithologie
 - d'utilisation (passée)
- Rôle de l'espace et des sources dans le déroulement de la succession

Approche « communauté »

- Diversité biologique (nombre d'espèces)
- Remplacement des espèces: description et modèles d'explication
- Types d'espèces

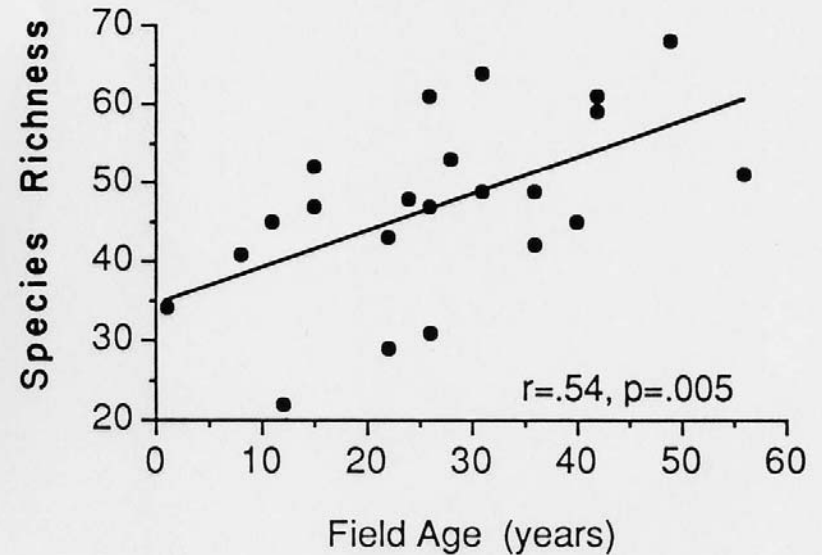
Succession et richesse spécifique

Friches méditerranéennes (F)



Debussche et al. (1996)

Friches Minnesota (USA)

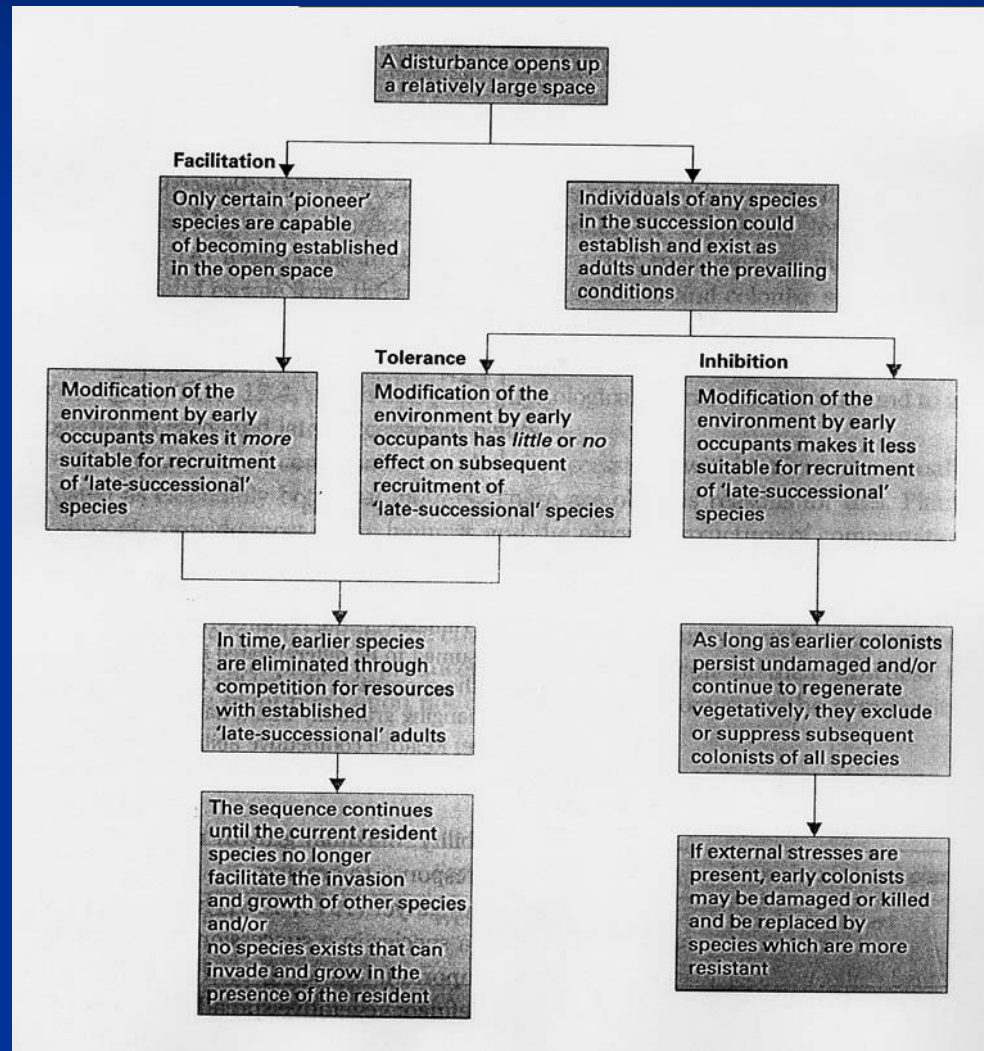


Inouye et al. (1987)

Age d'abandon et composition floristique

Années après abandon	Friches méditerranéennes (F) (Escarré et al. 1983)	Friches New Jersey (USA) (Pickett 1982)
1-5	<i>Avena barbata</i> <i>Conyza sumatrensis</i> <i>Crepis vesicaria</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> <i>Digitaria sanguinalis</i> <i>Barbarea vulgaris</i>
5-15	<i>Calamintha nepeta</i> <i>Daucus carota</i> <i>Thymus vulgaris</i>	<i>Rumex acetosella</i> <i>Daucus carota</i> <i>Hieracium florentinum</i>
20-50	<i>Brachypodium phoenicoides</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Rhus glabra</i> <i>Lonicera japonica</i> <i>Poa compressa</i>

Mécanismes sous-jacents aux succession

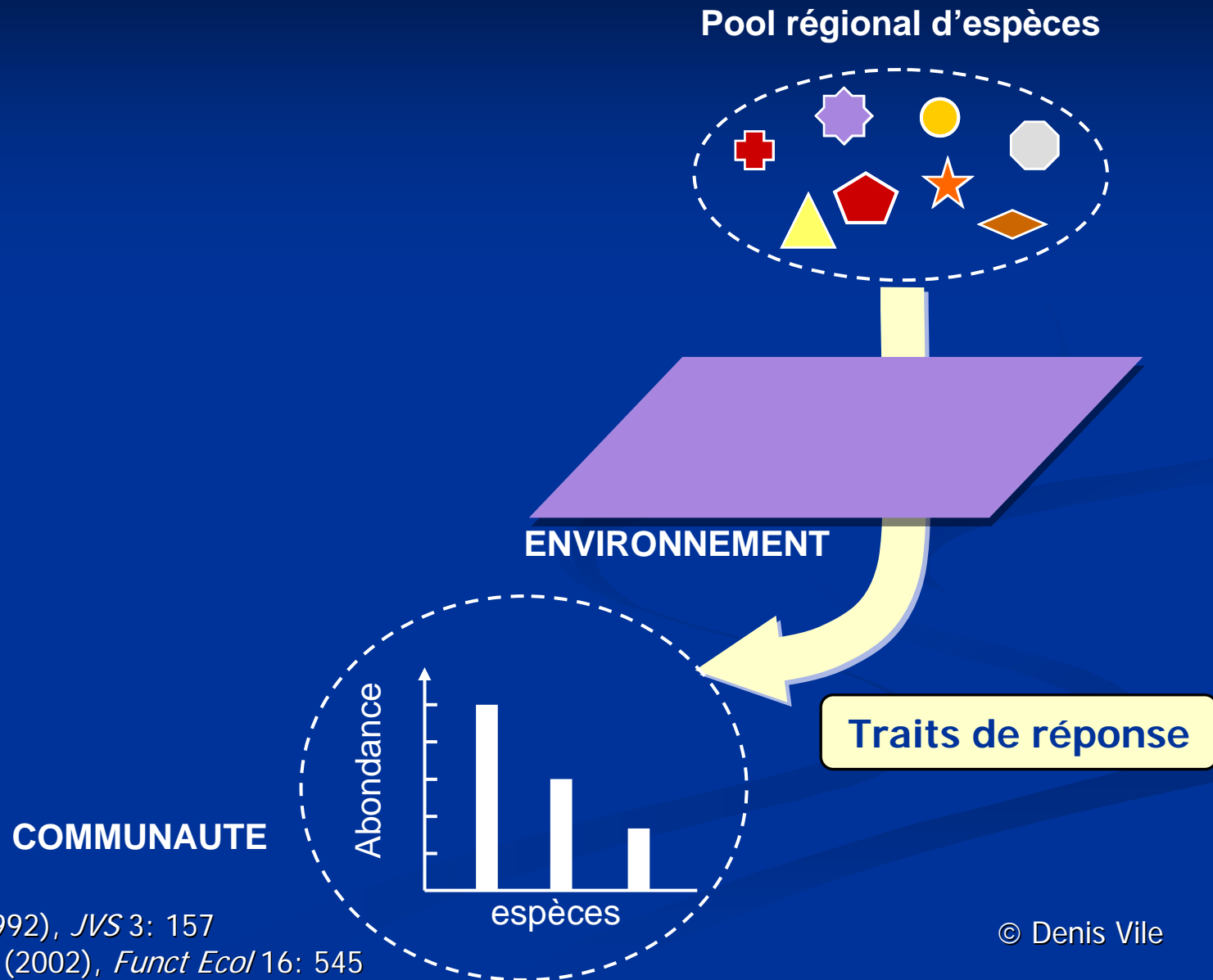


Connell &
Slatyer (1977)

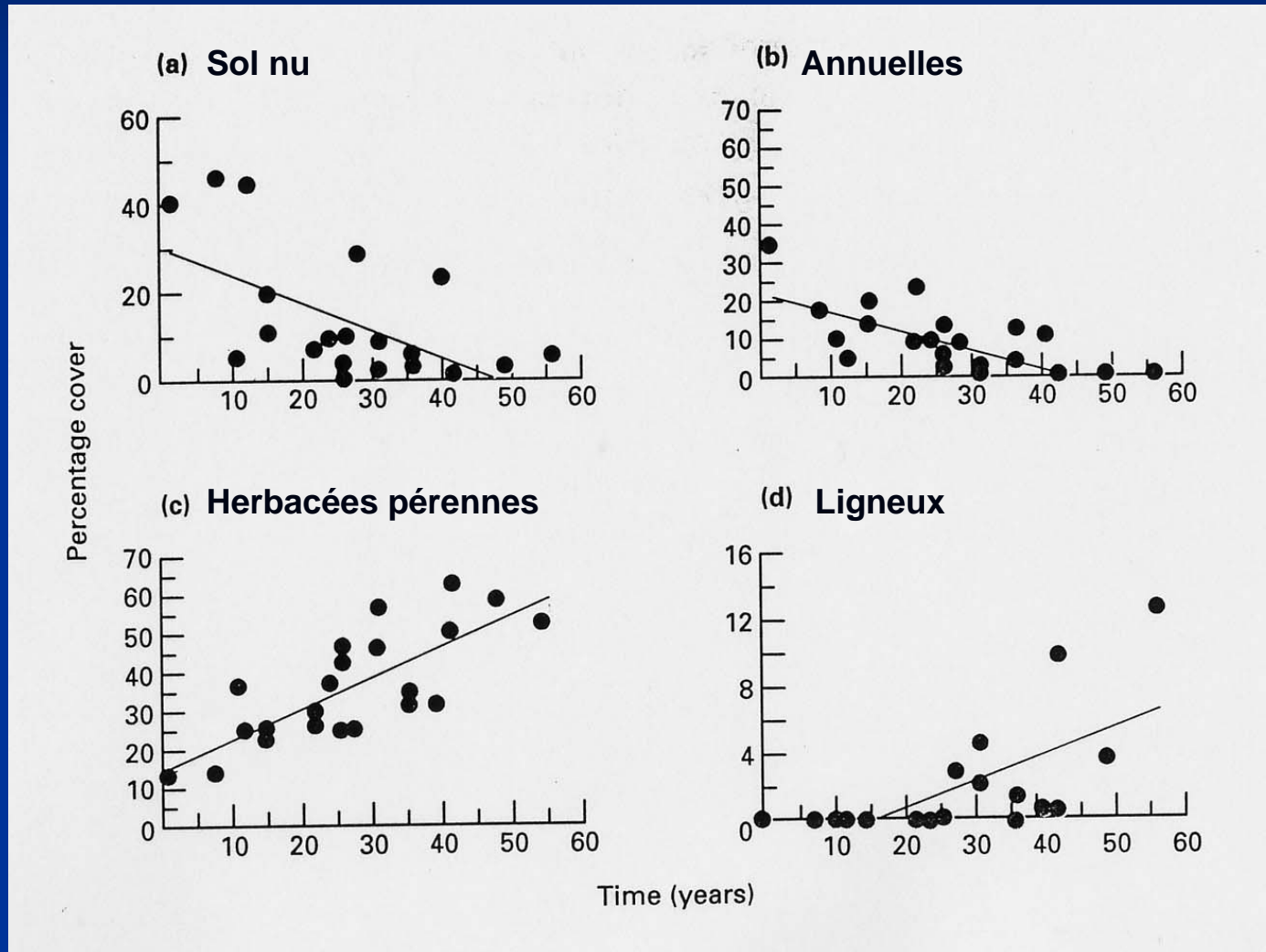
Les types d'espèces qui se succèdent

- Formes de croissance: herbacées, ligneux, etc.
- Types biologiques (Raunkiaer)
- Traits

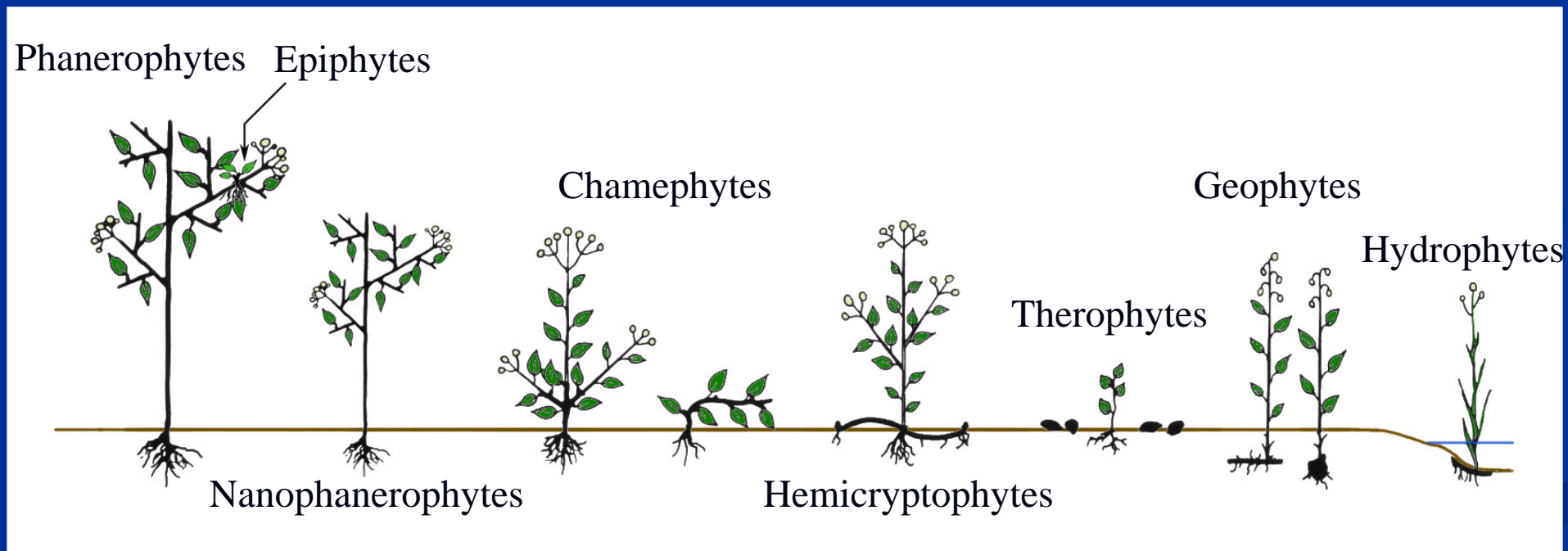
Espèces et communautés



Types d'espèces et succession: « formes de croissance » (growth form)



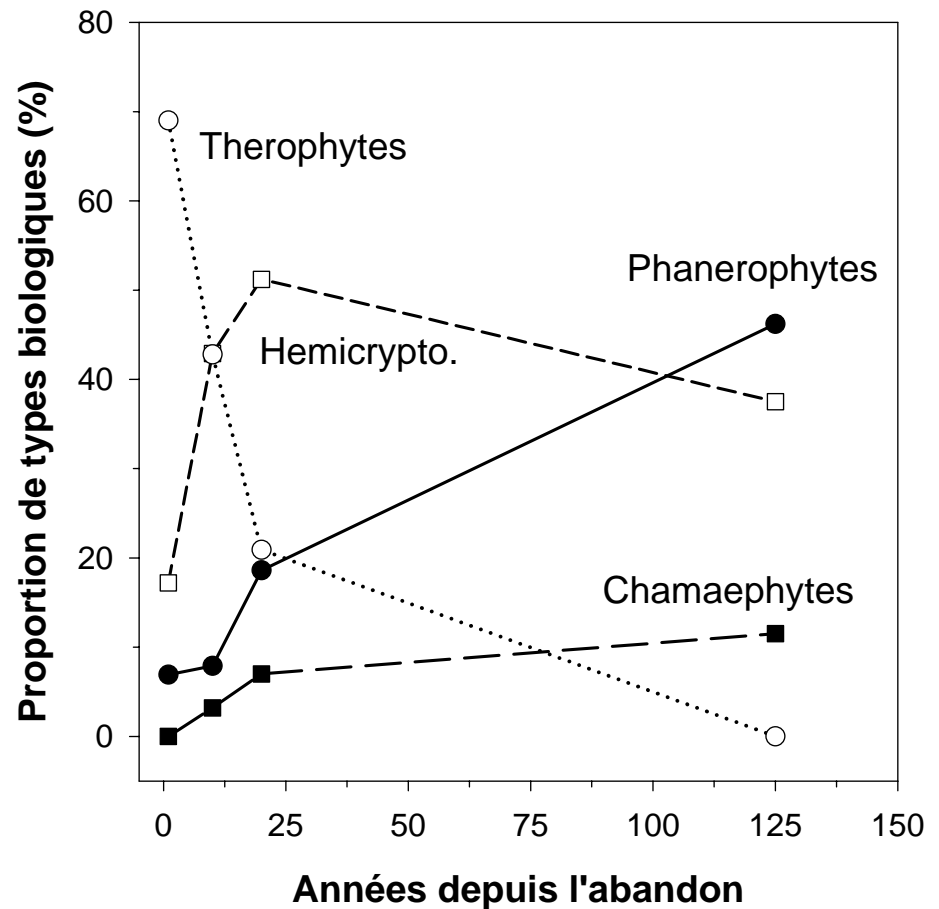
Types biologiques (« life-forms ») de Raunkiaer (1903)



Types biologiques et succession en milieu méditerranéen

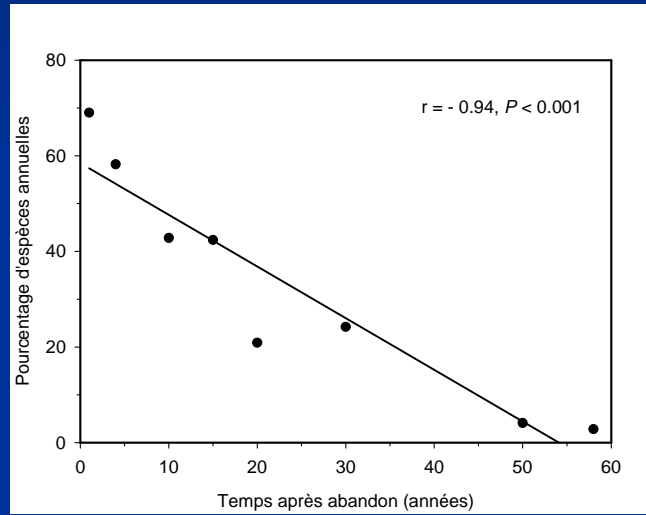
- Modification des types biologiques le long d'un gradient de succession secondaire dans les « Hautes Garrigues » du Montpelliérais

(Escarré *et al.* 1983)

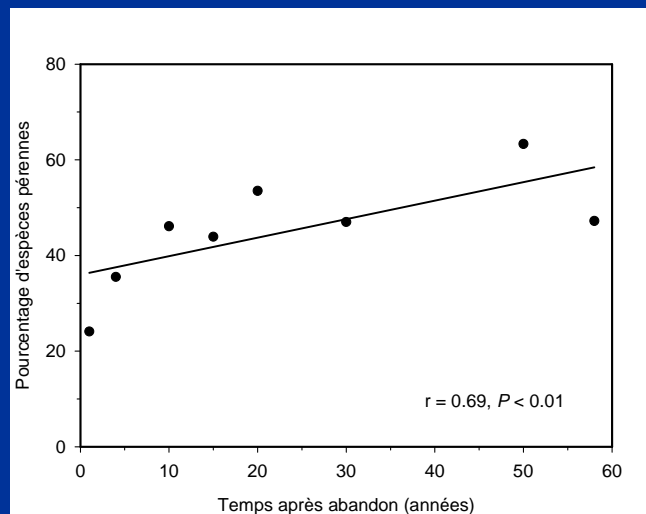


Age d'abandon et types biologiques

Friches méditerranéennes
(Escarré et al. 1983)

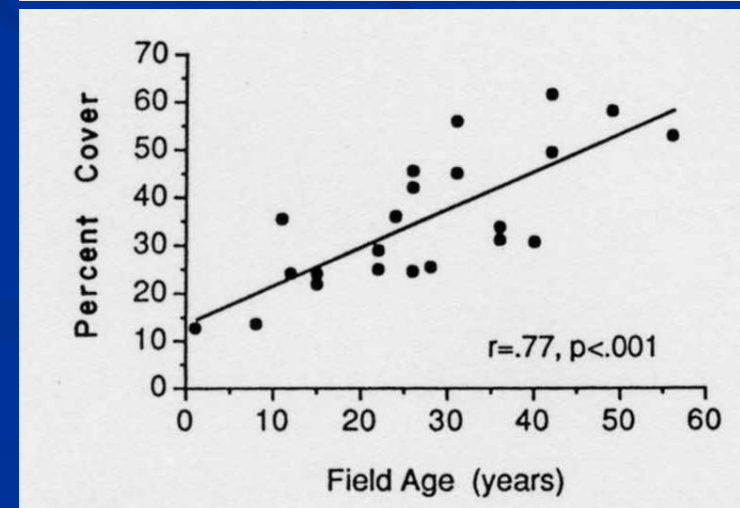
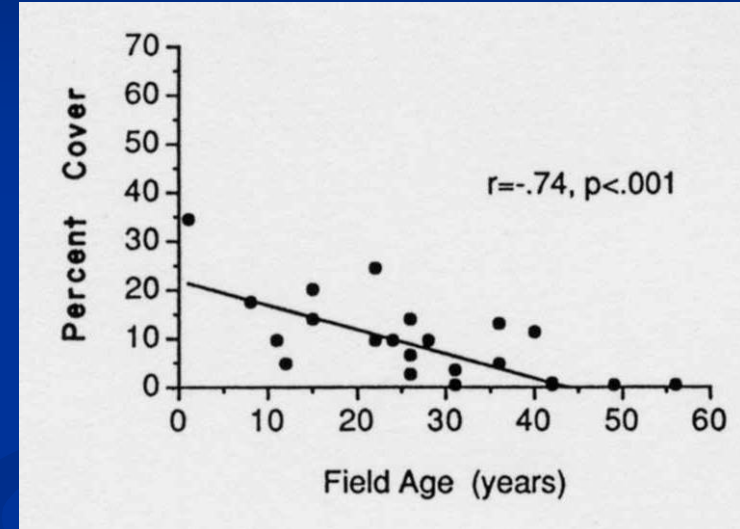


Annuelles



Herbacées
pérennes

Friches Minnesota
(Inouye et al. 1987)



Remplacement des types biologiques pendant la succession

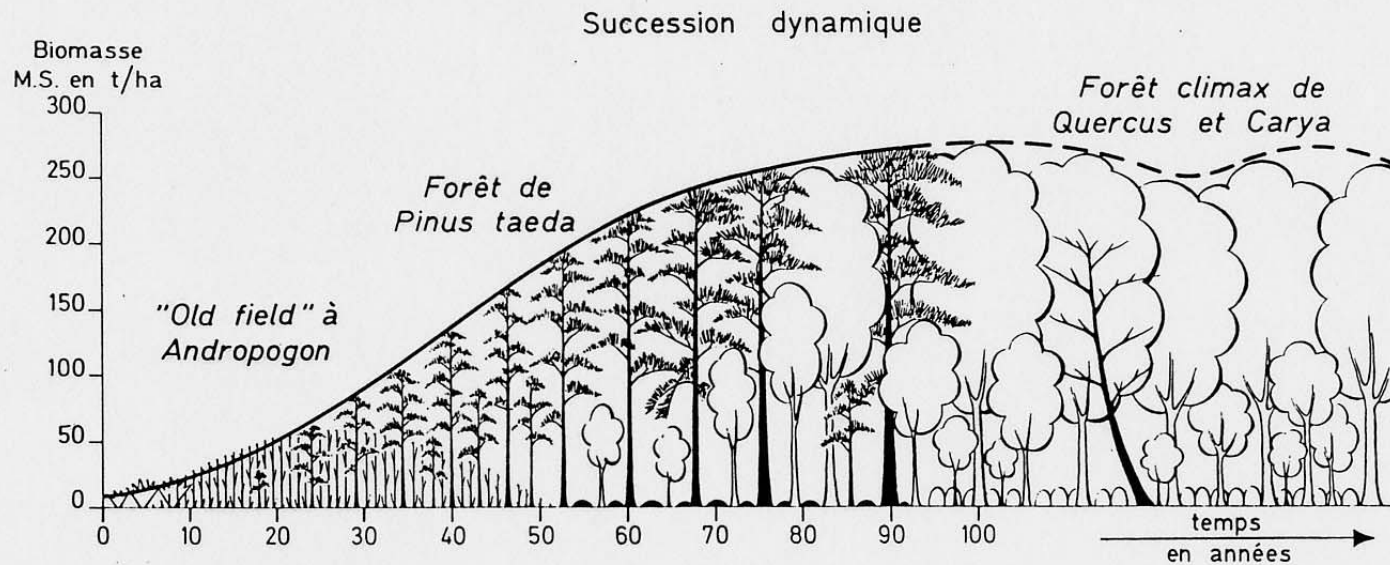
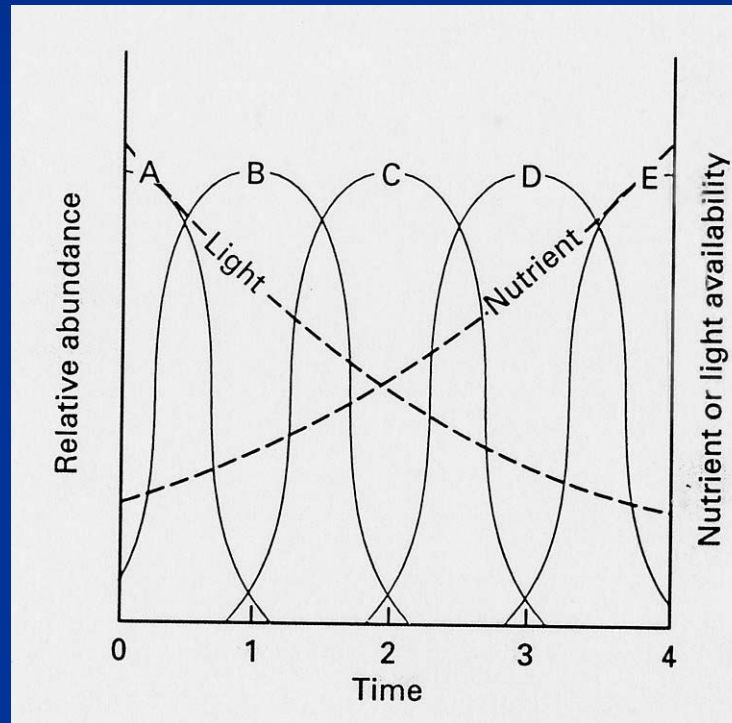
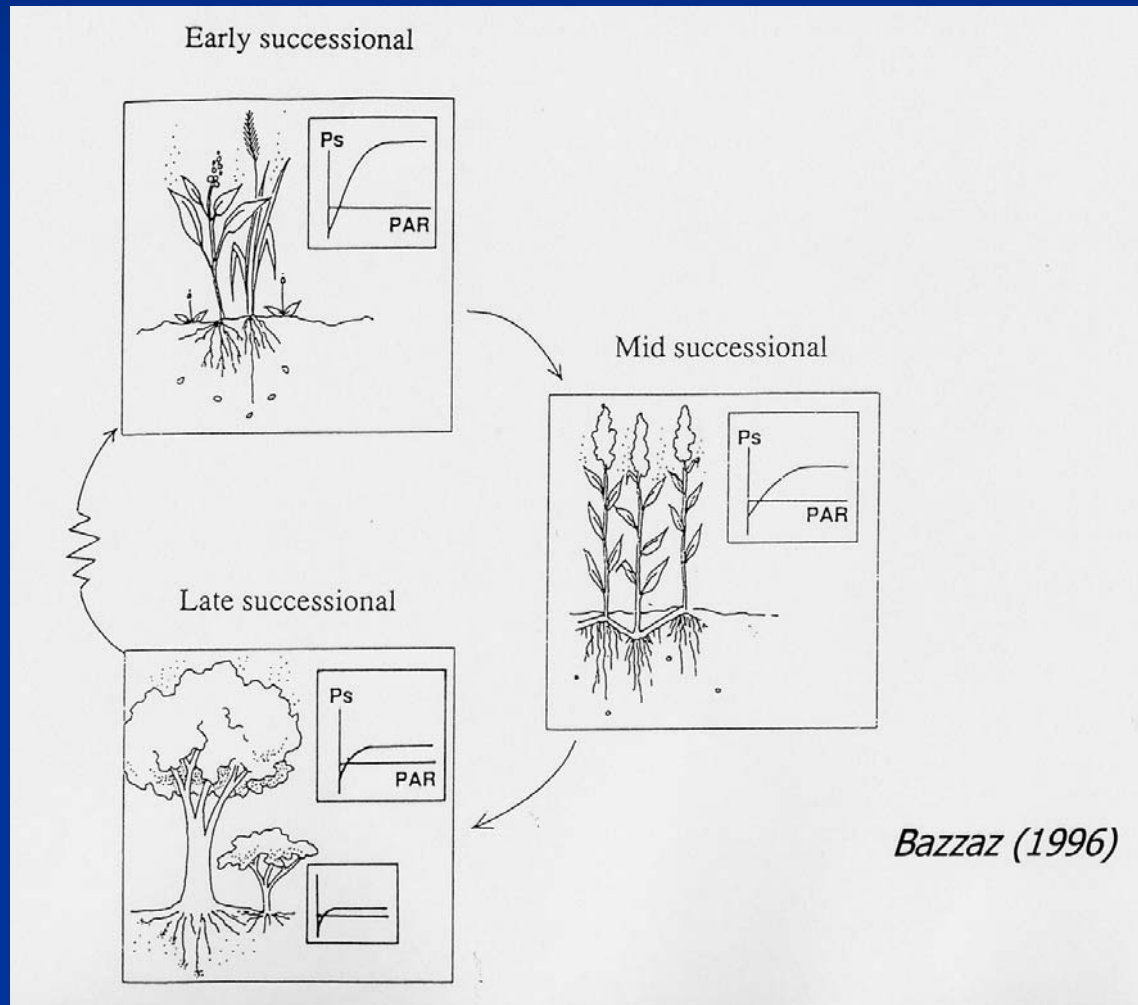


Fig. 3.1 Succession dynamique classique sur champs abandonnés « old fields » dans l'Est des U.S.A. (d'après Woodwell et Whittaker 1968).

Hypothèse du « rapport des ressources » de Tilman (1985)

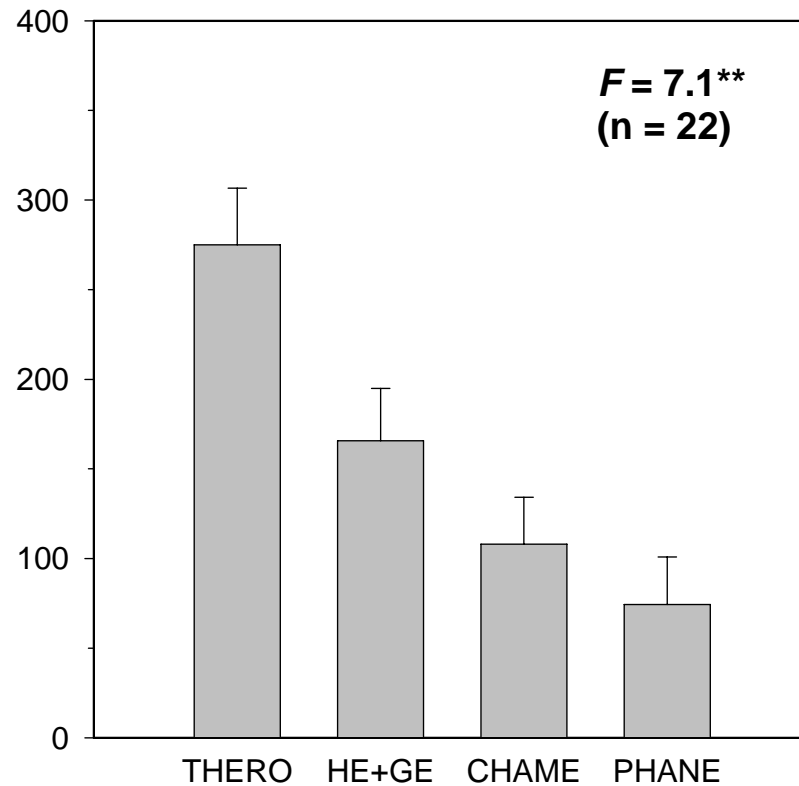


Formes de croissance, photosynthèse et succession



Types biologiques et vitesse de photosynthèse

Vitesse de photosynthèse max. ($\text{nmol g}^{-1} \text{s}^{-1}$)



C. Roumet et al.
(non publié)

La vitesse de croissance potentielle (RGR_{max})

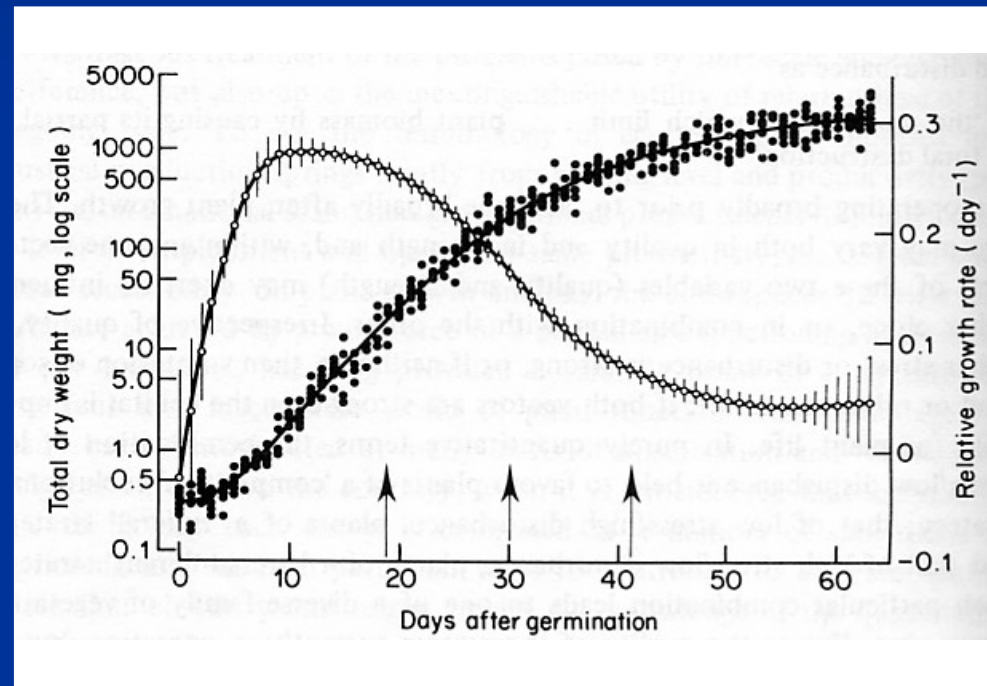
- $RGR = (1/M_t) \times (dM_t / dt)$

M_t = biomasse totale
de la plante

t = temps

- Gamme de variation chez
les plantes terrestres :

10-400 $\text{mg g}^{-1} \text{d}^{-1}$

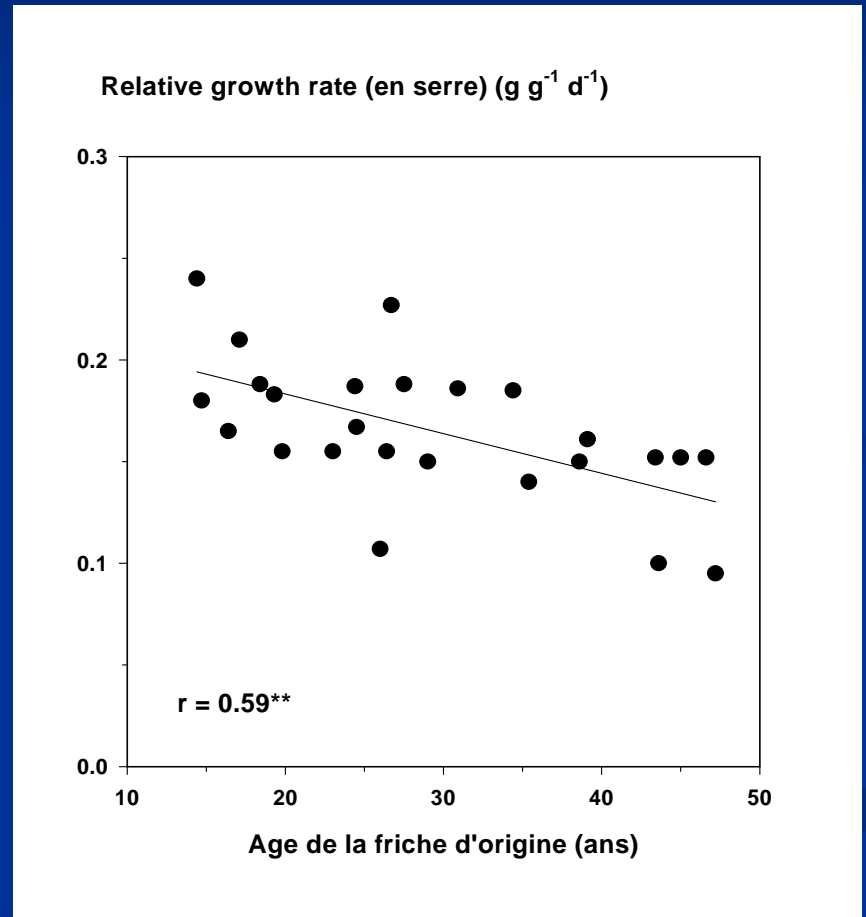


Hunt (1982)

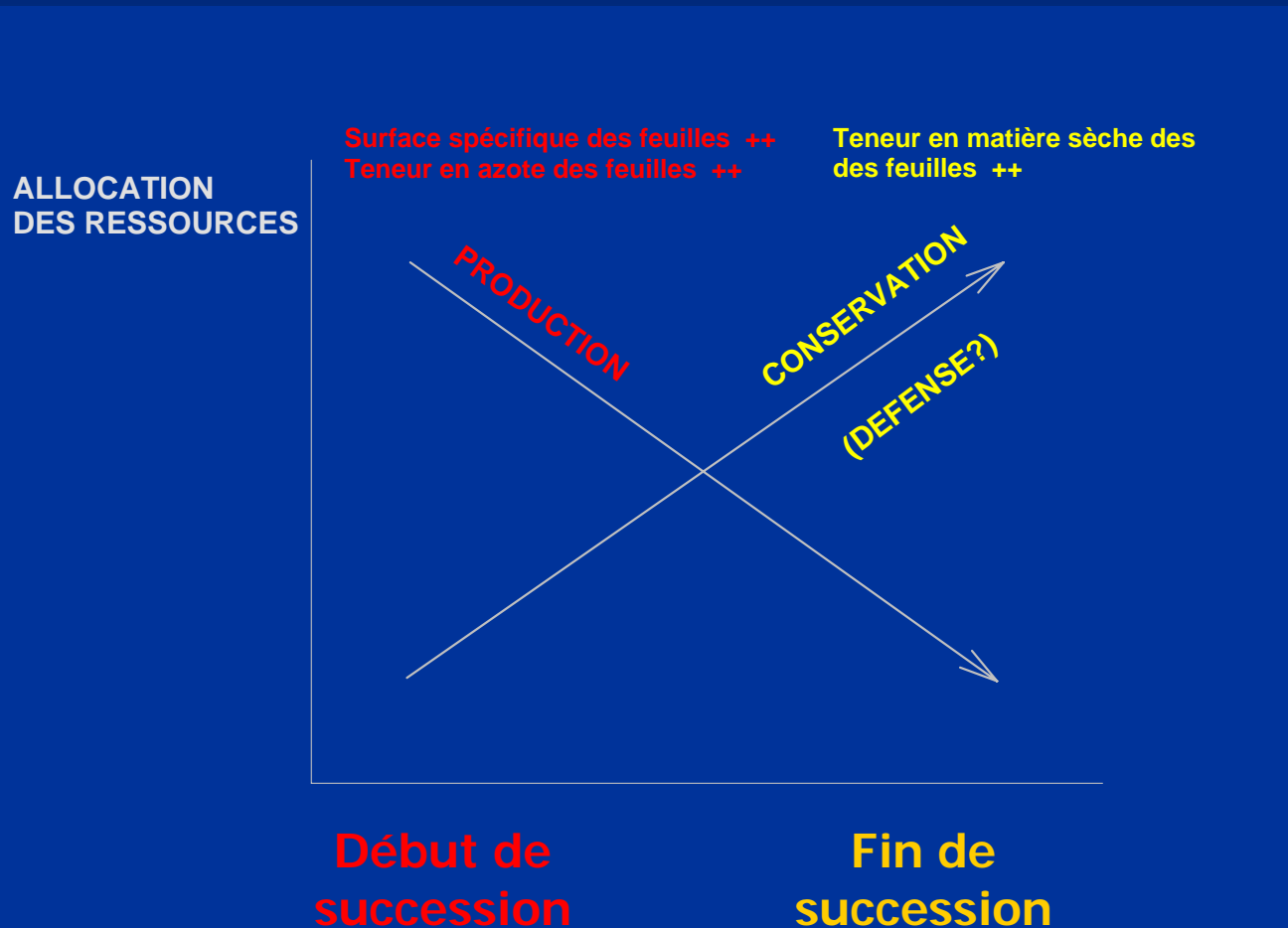
RGR_{max} et âge d'abandon

- 25 espèces herbacées caractéristiques de friches d'âges d'abandon différents

(Gleeson & Tilman 1994)



Compromis d'utilisation des ressources chez les végétaux



Conclusions partielles sur l'approche communauté

- Pas de patron systématique de modification de diversité biologique le long des successions
- Mécanismes différents suivant le type de succession
- Modification cohérente du type d'espèces rencontrées (types biologiques; « compromis d'utilisation des ressources »)
- Modifications d'autres types de traits (colonisation *vs.* aptitude compétitive; mode de dissémination, etc)

Conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes

- Modèle conceptuel général (relations traits des espèces-fonctionnement des écosystèmes)
- Ex.1: Gestion de l'eau en milieu méditerranéen
- Ex. 2: Modification de la productivité primaire

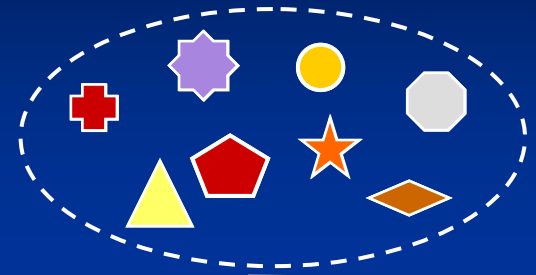
Espèces... communautés, écosystèmes

ECOSYSTEME

Propriétés et
fonctionnement

Flux de matière et d'énergie
(productivité, décomposition,
stocks d'éléments)

Pool régional d'ESPECES

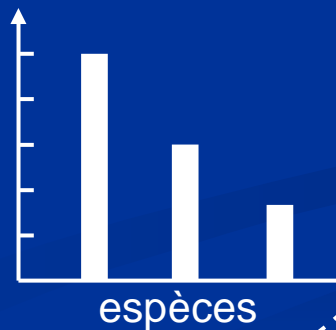


ENVIRONNEMENT

Traits d'effet

COMMUNAUTE

Abundance



Traits de réponse

Quels sont les traits susceptibles d'affecter le fonctionnement des écosystèmes ?

- ceux qui modifient la disponibilité, l'acquisition et l'utilisation des ressources (eau, éléments minéraux, lumière)
- ceux qui affectent les relations avec les herbivores
- ceux qui affectent la fréquence, la sévérité et ou l'étendue des perturbations

Remplacement des types biologiques pendant la succession

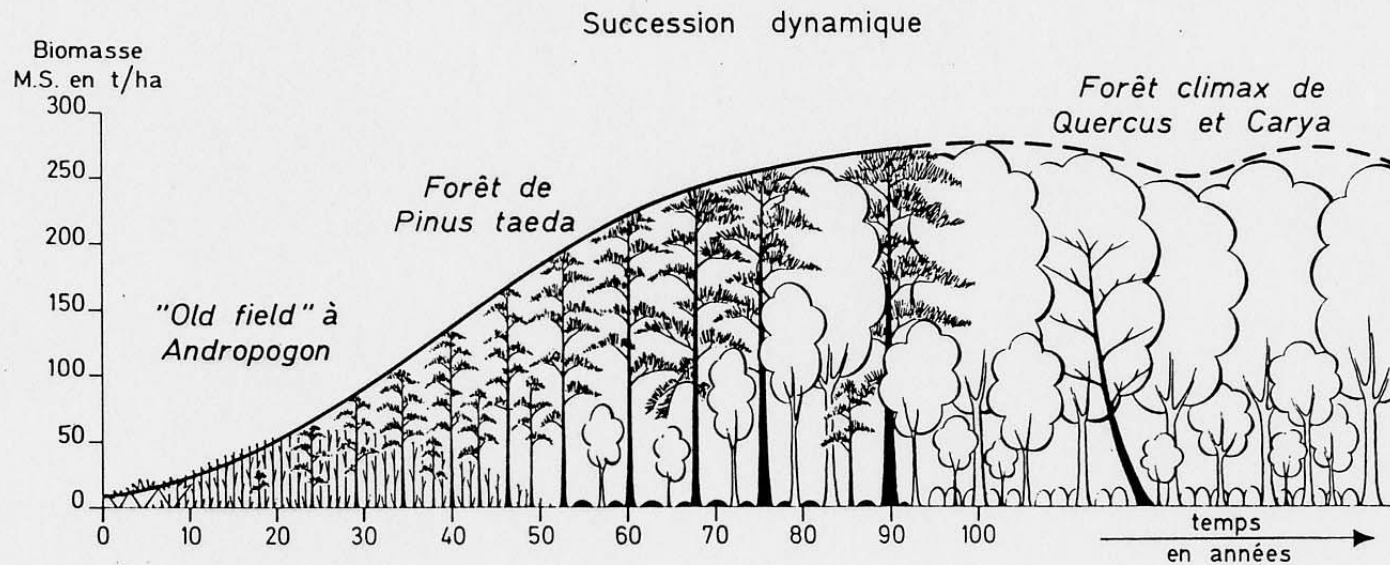
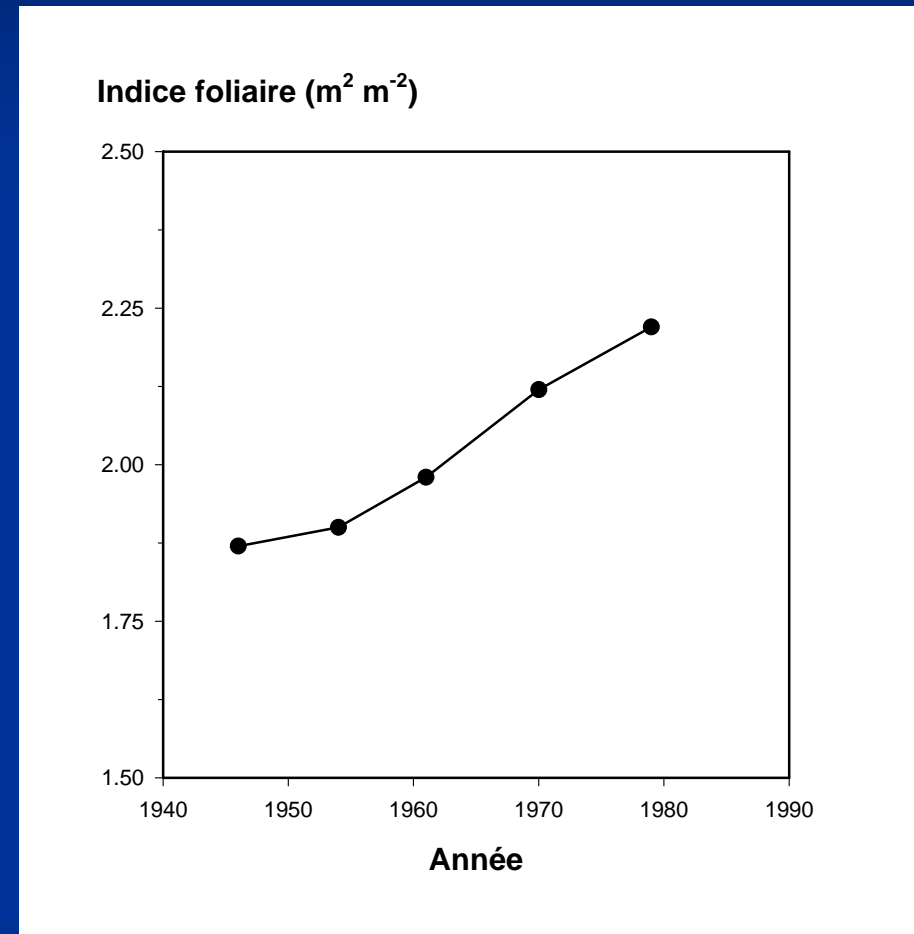


Fig. 3.1 Succession dynamique classique sur champs abandonnés « old fields » dans l'Est des U.S.A. (d'après Woodwell et Whittaker 1968).

Modifications de l'indice foliaire en fonction de la végétation et du temps

- Indice foliaire (IF: surface de feuilles/ surface de sol) des différents types de végétation:

Prairies et cultures:	2.5
Ligneux bas + herbacées:	1.6
Mélanges (ligneux + herbacées):	2.0
Ligneux hauts (espacés):	2.8
Ligneux hauts (denses):	3.6



Conséquences des modifications d'indice foliaire

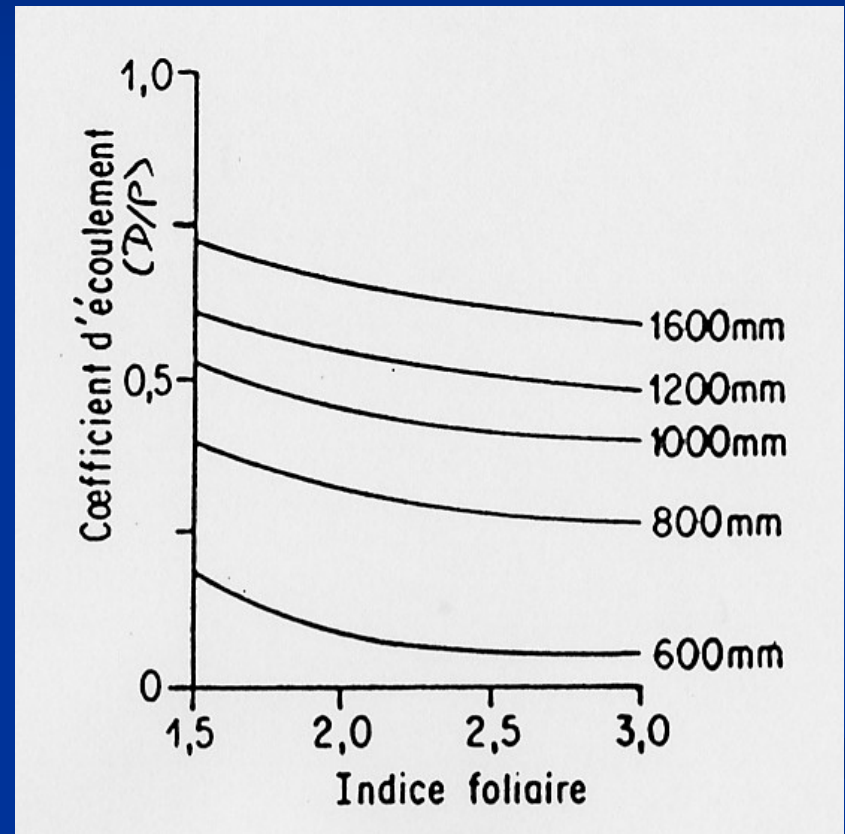
- Drainage $D = \alpha * (P - P_0)$

où

P : précipitations annuelles

P_0 : seuil de drainage

α : coefficient proport.



Debussche et al. (1987)

Productivité primaire nette: contrôle par la végétation

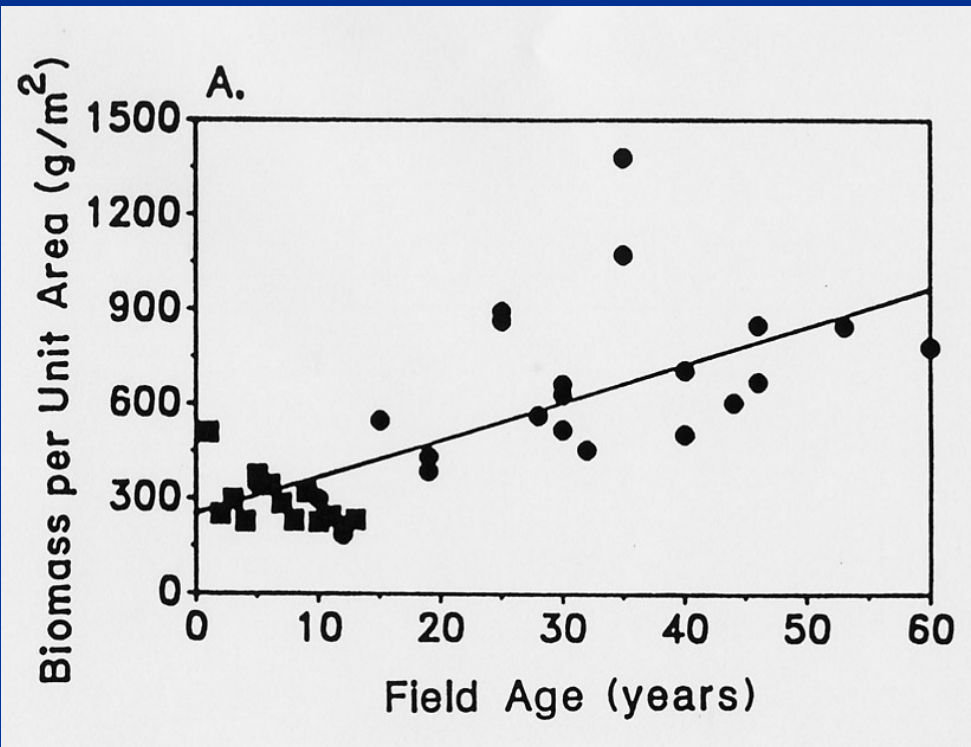
$$PPN = \frac{\sum_{i=1}^{n \text{ espèces}} N_i \times M_{o_i} \times (e^{RGR_i \times (t_f - t_{o_i})} - 1)}{\Delta T}$$

Contribution de l'espèce i à la biomasse de la communauté

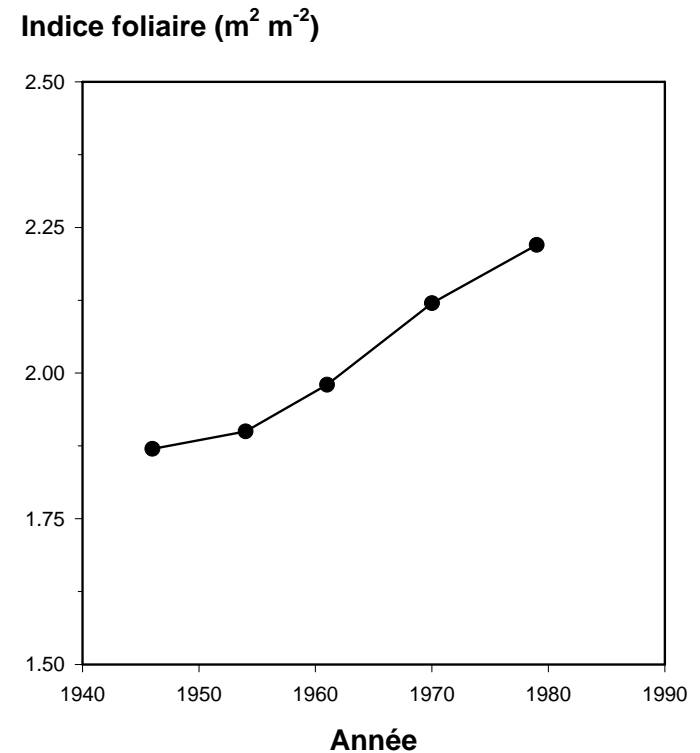
Relative growth rate de l'espèce i :
intégration des processus physiologiques

Période de croissance active de l'espèce i :
aspects phénologiques

Comment la PPN varie-t 'elle le long de la succession? I. Biomasse



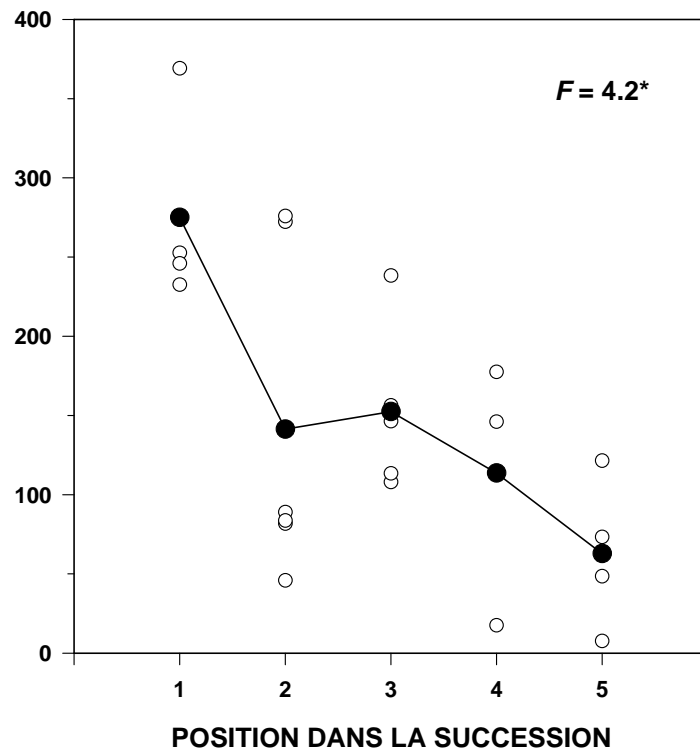
Gleeson & Tilman (1990)



Debussche et al. (1987)

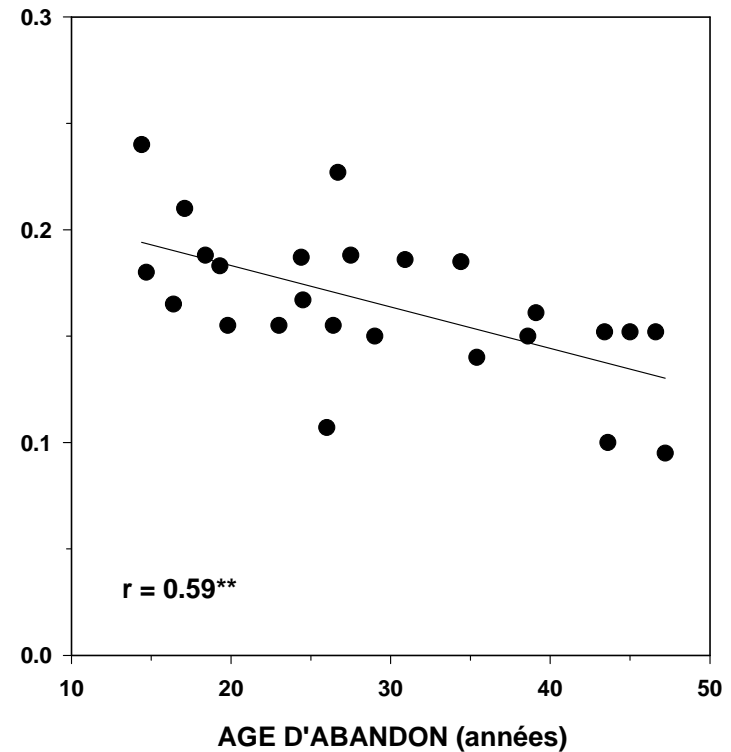
Comment la PPN varie-t 'elle le long de la succession? II. Physiologie

Vitesse de photosynthèse max. ($\text{nmol g}^{-1} \text{s}^{-1}$)



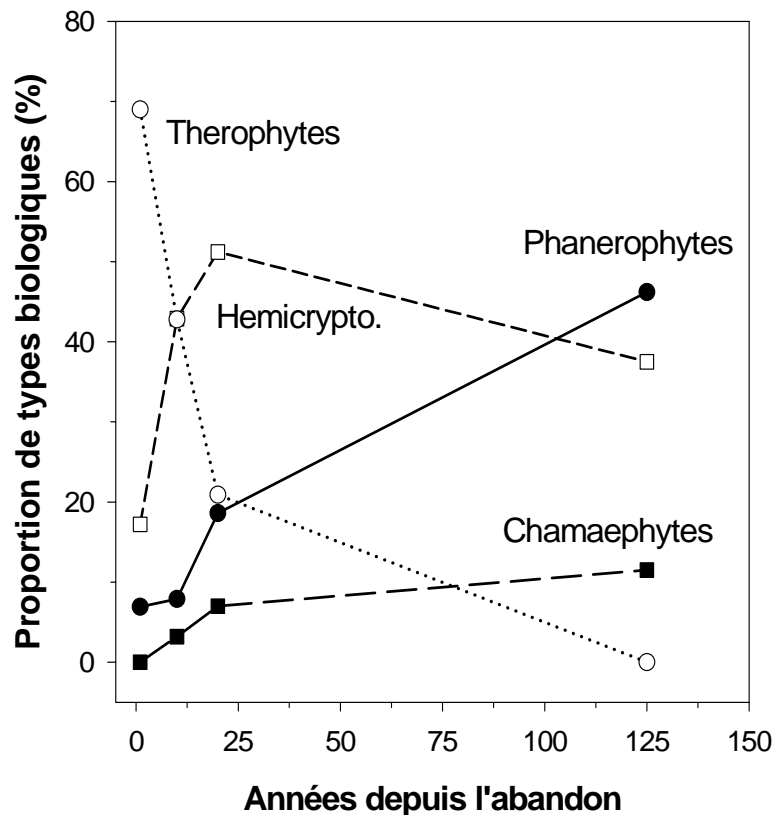
C. Roumet et al. (non publié)

Relative growth rate (serre) ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)



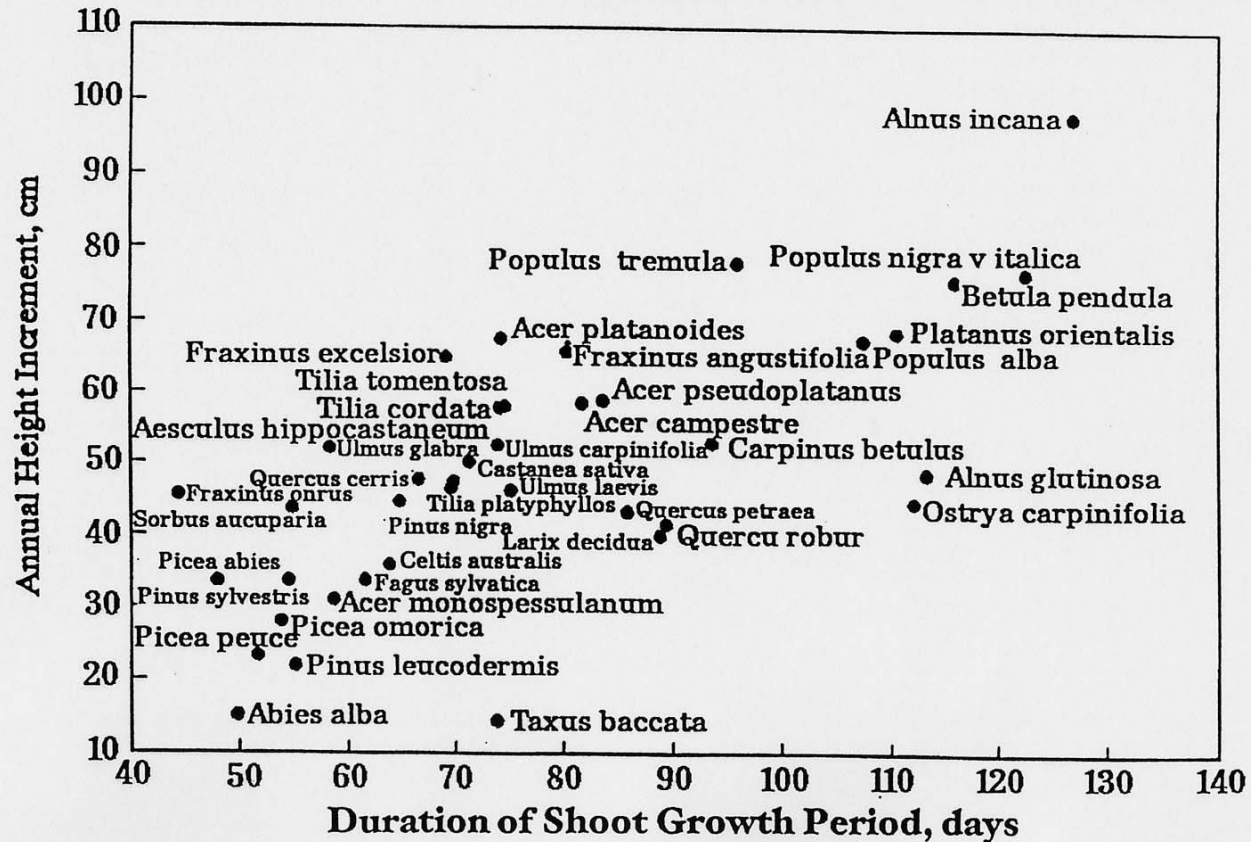
Gleeson & Tilman (1994)

Comment la PPN varie-t 'elle le long de la succession? III. Phénologie






- Thérophytes: 8 mois
- Hémicryptophytes: 10 mois
- Chamaephytes: 6-10 mois
- Phanérophytes:
 décidus: 8 mois
 sempervirents: 12 mois?

PPN et phénologie

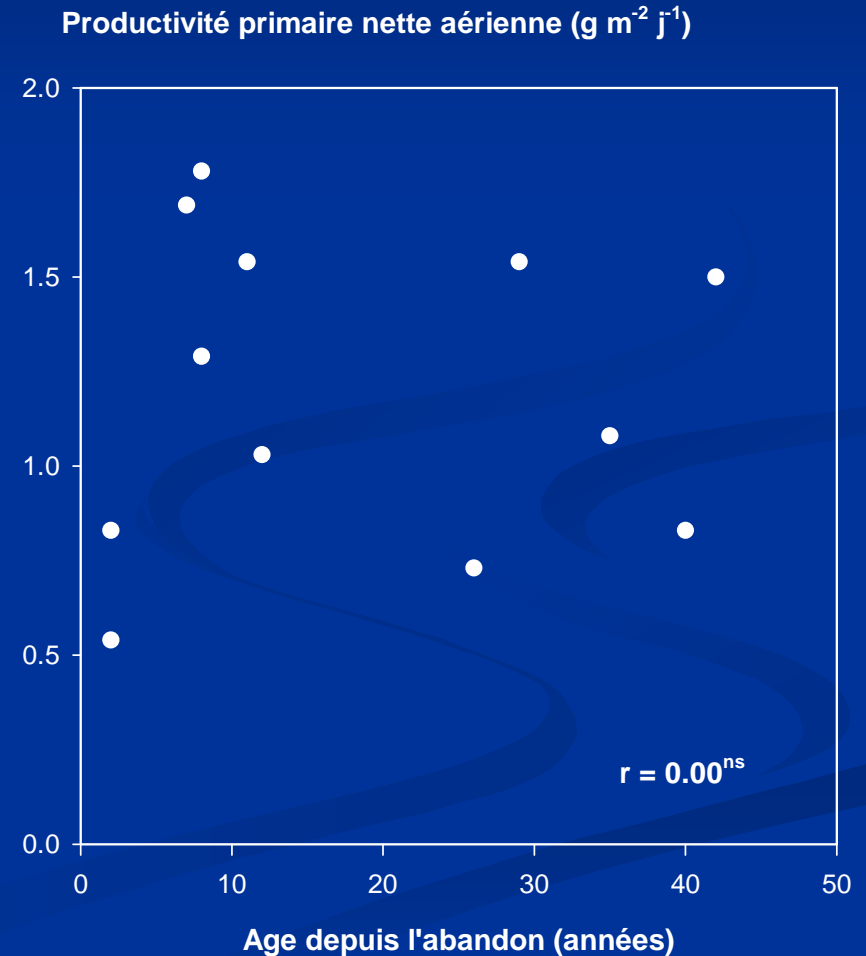


Jackson et al. (2001),
d'après Anic (1964)

Comment la PPN varie-t 'elle le long de la succession? IV. Synthèse

- Biomasse: 
- Phénologie: 
- Potentiel de croissance: 
- Bilan: ???... nécessite une étude directe

Bilan dans des friches post-culturelles méditerranéennes (stades herbacés)



Conclusions sur successions et fonctionnement des écosystèmes

- Les modifications de traits des espèces (« approche communauté » le long de gradients de succession ont un impact sur le fonctionnement des écosystèmes caractéristiques de stades d'abandon différents
- Au cours d'une succession, les « stocks » augmentent, ce qui a des conséquences importantes sur les flux de matières (eau et, probablement, carbone)