

Intensification durable

des systèmes de production forestière

► Mercredi 3 décembre 2014



Intensification des récoltes et des itinéraires sylvicoles :

implication pour la durabilité des systèmes

Laurent AUGUSTO, David ACHAT, Mark BAKKER,
Vincent BOULANGER, Didier CANTELOUP, Guy LANDMANN,
Arnaud LEGOUT, Céline MEREDIEU, Christophe PLOMION,
Noémie POUSSE, Jacques RANGER, Pierre TRICHET

Pourquoi intensifier ?

➔ « Dans le contexte national mais aussi mondial, doit-on augmenter la productivité forestière ? » (Jean Marc Guelh)

Comment intensifier ?

Equation de base :

Production
(Mg/an)

=

Productivité
(Mg/ha/an)

×

Surface
(ha)

*conflits d'usage des sols !
(option non abordé)*

Comment intensifier ?

Equation de base :

$$\underbrace{\text{Production (Mg/an)}}_{\text{production effective (réalisée après récolte)}} = \underbrace{\text{Productivité (Mg/ha/an)}}_{\text{}} \times \underbrace{\text{Surface (ha)}}_{\approx \text{constante}}$$

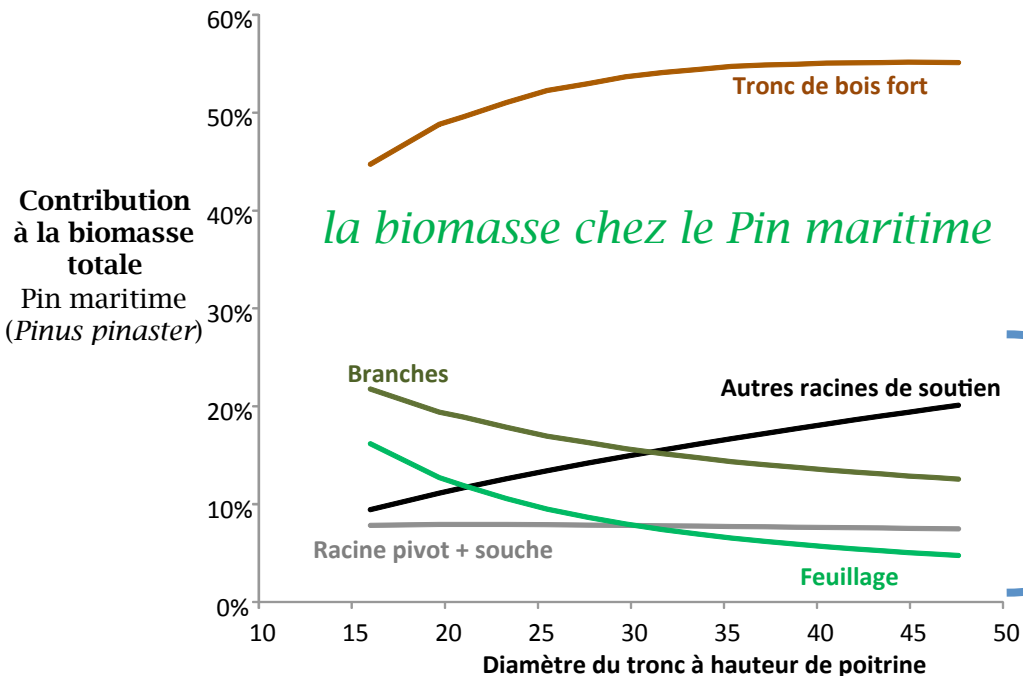
↗ **taux de récolte**
(même si le taux d'accroissement
des peuplements reste inchangé)

↗ **taux d'accroissement**
(même si le taux de récolte
reste inchangé)

et/ou

Effets de l'intensification des récoltes ?

Distribution de la biomasse dans l'arbre :



① env. 40–50% de la biomasse

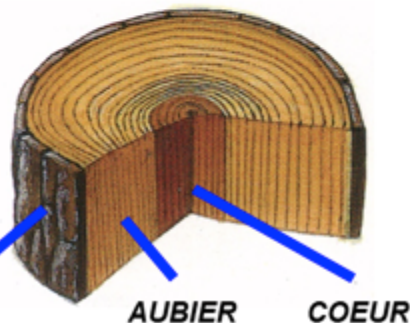
① proportions varient avec le développement de l'arbre

Effets de l'intensification des récoltes ?

Distribution des nutriments dans la biomasse aérienne :

le phosphore (P) chez le Pin maritime

Aiguilles	0.76 kg/t
Branches	0.33 kg/t
Ecorce	0.21 kg/t
Bois d'aubier	0.08 kg/t
Bois de cœur	0.02 kg/t
→ Tronc (écorce+bois)	0.15 kg/t



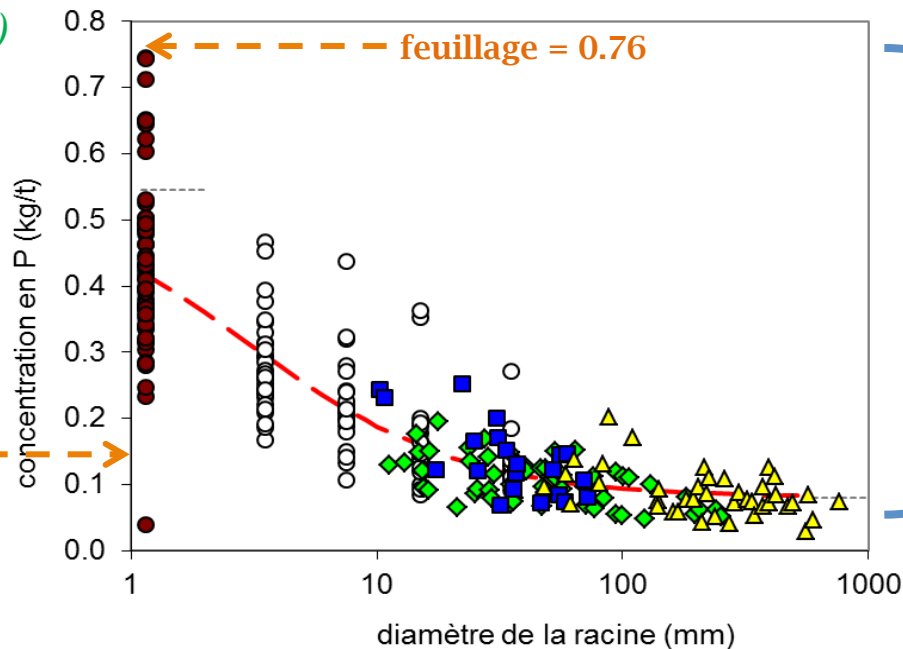
① le feuillage est jusqu'à 40 fois plus riche en phosphore que les autres parties de l'arbre

→ 1 tonne feuillage
≠
1 tonne de bois fort

Effets de l'intensification des récoltes ?

Distribution des nutriments dans la biomasse souterraine :

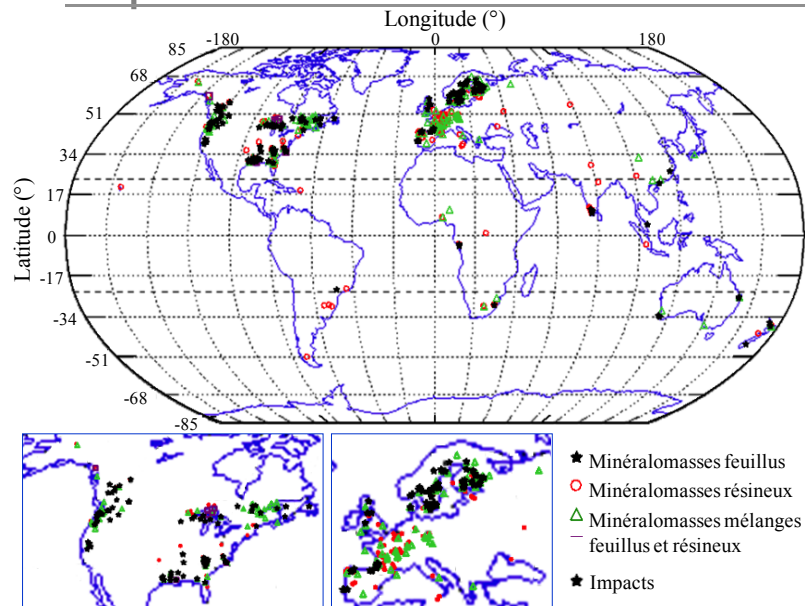
le phosphore (P)
chez le Pin
maritime



- ① racines de soutien
- ② bois fort
- ③ racines fines sont riches en nutriments

Effets de l'intensification des récoltes ?

Exportation de biomasse et de nutriments : analyse mondiale



✕ Compilation des données de la littérature

→ 2 bases de données

(230 & 130 articles ;

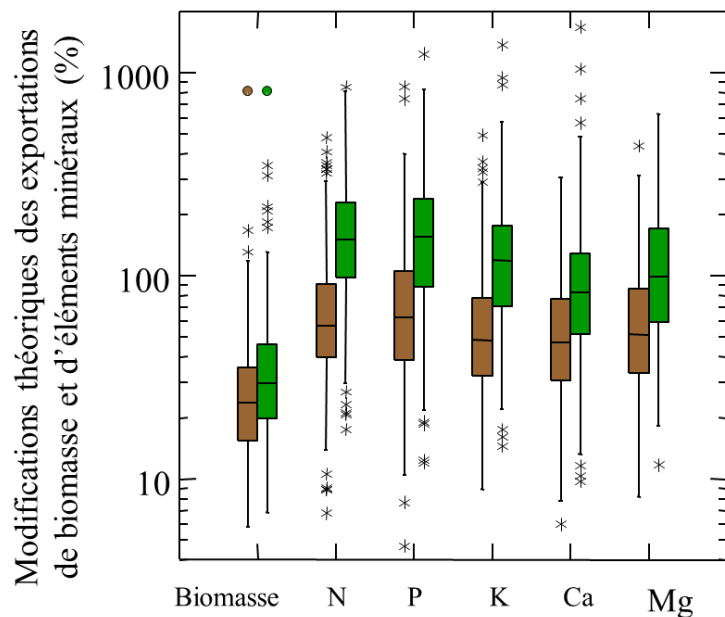
749 forêts ;

6169 & 6815 résultats)



Effets de l'intensification des récoltes ?

Exportation de biomasse et de nutriments :



2 types de récoltes de rémanents :

■ tronc + branches

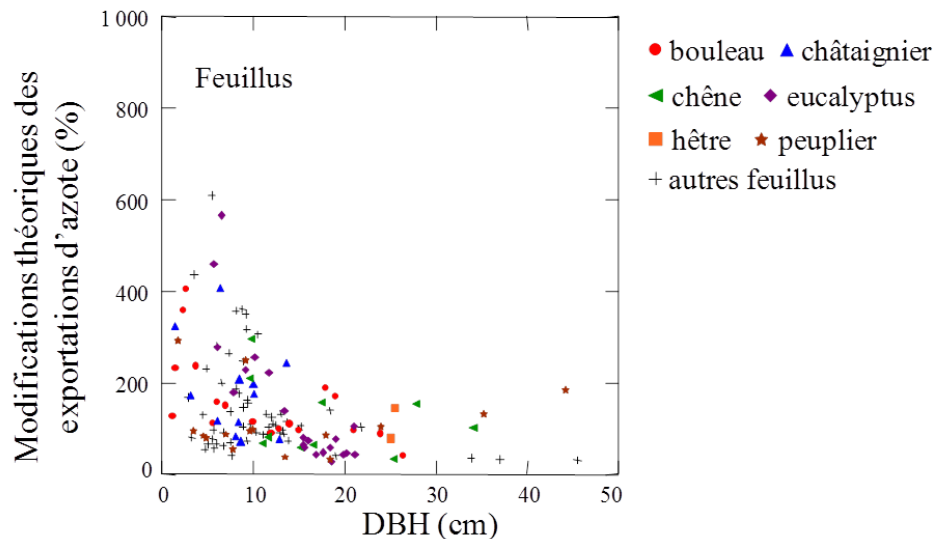
■ tronc + branches + feuillage

1 type standard de récoltes

① les récoltes de rémanents aériens induisent des exportations en nutriments très supérieures aux gains de biomasse récoltée, surtout lorsque le feuillage est récolté

Effets de l'intensification des récoltes ?

Exportation de biomasse et de nutriments :



❗ le « surcoût nutritionnel » d'une récolte de rémanents augmente chez les arbres jeunes

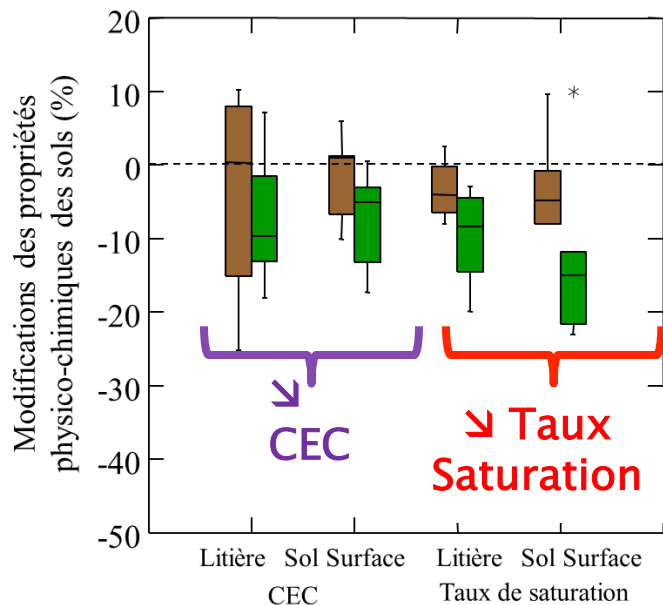
Effets de l'intensification des récoltes ?

Exportation de biomasse et de nutriments :

- ① les exportations de nutriments augmentent plus vite que les exportations de biomasse $\Leftrightarrow$ *surcoût nutritionnel*
- ① le surcoût nutritionnel augmente avec la proportion de tissus verts (notamment le feuillage)
- ① le surcoût nutritionnel augmente avec la proportion de tissus jeunes (faible diamètres)

Effets de l'intensification des récoltes ?

Conséquences sur l'écosystème ? : exemple de la CEC



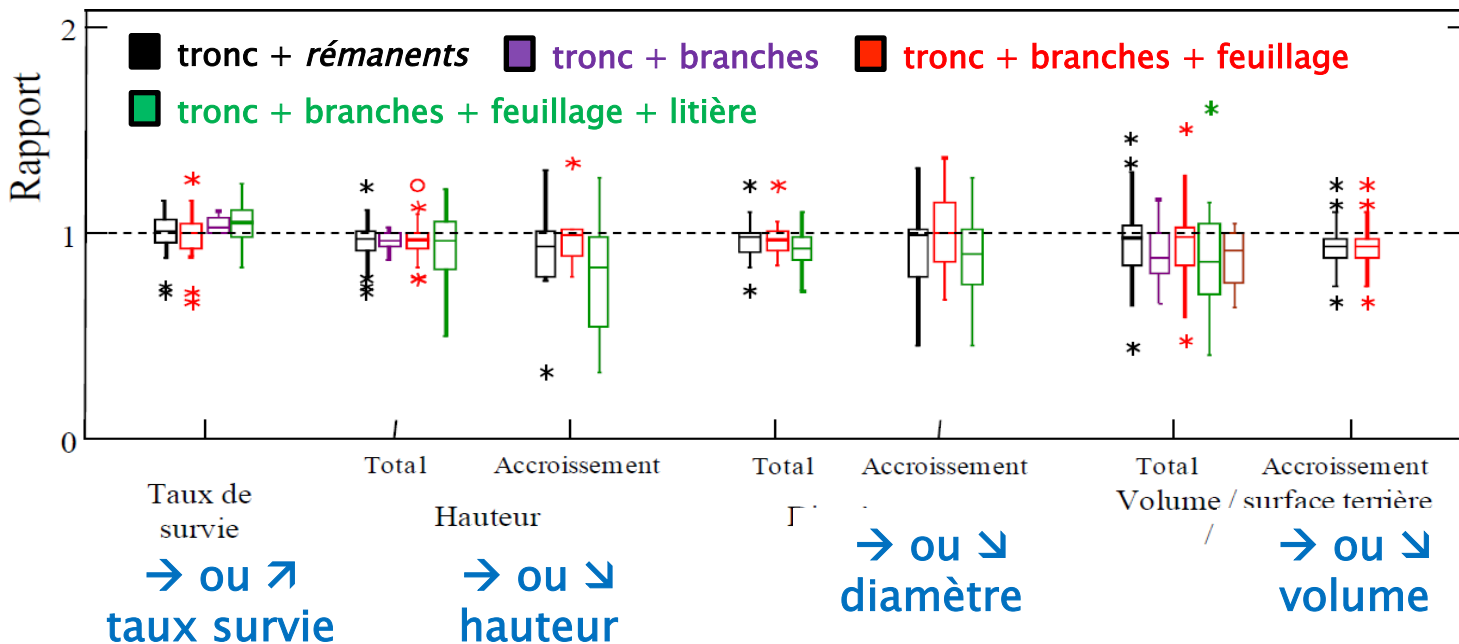
⌘ CEC = *capacité d'échange cationique*
⇔ capacité à échanger les cations (Ca^{2+} , K^{+} , ..., H^{+})

⌘ Taux de saturation = proportion de charges de cations non-acides

① les récoltes de rémanents aériens peuvent conduire à des modifications négatives des propriétés des sols forestiers, surtout lorsque le feuillage est récolté

Effets de l'intensification des récoltes ?

Conséquences sur l'écosystème : et la croissance des arbres ?



❗ baisse de productivité possible (en moyenne entre -3% et -7%)

Intensification des récoltes : idées à retenir

① les exportations de nutriments augmentent plus vite que les exportations de biomasse ⇔ surcoût nutritionnel

① des conséquences négatives peuvent apparaître pour les écosystèmes (CEC, taux sat., mais aussi, carbone du sol, activité microbiologique, tassement des sols, biodiversité...)

① des conséquences positives sont à signaler : facilitation de l'installation des peuplements, taux de survie (régénération naturelle), lutte contre maladies (dessouchage)

① dans certains cas, le peuplement suivant peut endurer des stress nutritifs voire de légères baisses de productivité

Intensification des récoltes : est-ce durable ?

Des pistes de recommandation pour garantir la durabilité :

-  ✕ ne pas maximiser le taux de récolte : maintenir le statut de rémanents pour les petits diamètres et surtout le feuillage et les litières ; laisser une partie des gros rémanents
-  ✕ maintenir un régime de récolte conventionnelle pour les écosystèmes sensibles (indicateurs de sensibilité ? )
-  ✕ remettre au goût du jour, de manière moderne, l'écorçage dans les parcelles ?
-  ✕ utiliser des intrants pour compenser les exportations ?

Comment intensifier ?

Equation de base :

$$\underbrace{\text{Production (Mg/an)}}_{\text{production effective (réalisée après récolte)}} = \underbrace{\text{Productivité (Mg/ha/an)}}_{\text{○}} \times \underbrace{\text{Surface (ha)}}_{\approx \text{constante}}$$

↗ **taux de récolte**
(même si le taux d'accroissement
des peuplements reste inchangé)

↗ **taux d'accroissement**
(même si le taux de récolte
reste inchangé)

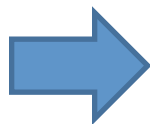
et/ou

Effets de l'intensification des itinéraires

Différents leviers disponibles pour le gestionnaire :



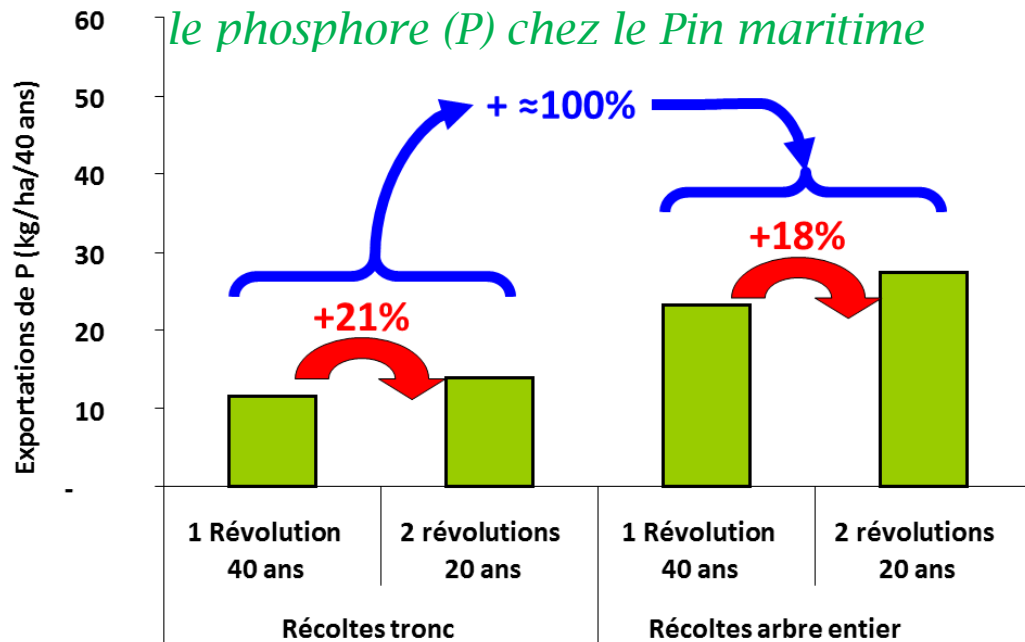
- ✕ choix des essences (résineux, eucalyptus...)
- ✕ densité et révolution ⇔ sylviculture
- ✕ utilisation d'intrants (engrais, produits résiduels, roches, ...) pour fertiliser/amender/compenser
- ✕ utiliser les concepts de l'agro-écologie



Quelques exemples

Effets de l'intensification des itinéraires

Densité et révolution $\Leftrightarrow$ sylviculture :



❶ le raccourcissement des itinéraires entraîne un surcoût nutritionnel significatif

❷ les effets du raccourcissement des itinéraires sont inférieurs à ceux des récoltes de rémanents aériens

Effets de l'intensification des itinéraires

Densité et révolution ⇔ sylviculture :



*Semi-dédié de pin maritime :
récolte d'1 ligne sur 2 vers 8 ans*



❗ changements
climatiques



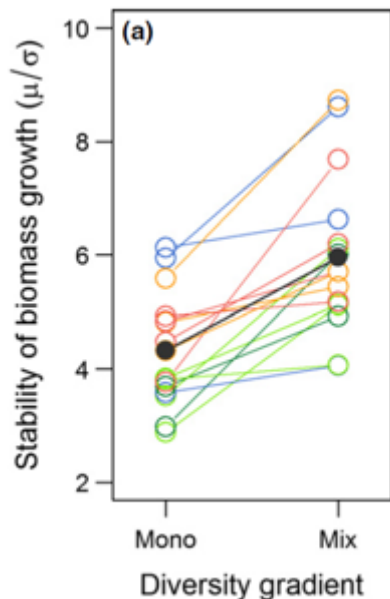
Eucalyptus

Effets de l'intensification des itinéraires

Utiliser les concepts de l'agro-écologie : exemple du mélange

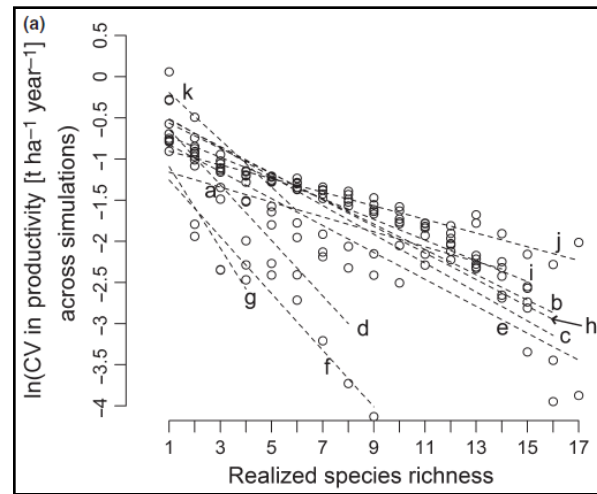
[Morin et al. (2014 ; PNAS)]

Indice de la
stabilité de la
production des
peuplements



[Jucker et al. (2014 ; Ecology Letters)]

Indice de la
variabilité de la
production des
peuplements

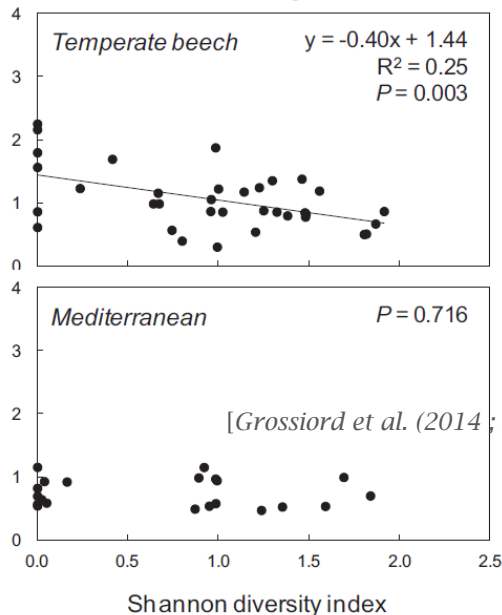


❶ les peuplements multi-spécifiques ont en moyenne une productivité plus stables

Effets de l'intensification des itinéraires

Utiliser les concepts de l'agro-écologie : exemple du mélange

Indice de la
variabilité de
l'efficience des
peuplements à
utiliser l'eau



① les peuplements multi-spécifiques
peuvent utiliser de manière plus efficaces les
ressources ; ici, résistance à la sécheresse

① cet avantage n'est pas systématique

Indice de la diversité spécifique
des peuplements

Intensification des récoltes et des itinéraires sylvicoles :

implication pour la durabilité des systèmes

- ⌘ l'intensification est techniquement possible
- ⌘ la durabilité de la productivité → gestion raisonnée des récoltes, des itinéraires et des intrants
- ⌘ l'intensification basée sur une simplification des peuplements peut induire : ↘ stabilité de la production, ↘ multi-fonctionnalité