

CONDUITE DE PEUPLEMENTS MELANGES EN FORETS DE MONTAGNE

EXEMPLE D'UN TRANSFERT CHERCHEURS-GESTIONNAIRES

Xavier GAUQUELIN
Benoît COURBAUD
Frédéric BERGER
Jacques FAY
Eric MERMIN

ONF Chambéry
Cemagref Grenoble
Cemagref Grenoble
ONF Chambéry
Cemagref Grenoble



Les enjeux du mélange en forêt de montagne

Respect de la diversité naturelle

Forêts à naturalité élevée

Ecosystèmes peu anthropisés

Meilleur fonctionnement global de l'écosystème

Peuplement plus résistant (distribution des risques)

meilleure structuration

résistance à la sécheresse

résistance aux attaques parasitaires

Probabilité accrue de renouvellement

possibilité de jouer sur les tolérances à l'ombre

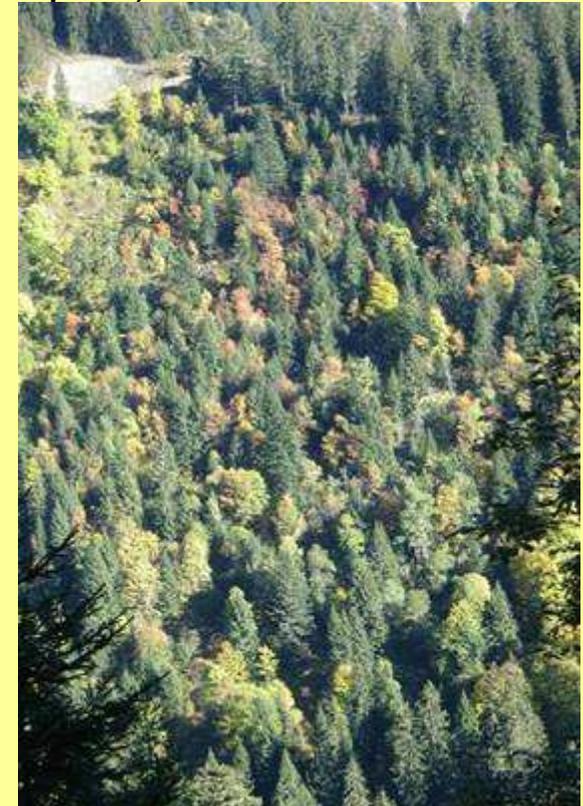
adaptation de la dimension des trouées

meilleure structure / résilience

Essences et rôle de protection

Feuillus → chutes de blocs

Résineux → avalanches



Les enjeux du mélange en forêt de montagne

Le cas de l'Épicéa

**Favoriser son renouvellement
au montagnard**

compétition avec Sapin et Hêtre
enjeux économiques de l'Épicéa

**Favoriser une diversité minimum
en pessière subalpine**

Sapin, Mélèze
Sorbier en mégaphorbiaie



→ maîtriser la lumière
et la chaleur

→ ouverture de trouées
adaptées (essences,
risques naturels, station)



Le cas du Hêtre

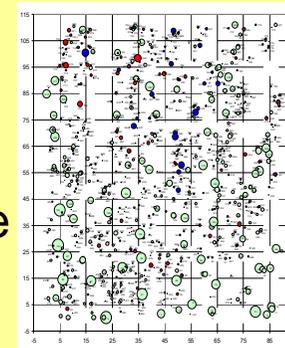
**Limiter la tendance du Hêtre
à former des peuplements purs**

Les outils du transfert

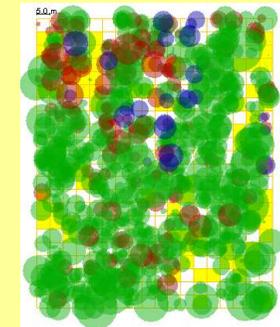
Le guide des sylvicultures de montagne - Alpes du Nord
document technique de référence



Les martéloscopes
outil de formation et de dialogue technique



Le modèle Samsara
modèle de croissance des essences alpines



→ **3 outils utilisés en formation sur des cas concrets de terrain**

co-animation ONF – Cemagref

projet INTERREG réunissant chercheurs et gestionnaires Français, Suisses et Italiens

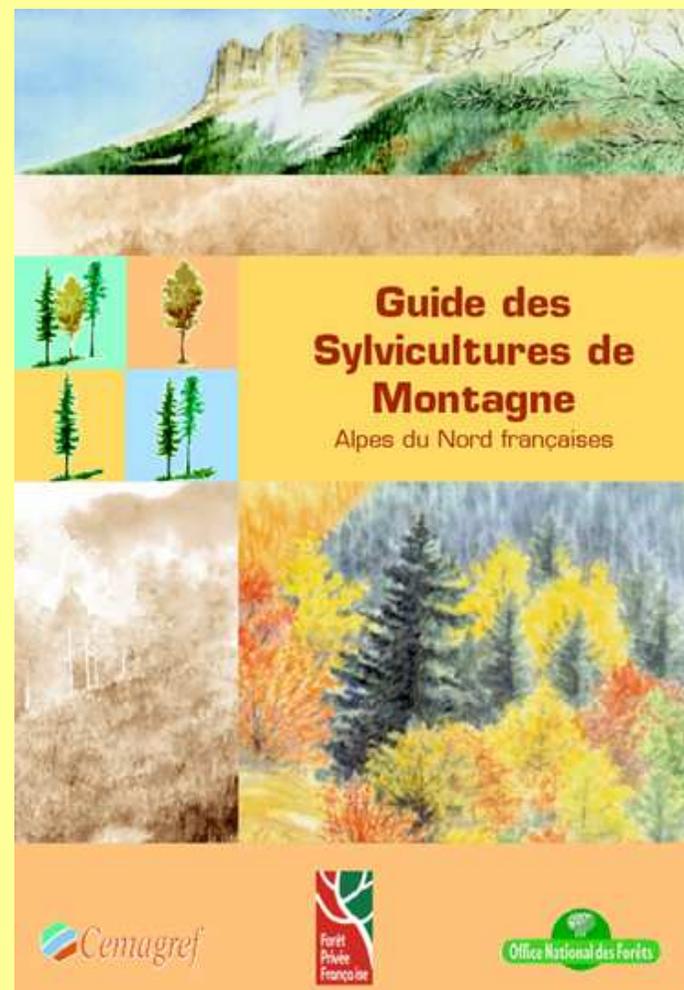
Les outils du transfert : le Guide des Sylvicultures de Montagne

Co-réalisation :

- chercheurs (Cemagref)
- gestionnaires (ONF, CRPF)

Transfert depuis la recherche

Transfert d'expériences
transfrontalières (Suisse, Italie)



Les outils du transfert : le Guide des Sylvicultures de Montagne

Fiche terrain - protection GSM

1 • Diagnostics (peuplement élémentaire)

Risques naturels
 Avalanches
 Chutes de blocs
 Glissements de terrain
 Crues torrentielles
 Érosion
 Zone de départ
 Zone de transit
 Zone de dépôt
 Pente en % ou degré

Station forestière
 Unité stationnelle

Peuplement forestier
 Essences prépondérantes
 Type de structure
 Famille

Exploitabilité
 Économique
 Stratégique
 Bénéficiaires
 D1, D2, D3, D4
 Déficitaires

Biodiversité et autres fonctions
 Habitats remarquables
 Espèces remarquables
 Paysages - équipements d'accueil
 Statut réglementaire de protection biologique ?

2 • Fiche de recommandations sylvicoles

Libellé de la fiche retenue
 Page du GSM

Forêt :
 Plan + desserte
 Parcelle :
 Echelle :

→ Une démarche de terrain

Fiche terrain - protection GSM

5 • Analyse détaillée

Thèmes	État actuel	Objectifs minimum	Objectifs optimum	Evolution naturelle 10 ans - 50 ans	Actions efficaces possibles
Composition en essences en surface terrière	Essence %	Essence %	Essence %	50 ans	
Strates présentes	Strate 1 2 3 4	Strates présentes :	Strates présentes :	10 ans 50 ans	
Surface terrière [GB + TGB] en surface terrière	Surface terrière % [GB + TGB]	Surface terrière % [GB + TGB]	Surface terrière % [GB + TGB]	50 ans	
Renouvellement tiges de franc-pied de $\Phi < 7,5$ cm	Couvert par essences : Avenir : Contraintes : Microsites favorables :			10 ans 50 ans	
État sanitaire				50 ans	
Critères de stabilité	HD résineux < 65 ; HD feuillus < 80 Long. houppier résineux > 2/3 ; feuillus > 1/3 Présence arbres penchés, croisés : Tailles vigoureux :	oui/non		50 ans	
Si risque avalanches	Couvert hivernal toutes strates confondues 0-30 % 30-50 % 50-70 % 70-100 %			50 ans	
Si risque chutes de blocs	Trouées dans la pente > 1,5 x haut. peupl. Hauteur peuplement > 2 x hauteur neige Densité tiges diamètre 20 et + dans cercle de r = 10 m Tailles : trouées < 20 m dans la pente Futaie : trouées < 40 m dans la pente	oui/non		10 ans 50 ans	

6 • Bilan

Intervention proposée :

Urgence	Coût estimé	Indicateurs de réussite	fait le (date) :
0 - 5 ans	Coût/ha		par (nom du rédacteur) :
5 - 10 ans			
plus de 10 ans			
Périodicité estimée :	Coût total	Echéance :	

Prise en compte du mélange

Les outils du transfert : le Guide des Sylvicultures de Montagne

Peuplements à prépondérance de Hêtre au montagnard mésophile

Secteurs concernés

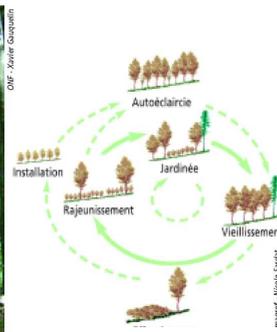
Alpes externes, intermédiaires et méridionales

Unités Stationnelles

- 5.5 : Hêtraies-sapinières sur sols argileux
- 5.6 : Hêtraies-sapinières drainées
- 5.7 : Hêtraies-sapinières peu humides

Peuplements

Peuplements à prépondérance de Hêtre, parfois mélangés de Sapin, d'Épicéa ou d'autres feuillus



Éléments écologiques intéressant le sylviculteur

Fertilité :

Bonne à très bonne.

Enracinement :

Généralement profond dans le cas de substrat fissuré.

Régénération :

Le Hêtre se régénère aisément :

- soit sous couvert grâce à une mise en lumière diffuse du sol ;
 - soit dans des ouvertures de petites dimensions, où il forme des cônes de rajeunissement denses.
- Par ailleurs, sa capacité à rejeter de souche peut être mise à profit pour le renouvellement des peuplements, notamment en enjeu de protection.
- Le Sapin peut se régénérer de manière diffuse dans ces peuplements si des semenciers existent à proximité.
- Dans les Alpes du Nord, les hêtraies montagnardes sont actuellement souvent issues de taillis plus ou moins vieilles ; elles sont dominées par les PB et BM issus de souche.

Ces conditions écologiques sont favorables au renouvellement et à la croissance du Hêtre : des sylvicultures variées peuvent y être envisagées.

En zone de protection, le renouvellement est possible à base de régénération naturelle par petites surfaces, accompagnée de rejets de souche.

En zone de production, la conduite de ces peuplements peut être envisagée :

- soit par amélioration et valorisation des taillis ;
- soit par traitement en futaie claire.

La très forte dynamique du Hêtre doit inciter au maintien d'essences d'accompagnement.

Dynamique des peuplements

Les peuplements à prépondérance de Hêtre au montagnard mésophile ont une essence :

- soit par compétition naturelle avec les autres essences
- soit par l'action humaine qui a favorisé le bois de feu

Ces peuplements peuvent partiellement être colonisés rarement par l'Épicéa. Naturellement, la dynamique progresse vers des compositions plus mélangées.

Le maintien de la dominance du Hêtre par le forestier aujourd'hui tant pour un objectif de protection, que pour la production à la condition de cultiver cette essence à son jeune âge.

Les stades à risques

Les perchis denses de Hêtre ont une stabilité limitée, et sont à risque de chutes de neige lourde. Des peuplements serrés produisent des bois dont la qualité est neuve.

Les peuplements régularisés à moyen âge ont un rôle clé contre les chutes de blocs, trop faible densité de Hêtre. Il est important de se préoccuper de leur renouvellement.

Prise en compte du mélange

→ des recommandations sylvicoles

Objectifs sylvicoles

Composition en essences (en surface terrière)

Essence	Objectif minimum	Objectif optimum	Observations
Hêtre	50 - 80 %		En cas de risque d'avalanche, l'enrichissement du peuplement en Sapin ou Épicéa est souhaitable
Sapin	Éviter la hêtraie pure	15 - 30 %	
Épicéa	Favoriser les essences du mélange	15 - 30 %	
Autres feuillus (Érables, Frêne)		5 - 10 %	En cas de chutes de blocs, privilégier les feuillus (Érables, Hêtre)

Structure de peuplement

Chêne	Objectif minimum	Objectif optimum	Observations
Chêne	au moins 2 strates ou structure de taillis Production : au moins 1 strate Dans les 2 cas, régénération présente au stade GB	Protection : au moins 2 strates Production : 2 strates Dans les 2 cas, régénération présente au stade GB	Protection : rechercher l'hétérogénéité sous forme de mosaïque horizontale, à G globalement élevée Production : rechercher une futaie claire, étagée, à G globalement faible
Capital sur pied après coupe	Protection : G : 20 à 35 m ³ /ha V : 180 à 250 m ³ /ha Production : G : 15 à 25 m ³ /ha V : 130 à 250 m ³ /ha	Protection : G : 20 à 30 m ³ /ha V : 180 à 200 m ³ /ha Production : G : 15 à 20 m ³ /ha V : 130 à 200 m ³ /ha	Protection : chutes de blocs, préférer 25 à 30 m ³ /ha Voir fiche CHUTES BLOCS page 198
Taux de GB après coupe (en surface terrière)	Protection : limiter à 40 % Production : limiter à 60 %	Protection : 20 - 30 % Production : 50 - 60 %	Protection : chutes de blocs, limiter le taux de GB
Organisation spatiale	Protection : • taillis par surfaces de 25 ares minimum • futaie : mosaïque de bouquets de 5 à 15 ares Production : • en futaie claire, régulière ou irrégulière	Protection : • taillis par surfaces de 25 ares minimum • futaie : mosaïque de bouquets de 5 à 15 ares Production : • en futaie claire, régulière ou irrégulière	Protection : une organisation spatiale de taillis exploitée par bandes horizontales est possible : dans tous les cas, éviter les ouvertures dans le sens de la pente Voir fiches CHUTES BLOCS page 198 Production : • en futaie claire, régulière ou irrégulière, à G globalement faible
Renouvellement des peuplements à régulariser	Régénération : • 100 à 200 cellules • G à 12 % de couvert Voir fiche RÉGÉNÉRATION page 180	Régénération : • 100 à 200 cellules • G à 12 % de couvert Voir fiche RÉGÉNÉRATION page 180	Objectif : obtenir 80 à 150 perches/ha

Diamètres de récolte (objectifs exprimés en fonction des qualités)

Essence	Qualité A - B (menuiserie)	Qualité C (charpente, sciage)	Qualité D (palette, trituration)	Observations
Hêtre	Protection : 40 - 50 cm Production : 55 - 60 cm	Protection : 40 - 50 cm Production : 50 - 55 cm	Futaie : 30 - 45 cm Taillis : 20 - 25 cm	Protection : le maintien de TGB peut être légitime pour permettre la mise en place progressive d'une régénération
Sapin	55 - 60 cm	50 - 55 cm	35 - 45 cm	
Épicéa	60 - 70 cm	50 - 55 cm	35 - 45 cm	
Autres feuillus	55 - 60 cm	50 - 55 cm	35 - 45 cm	

Interventions recommandées

Protection marquée

Famille des taillis	Type T
Structure objectif : T, 13 Diamètre objectif : 20 à 25 cm suivant les aléas	► renouveler
Interventions	Observations
En cas de taillis suffisamment vigoureux • Coupe de taillis par grandes bandes horizontales de largeur inférieure à 30 m dans le sens de la pente et de surface 25 ares minimum. Voir fiche CHUTES BLOCS page 198 Surface des ouvertures après coupe : 20 % maximum Passages en coupe : tous les 10 à 20 ans	• Pour obtenir le rejet du taillis, les ouvertures doivent être de dimensions suffisamment importantes • Dans le taillis épuisé, un renouvellement par semis est recherché. Des trouées de surface modérée sont adaptées à la régénération du Hêtre
En cas de taillis épuisés • S'orienter vers la futaie, par régénération naturelle, en réalisant des trouées allongées horizontalement de largeur inférieure à 30 m dans le sens de la pente	

Famille des jeunes futaies

Famille des jeunes futaies	Types R, 3, 23, 2
Structure objectif : 23, 12, T G objectif : monter à 20 à 30 m ³ /ha	► stabiliser
Interventions	Observations
Dans le cas d'une conduite en futaie • Délouage au profit d'un nombre modéré de tiges parmi les plus stables • Favoriser le mélange Voir fiche DÉTOURAGE page 234 Densité de tiges à stabiliser : 100 tiges/ha maximum Intervention unique ou rotation : 10 à 20 ans	H/D faible et un huppier long
En cas de chutes de blocs de dimension modérée • Il est possible de s'orienter vers le taillis (pour une simplification de la gestion) • Coupe de taillis par grandes bandes horizontales de surface 25 ares minimum et de largeur inférieure à 30 m dans le sens de la pente Voir fiche CHUTES BLOCS page 198 Surface des trouées après coupe : 20 % maximum Passages en coupe : tous les 10 à 25 ans	• Pour obtenir le rejet du taillis, les ouvertures doivent être de dimensions suffisamment importantes. Ne pas maintenir de réserves dont le couvert empêchera le rejet

Hêtre montagnard mésophile

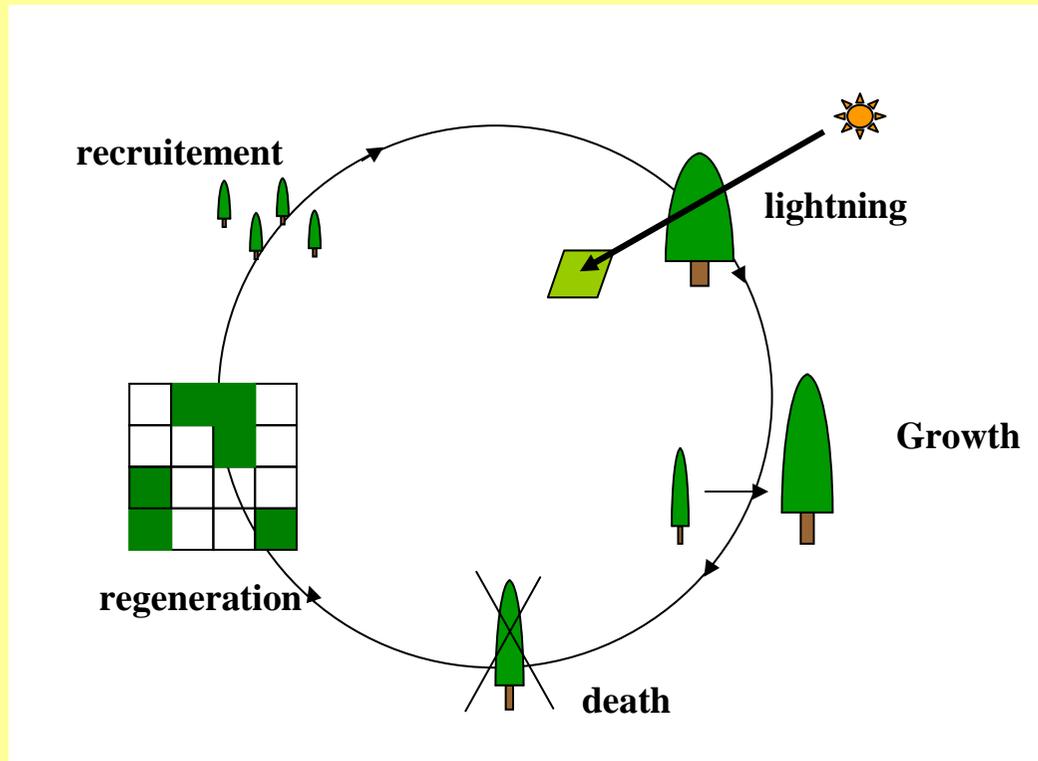
Les outils du transfert : les martéloscopes



640

641

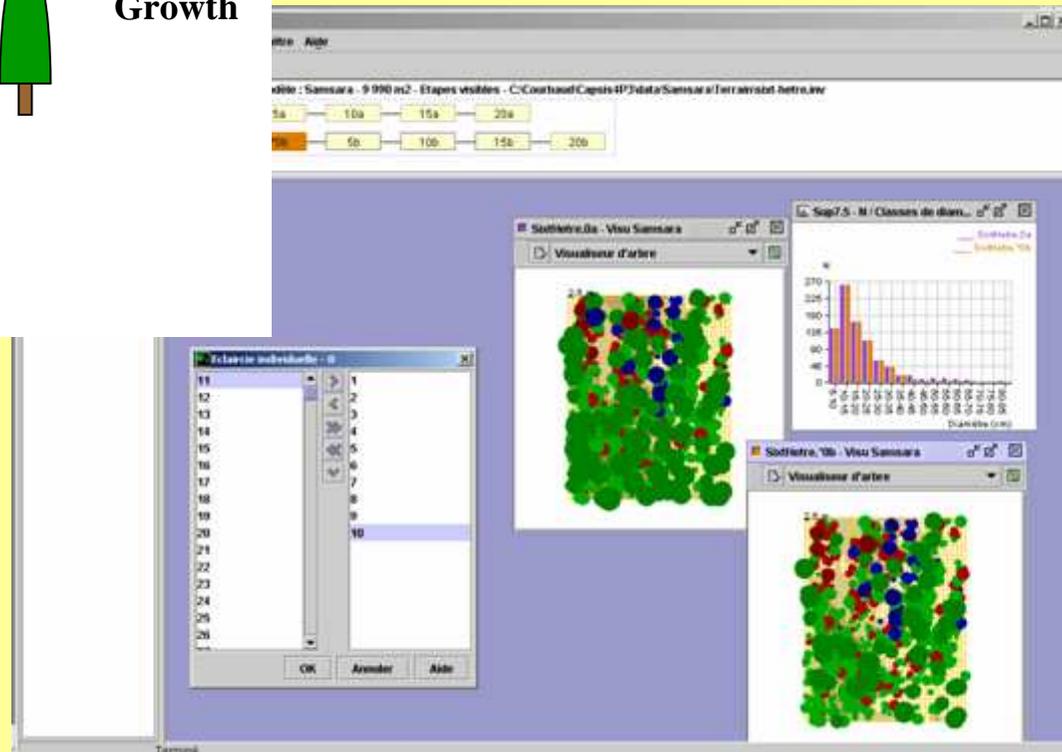
Les outils du transfert : le modèle Samsara



Samsara

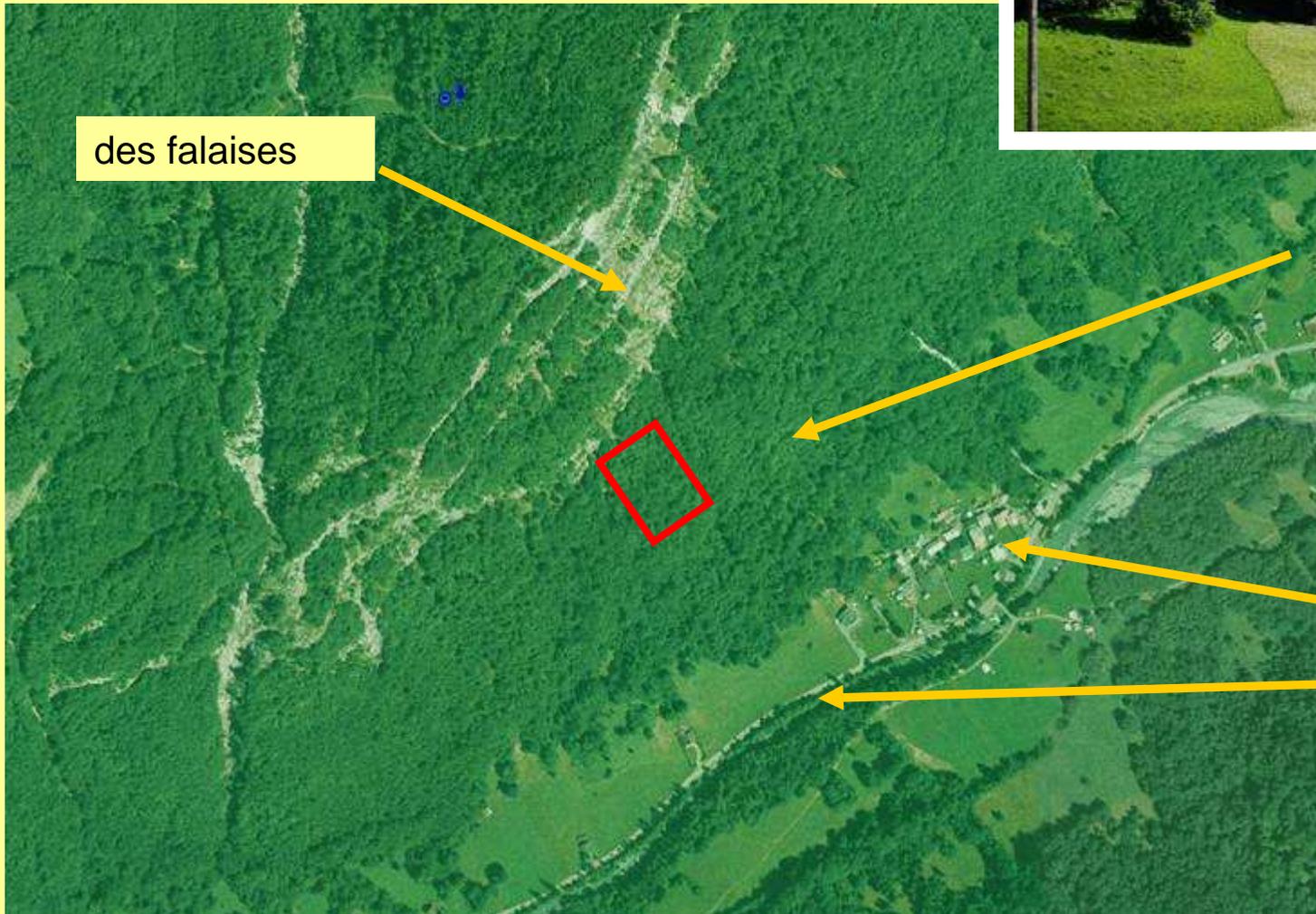
Module du logiciel CAPSIS

Modèle de croissance des essences alpines en futaie irrégulière



1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Site pilote international



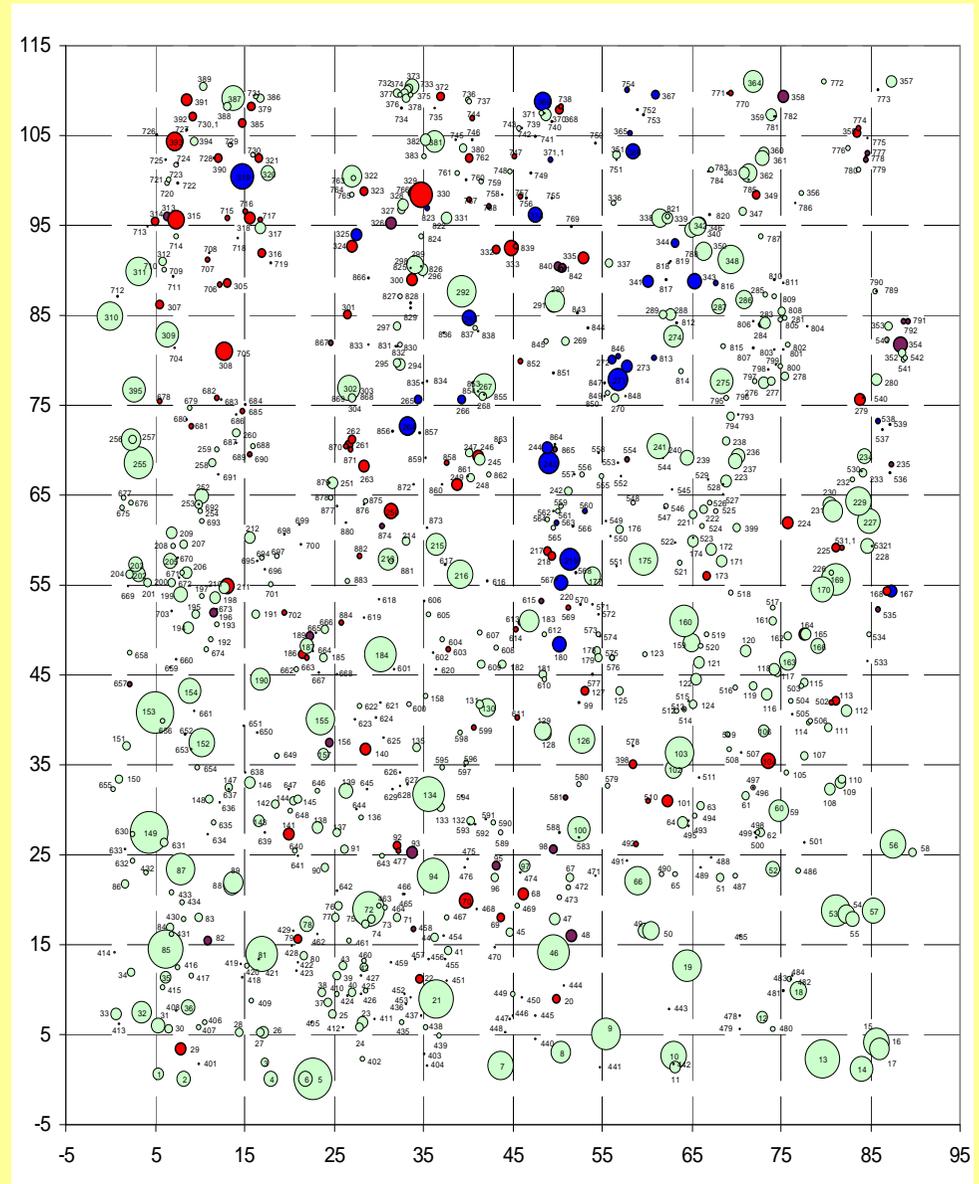
des falaises

une forêt

des habitations et une route

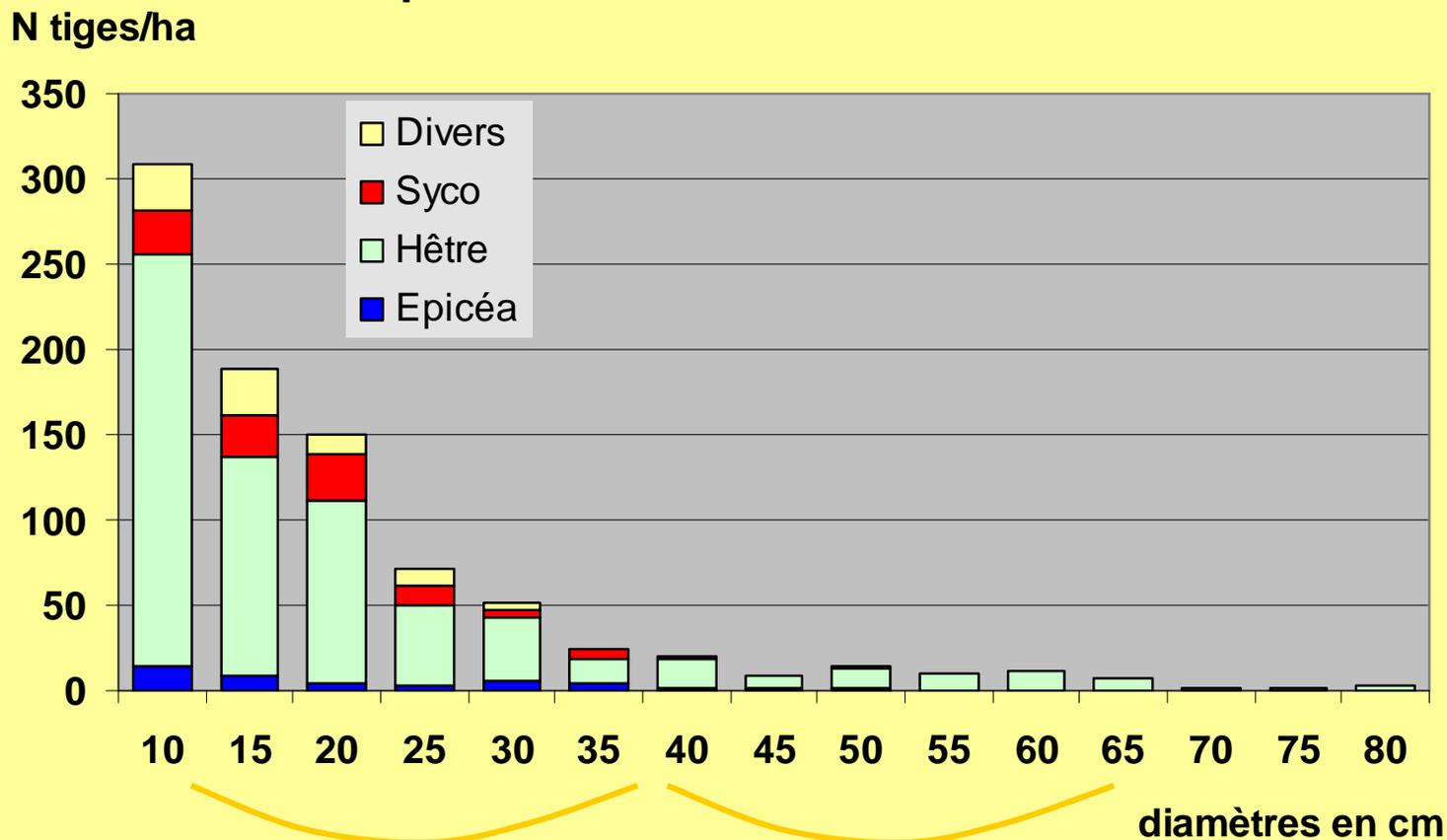
1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Le martéloscope : 1 ha

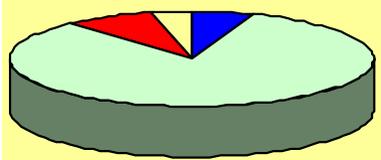


1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Répartition des diamètres



- Epicéa
- Hêtre
- Syco
- Divers



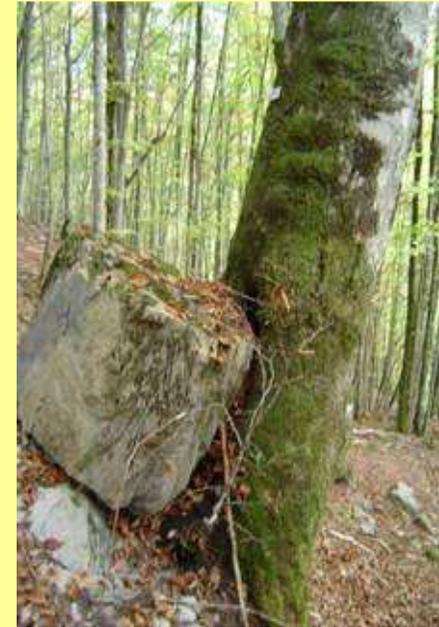
des petits bois
mélangés

des gros bois
purs en Hêtre

1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

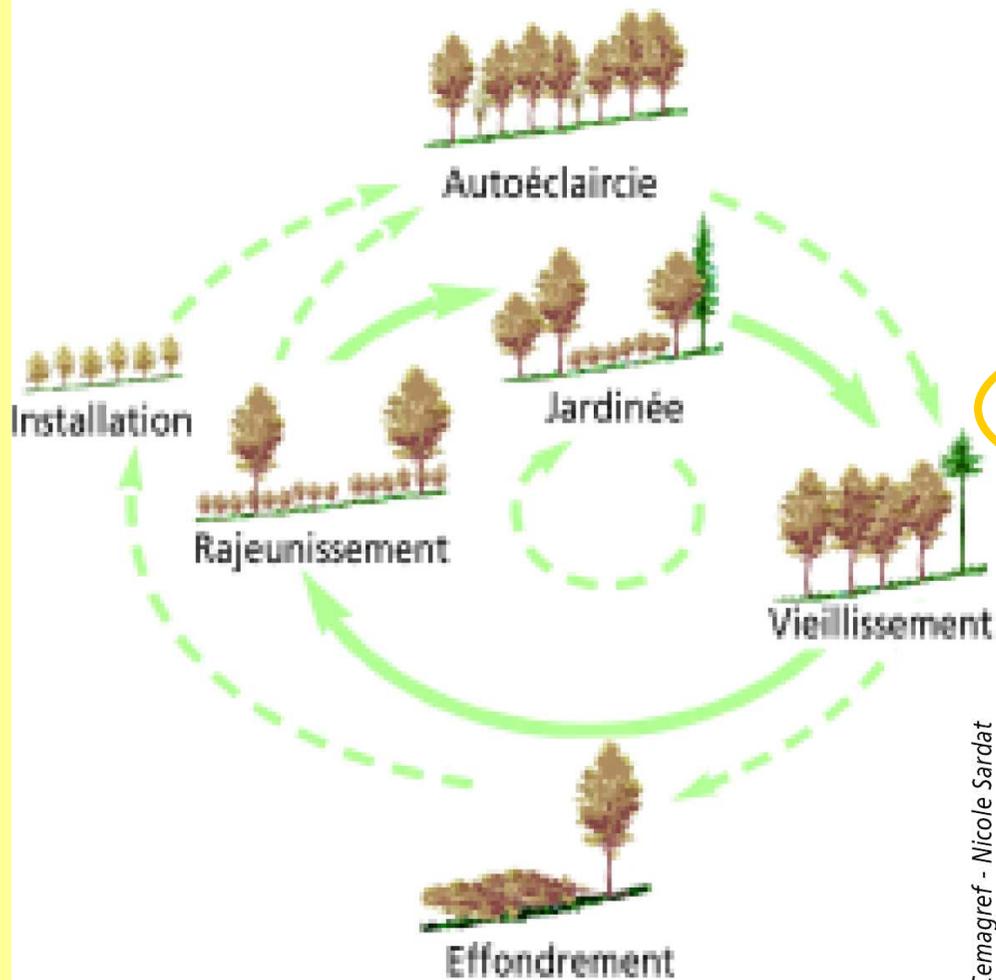
Diagnostic du peuplement

- Prépondérance du Hêtre (83%) accompagné d'Erable syco. et Epicéa
- Structure régularisée à strates supérieures prépondérantes
- Surface terrière forte (32 m²/ha)
- % de gros bois élevé pour un objectif de protection (48 %)
- Nombre de tiges très élevé (375 tiges/ha)
- Absence totale de régénération viable



1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

GSM



Hêtre au montagnard

Le Hêtre s'installe en mélange avec d'autres feuillus (Érables, Tilleul...) et devient progressivement prépondérant. Le Hêtre se régénère bien en trouées, mais la dynamique d'expansion de son couvert peut conduire à des plages régulières dans le peuplement. Une mosaïque à gros grains relativement stable peut s'installer dans le peuplement.

1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

GSM

Objectifs sylvicoles

Composition en essences (en surface terrière)

Essence	Objectif minimum	Objectif optimum	Observations
Hêtre	Éviter la hêtraie pure	50 - 80 %	En cas de risque d'avalanche, l'enrichissement du peuplement en Sapin ou Épicéa est souhaitable
Sapin		15 - 30 %	
Épicéa	Favoriser les essences du mélange	15 - 30 %	En cas de chutes de blocs, privilégier les feuillus (Érables, Hêtre)
Autres feuillus (Érables, Hêtre)		5 - 10 %	

Ces conditions écologiques sont favorables au renouvellement et à la croissance du Hêtre : des sylvicultures variées peuvent y être envisagées.

En zone de protection, le renouvellement est possible à base de régénération naturelle par petites surfaces, accompagnée de rejets de souche.

En zone de production, la conduite de ces peuplements peut être envisagée :

- soit par amélioration et valorisation des taillis ;
- soit par traitement en futaie claire.

La très forte dynamique du Hêtre doit inciter au maintien d'essences d'accompagnement.

1^e exemple : Sixt Fer à Cheval



Chutes de blocs en forêt

Les peuplements forestiers peuvent jouer un rôle important en matière de risques liés aux chutes de blocs :

- rôle positif, permettant de diminuer le risque au niveau de l'enjeu,
- mais parfois rôle négatif, qu'une intervention peut corriger.

Cette fiche explicite l'ensemble des interactions entre chutes de blocs et peuplements forestiers. Ces recommandations sont fournies par zone (départ de blocs, transit, dépôt) : voir fiche RISQUE page 194.



Chutes de blocs et composition

GSM

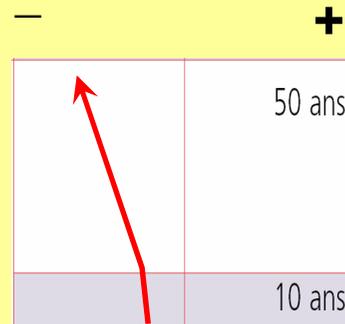
- Favoriser les feuillus qui, à diamètre égal, sont plus résistants que les résineux
- Plus de 30 % de feuillus parmi les plus gros arbres

Type de zone	Action positive de la forêt	Action négative de la forêt	Interventions préconisées	Valeur seuil préconisée
Zone de départ	<ul style="list-style-type: none"> • Ancrage des pierres/blocs/éboulis par le système racinaire 		<ul style="list-style-type: none"> • Éliminer les arbres instables (effet de levier sous l'action du vent) au sommet ou dans la zone de départ 	<ul style="list-style-type: none"> • Résineux : H/D \leq 100 • Feuillus : H/D \leq 150
	<ul style="list-style-type: none"> • Piégeage des blocs au pied de la zone de départ 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de mise en mouvement de blocs : - par effet de levier - lors de chablis 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir en pied de zone de départ une surface terrière élevée et compatible avec la pérennisation du peuplement 	<ul style="list-style-type: none"> • Voir RECOMMANDATIONS SYLVICOLES par station forestière
			<ul style="list-style-type: none"> • Dans la mesure du possible, limiter la distance d'entrée dans le peuplement 	<ul style="list-style-type: none"> • \leq 20 m
	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la rugosité du sol (le sol forestier est plus amortissant qu'un sol de terrain nu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Effet tremplin des souches • Effet bélier possible par mise en mouvement d'arbres cassés 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploiter les arbres en laissant des souches de 1,30 m de hauteur ou en les arasant complètement • Abattre en oblique dans la pente et laisser au sol des arbres ne pouvant être mis en mouvement 	

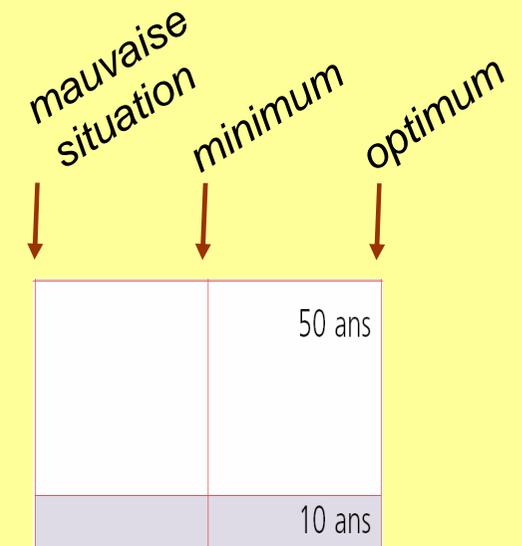
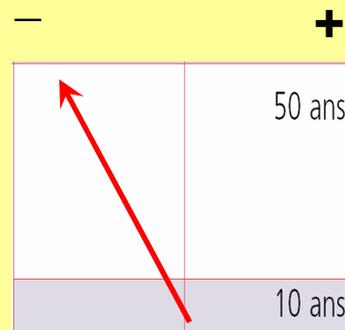
1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Evolution naturelle probable, hors intervention

→ Forte dynamique du Hêtre, pouvant conduire à quasi pureté



→ Monostratification du peuplement



1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

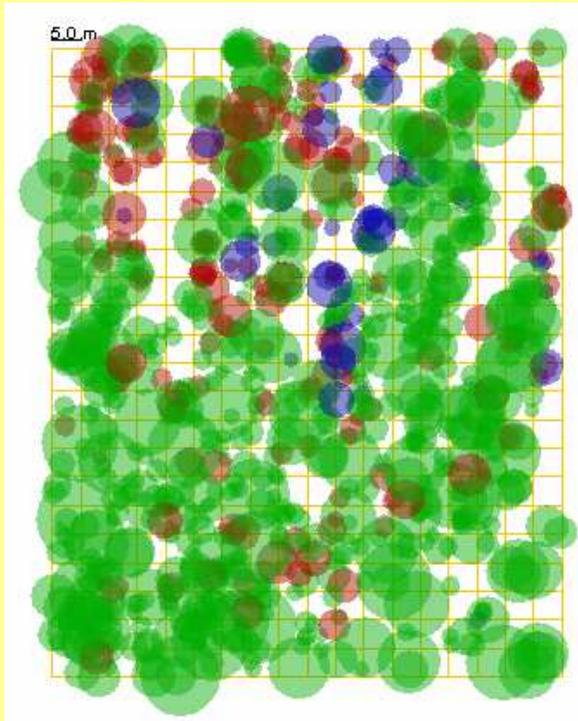
Type d'intervention préconisée

- Réduire le taux de gros bois (essentiellement Hêtre)
- Ouverture de trouées à objectif de régénération
Erable et Hêtre
- Favoriser l'Erable ; limiter l'Epicéa
- Garder un nombre de tiges/ha > 350

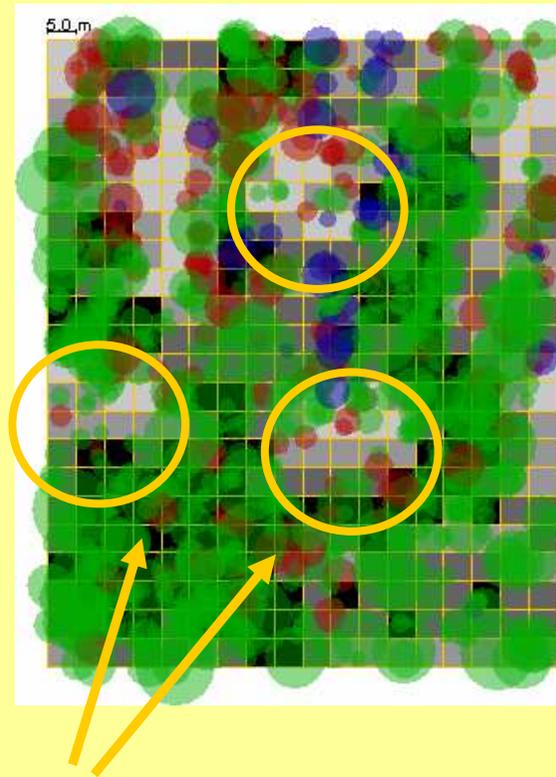
1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Cas d'un martelage par très petites trouées

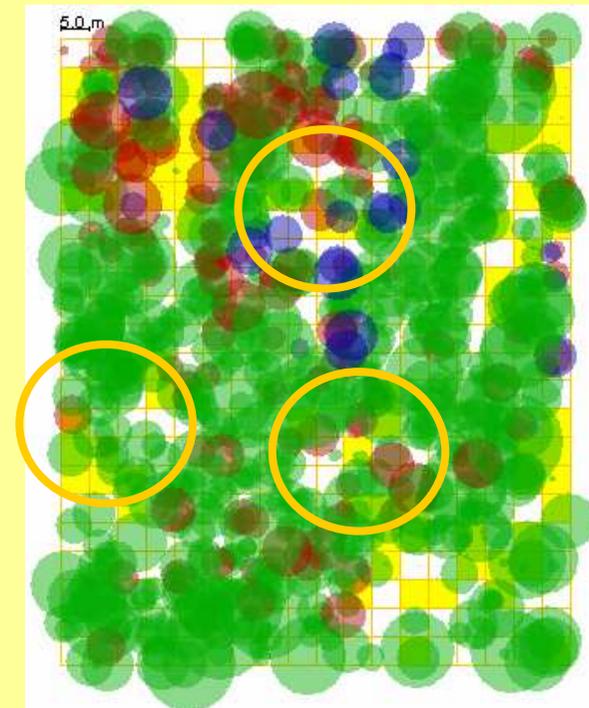
année 0 - avant



année 0 – après



année 25

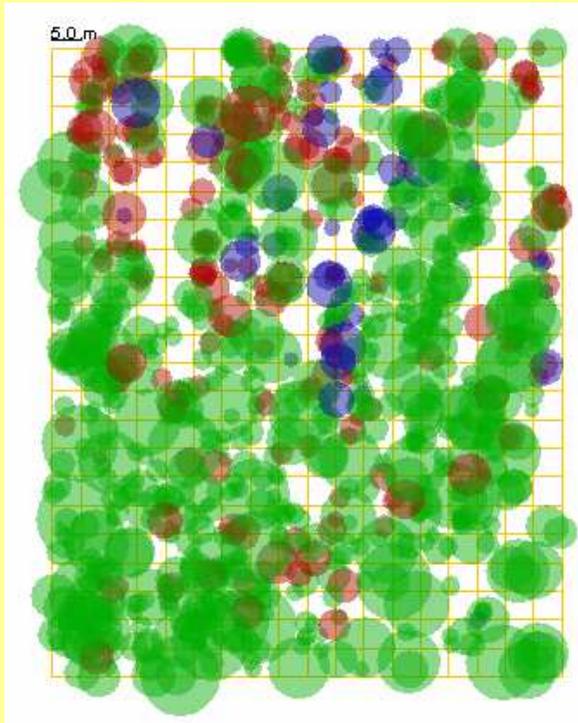


Installation de 3 petites trouées (3 ares)
Récolte principale de GB Hêtres

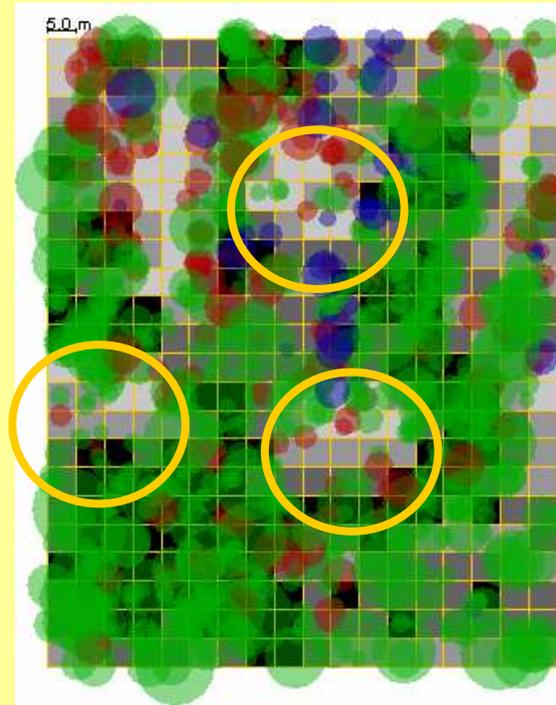
Faible renouvellement

1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

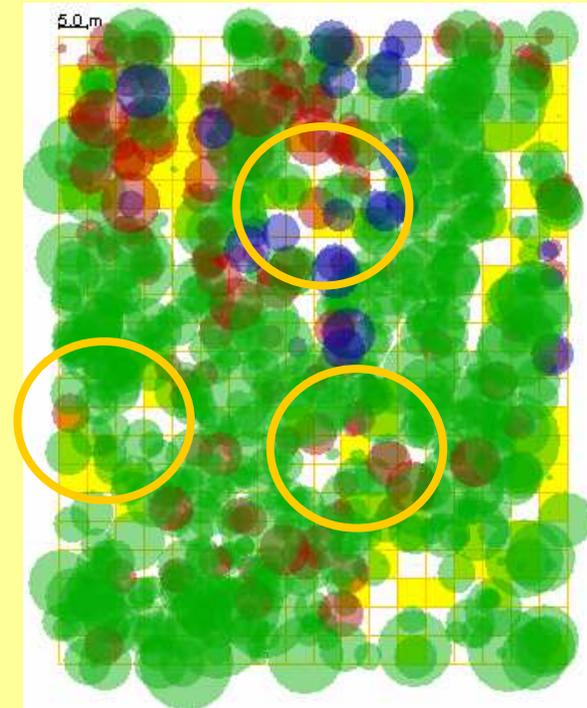
année 0 - avant



année 0 - après



année 25



Hêtre 83 %

Er. Syco. 8 %

Epicéa 6 %

Hêtre 82 %

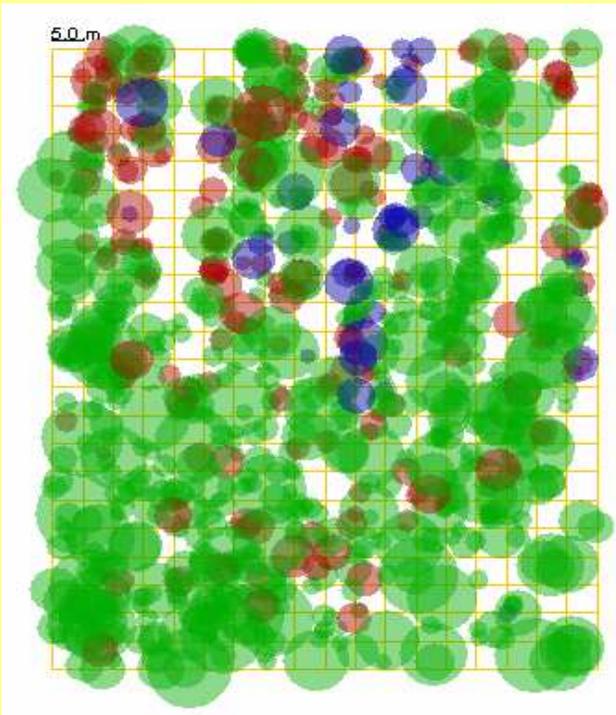
Er. Syco. 9 %

Epicéa 5 %

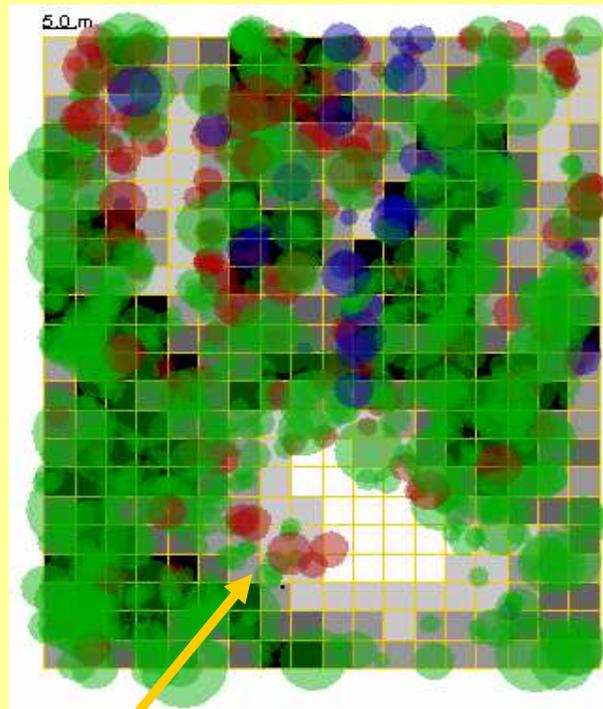
1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

Cas d'un martelage par trouée moyenne (12 ares)

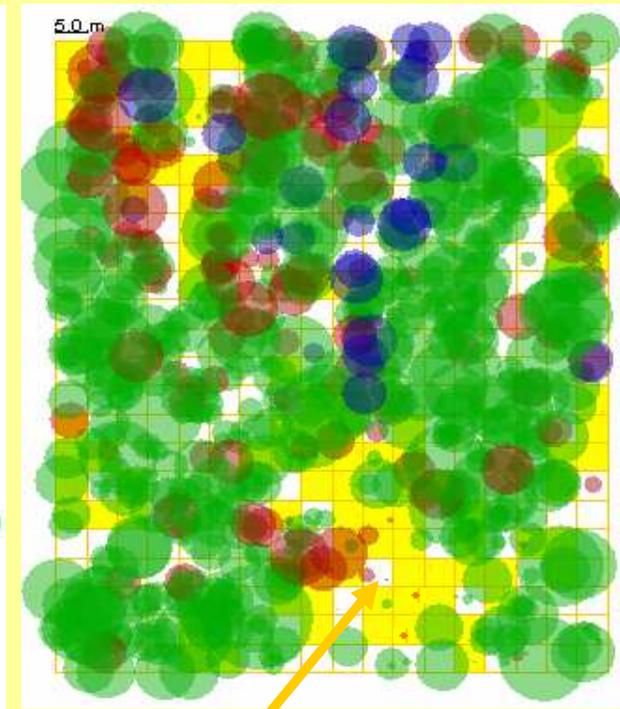
année 0 - avant



année 0 - après



année 25

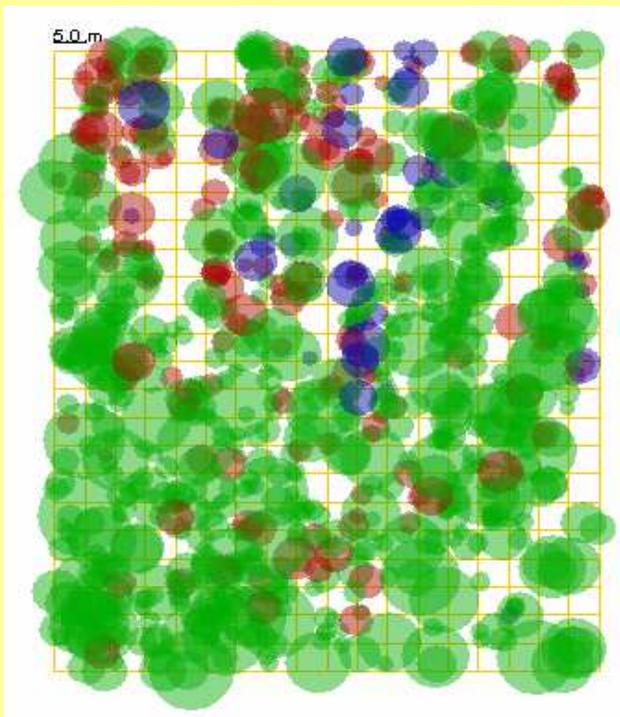


Installation d'une trouée (12 ares) :
- récolte de GB Hêtre
- maintien de quelques Erables

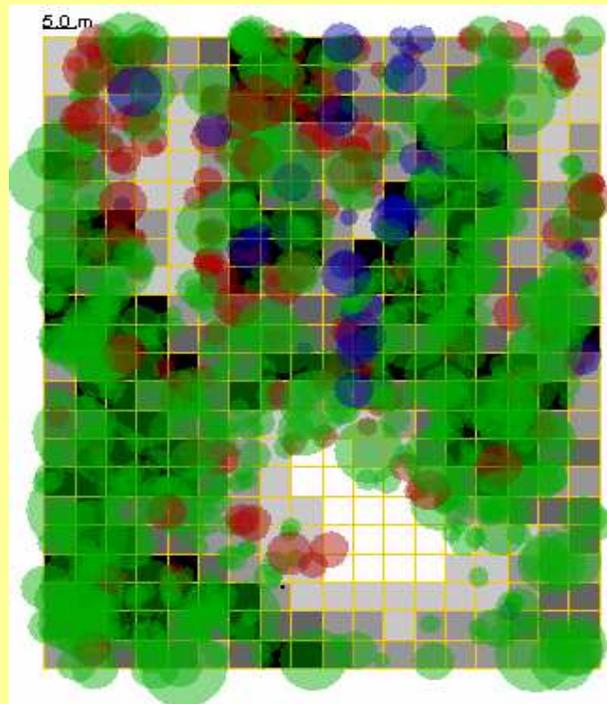
Renouvellement
Hêtre + Erable

1^e exemple : Sixt Fer à Cheval

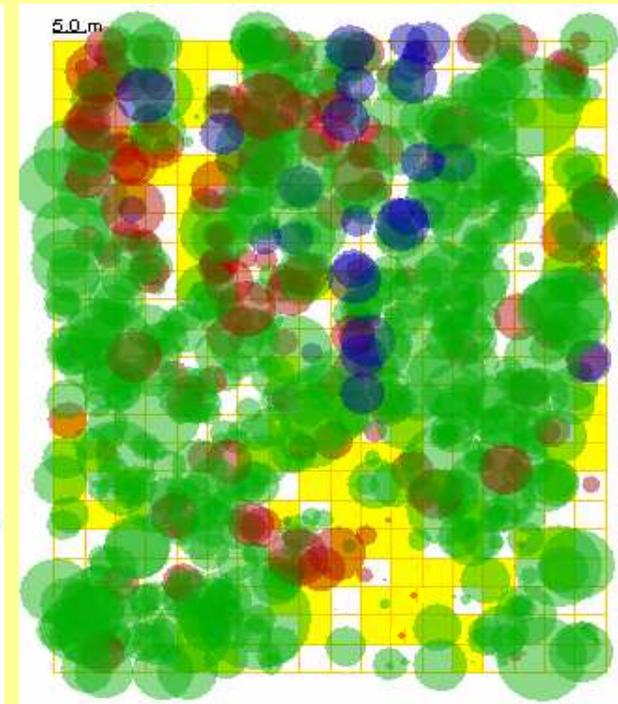
année 0 - avant



année 0 - après



année 25



Hêtre	83 %
Er. Syco.	8 %
Epicéa	6 %

Hêtre	77 %
Er. Syco.	12 %
Epicéa	6 %

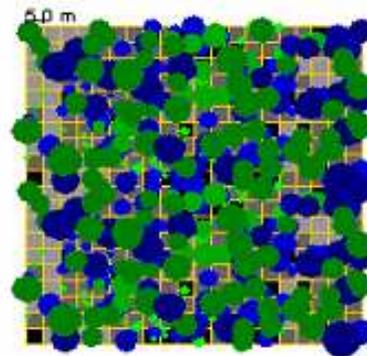
2^e exemple : sapinière-pessière de Queige



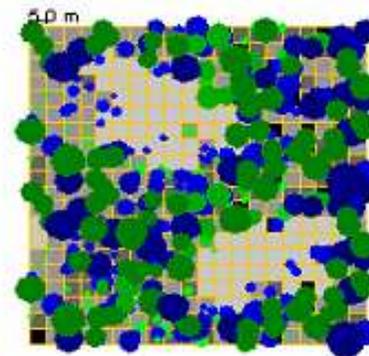
Comparaison d'une coupe par trouées et d'une coupe pied à pied.

Prélèvement de 9 m²/ha dans les deux cas

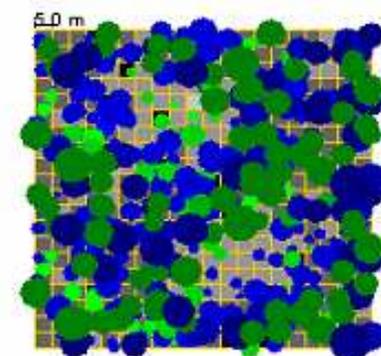
Année 0
avant coupe



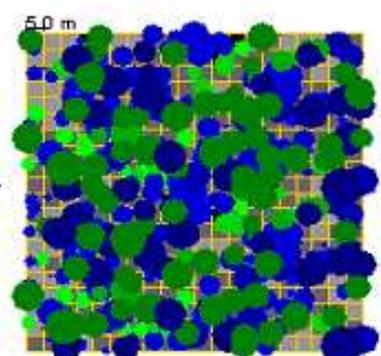
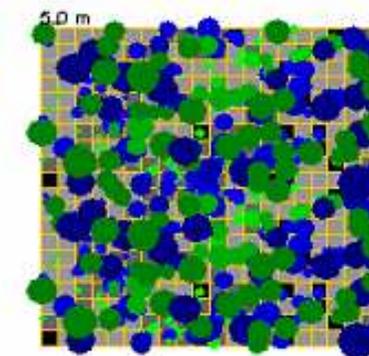
coupe



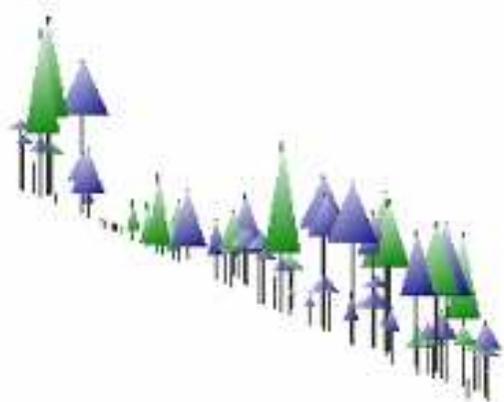
Année 0
après coupe



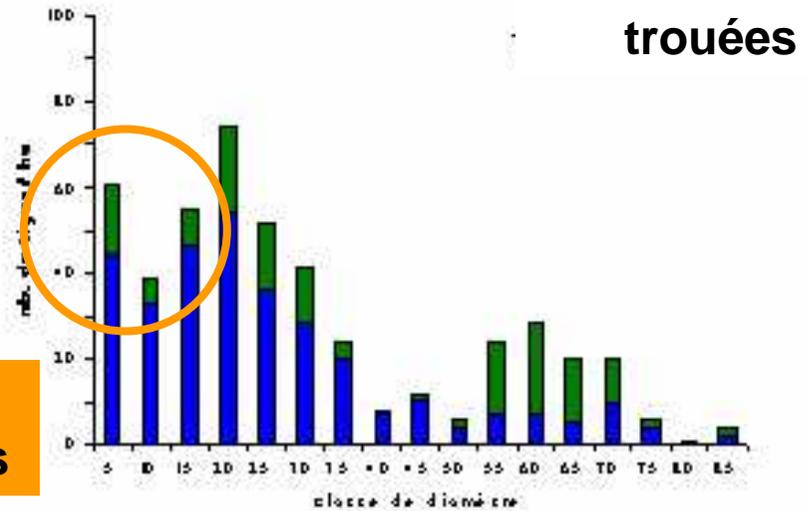
Année n+30



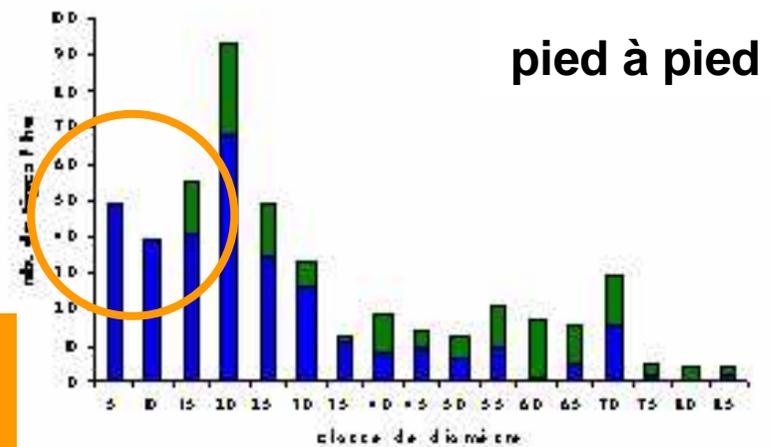
2^e exemple : sapinière-pessière de Queige



Présence de
jeunes Epicéas



Absence de
jeunes Epicéa



2^e exemple : sapinière-pessière de Queige

	Coupe par trouées		Coupe pied à pied	
	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
Avant coupe	43	559	43	559
Coupe	9	120	9	115
Après coupe	34	439	34	444
Après 30 ans	44	562	44	549

L'Épicéa ne se régénère que dans le scénario de la coupe en trouées.

Le Sapin se régénère de manière plus dynamique que l'Épicéa dans les deux cas.

La coupe par trouées a permis d'obtenir un peuplement en mosaïque irrégulière et de pérenniser plusieurs strates de hauteur.

La production des deux peuplements est sensiblement identique.

Conclusion

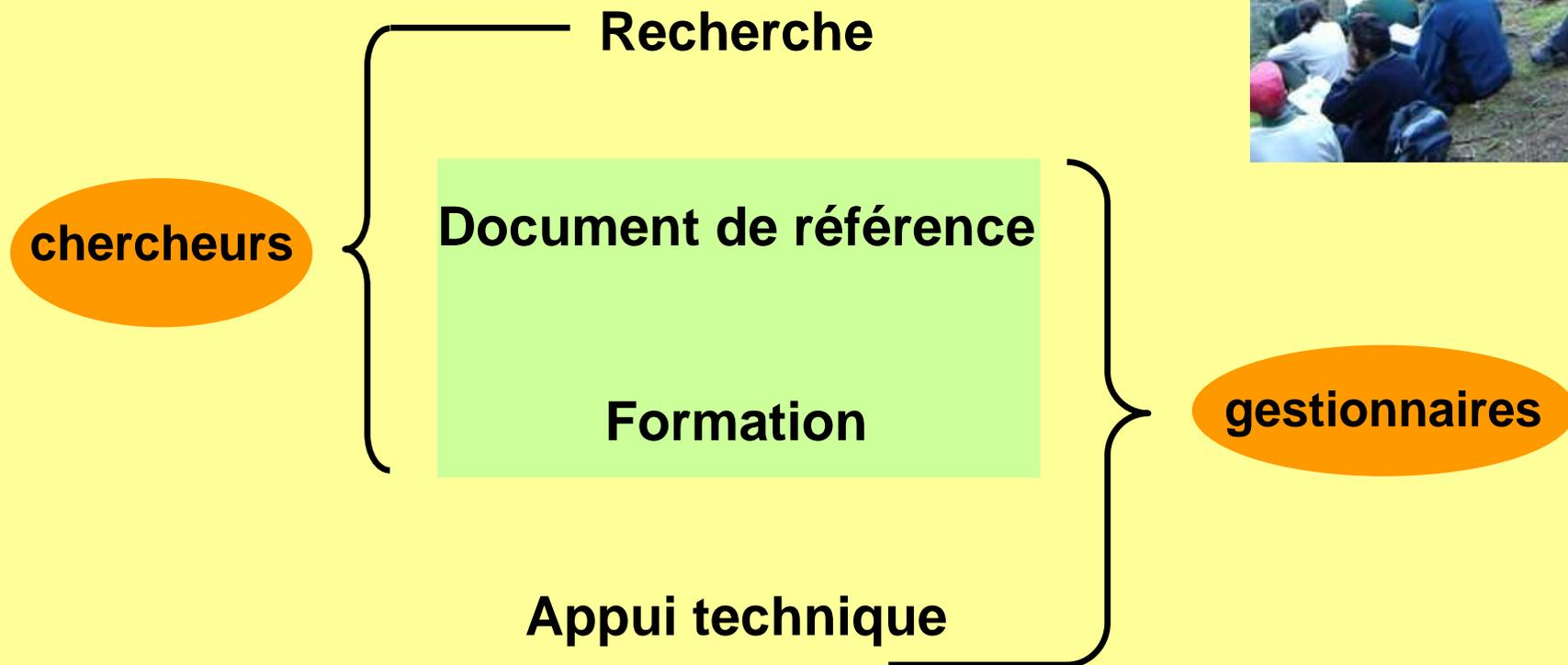
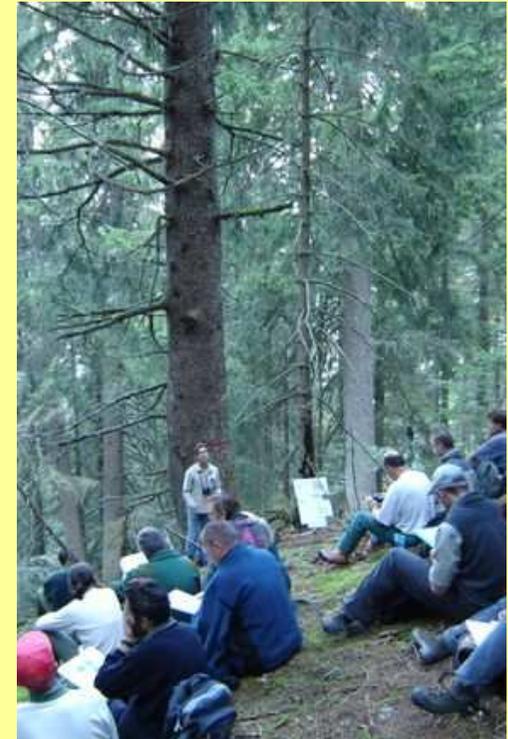
La sylviculture de peuplements mélangés en montagne :

- ➔ un choix fortement partagé par les gestionnaires
- ➔ mais des pratiques sylvicoles qui doivent mieux prendre en compte dynamique et autécologie des essences



Conclusion

Une démarche de développement associant chercheurs et gestionnaires



Merci de votre attention

