

Picea abies (L.) Karst. - Épicéa commun

Anglais : Norway Spruce

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'ESPÈCE

Répartition

Son aire naturelle s'étend sur le continent européen selon trois zones disjointes (Lacaze, 1969) :

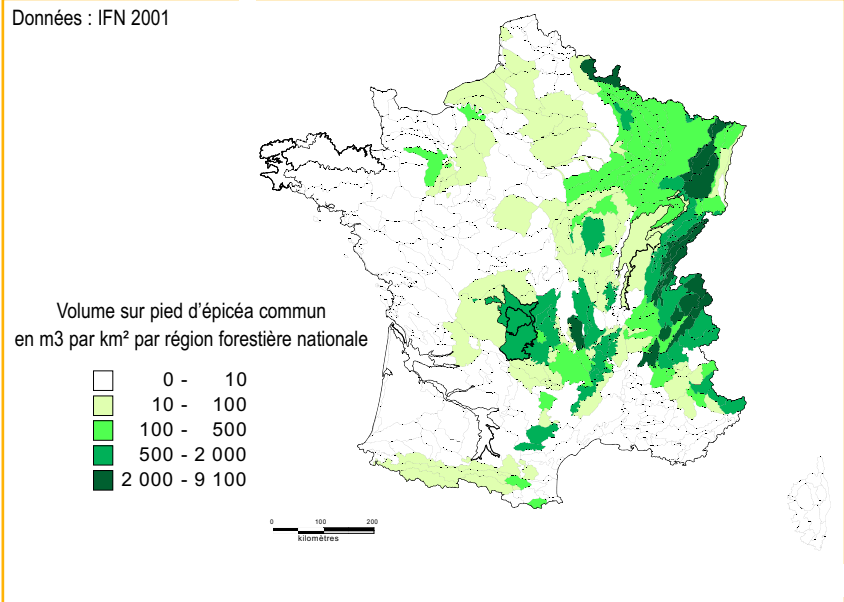
- ♦ Zone alpine : depuis les Alpes du Sud de la France, le Jura et tout l'arc alpin jusqu'en Yougoslavie ;
- ♦ Zone hercynienne-carpatique : de l'Allemagne à la Roumanie via le sud de la Pologne, la République Tchèque, la Slovaquie, l'Ukraine ;
- ♦ Zone nordique : Scandinavie, Pays baltes, nord de la Pologne, Russie.

Dans les Vosges, l'épicéa est présent spontanément sur de faibles étendues, mais il est subspontané dans une grande partie du massif (Bouvarel, 1954).

En France, son aire naturelle couvre le Jura et les Préalpes du Nord de façon à peu près continue dans l'étage montagnard, formant ainsi des stations importantes et étendues. Dans les Alpes internes, il est présent sur les versants des grandes vallées alpines (Tarentaise, Maurienne, Oisans). Dans les Alpes du Sud, son aire est disjointe et correspond aux stations les plus humides.

Il a été très utilisé en reboisement hors de son aire naturelle (plus de

Données : IFN 2001



700 000 ha en France), notamment, dans le Massif central, le Nord-Est et les Pyrénées.

Éléments d'autécologie

L'épicéa est exigeant en lumière mais tolère l'ombrage dans le jeune âge. Il résiste bien au froid.

C'est une essence très plastique : elle

est susceptible de se développer dans des conditions écologiques assez variées, même sur sols calcaïques ou hydromorphes avec cependant une production faible. L'épicéa commun craint les sols carbonatés. Son enracinement étant souvent superficiel, il est assez sensible au vent. Il supporte mal la sécheresse. Le sol doit être bien alimenté en eau toute l'année.

RÉGIONS DE PROVENANCE DE L'ÉPICÉA COMMUN

L'épicéa étant une essence montagnarde, les régions de provenance ont été définies d'après les massifs montagneux en tenant compte d'une constatation : avec l'altitude, les épicéas ont un port de plus en plus colonnaire qui permet de résister aux dures conditions hivernales, notamment à la neige et au givre (Bouvarel, 1956 ; Mullenbach, 2000) ; ces épicéas ont également une croissance plus lente et un débournement précoce dans les tests de comparaison de provenances (Collignon-Trontin, 2000, Van de Sype, comm. pers.).

Le découpage des régions de provenance s'est donc appuyé sur des critè-

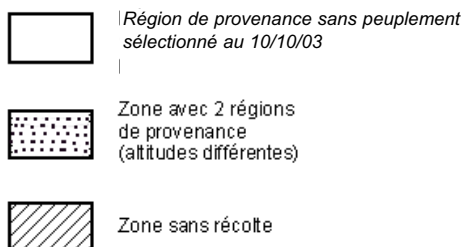
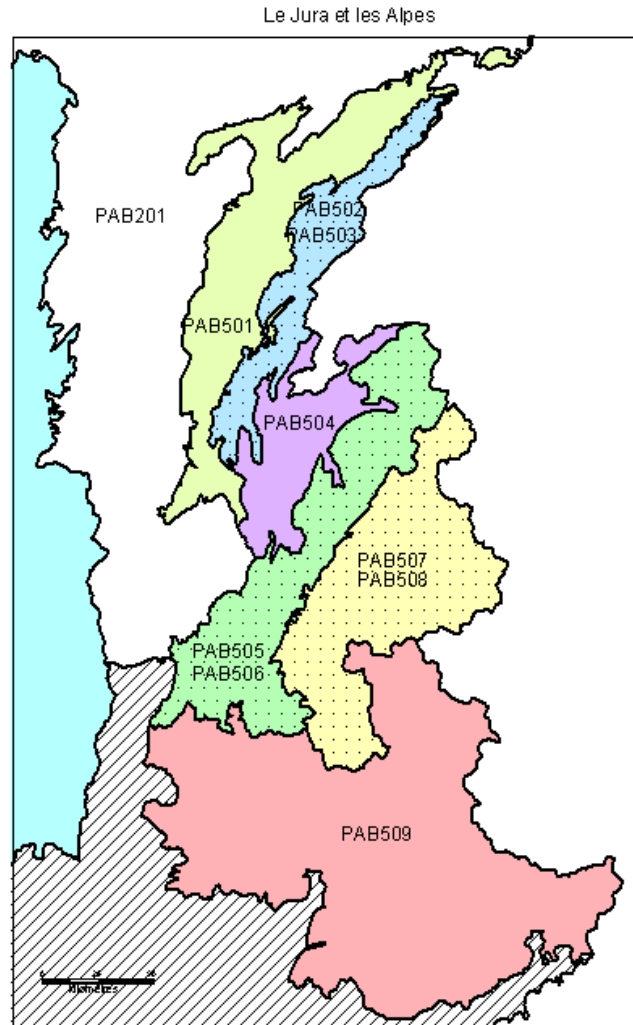
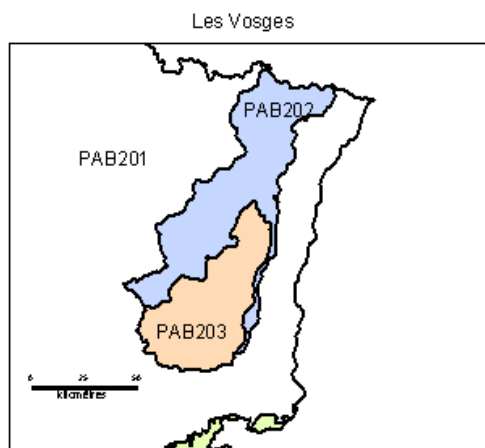
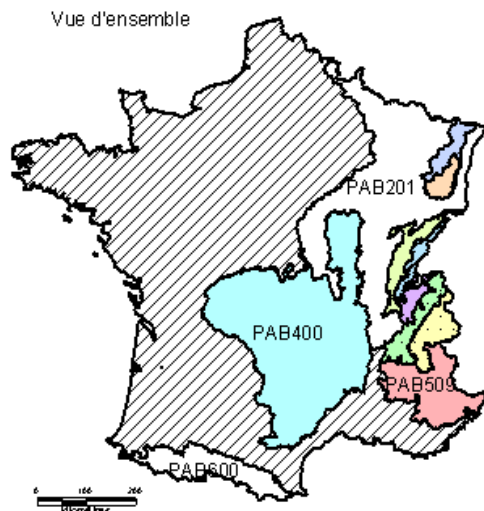
res climatiques, en particulier l'altitude, et pédologiques.

Les Vosges ont été divisées en deux régions de provenance, selon le substrat : les Vosges cristallines (PAB203) et les Vosges gréseuses (PAB202). L'intérêt de faire cette distinction est renforcé par le caractère non autochtone de l'épicéa dans les Vosges gréseuses.

Le Jura : diverses publications (Bouvarel, 1956 ; Lacaze, 1969 ; Mariel, 1992) sur l'épicéa du Jura expliquent les différences entre les origines du premier plateau et celles

de plus haute altitude (deuxième plateau et hautes chaînes). A basse altitude, dans l'étage montagnard, l'épicéa est souvent mélangé au sapin pectiné, il a une cime ample, des branches robustes largement étalées et une croissance forte. Par contre, plus on monte en altitude, plus l'épicéa prend le dessus sur le sapin, plus les cimes deviennent étroites et les branches obliques. Dans les hautes chaînes, les pessières sont pures, les épicéas ont une cime étroite, des branches courtes, une croissance lente, le bois est réservé pour des usages nobles (lutherie, menuiserie...).

Carte des régions de provenance de l'Epicéa commun



Régions de provenance

PAB201	Nord-Est
PAB202	Massif vosgien gréseux
PAB203	Massif vosgien cristallin
PAB400	Massif central
PAB501	Premier plateau du Jura
PAB502	Haut Jura <i>basse altitude</i>
PAB503	Haut Jura <i>haute altitude</i>
PAB504	Entre Jura et Savoie
PAB505	Préalpes du Nord <i> moyenne altitude</i>
PAB506	Préalpes du Nord <i>haute altitude</i>
PAB507	Hautes Alpes <i> moyenne altitude</i>
PAB508	Hautes Alpes <i>haute altitude</i>
PAB509	Alpes méridionales
PAB600	Pyrénées

Le deuxième plateau correspond à un type intermédiaire. Trois régions de provenance ont donc été distinguées : les collines pré-jurassiennes avec le premier plateau et le rebord du deuxième plateau (PAB501) et deux régions en fonction de l'altitude dans le haut Jura (deuxième plateau et hautes chaînes du Jura : PAB502 au-dessous de 1 100 m et PAB503 au-dessus).

Les Alpes : les tests européens de comparaison de provenances (Van de Sype, comm. pers.), et les marqueurs RAPD (Collignon-Trontin, 2000) montrent une structuration entre les Alpes méridionales et les Alpes internes : la région de provenance Alpes méridionales (PAB509) a été distinguée.

Une région IFN se distingue du reste des Alpes par sa faible altitude, il s'a-

git de la région forestière nationale 741 "entre Jura et Savoie". Cette région constitue une région de provenance à elle seule (PAB504).

Collignon-Trontin 2000 observe des différences entre les populations de la région de Chamonix et celles de la Grande Chartreuse. Ces deux régions se situent respectivement sur des substrats cristallins (Alpes internes du Nord) et calcaires (Préalpes du Nord). Dans les Alpes du Nord, nous avons donc séparé ces deux substrats dans deux régions de provenance différentes. Puis dans chaque région, deux régions de provenance ont été créées du fait de l'hétérogénéité des altitudes (PAB505 dans les Préalpes au-dessous de 1 400 m et PAB506 au-dessus, PAB507 dans les Alpes internes au-dessous de 1 600 m et PAB508 au-dessus).

Dans le **Massif central**, les **Pyrénées**, l'épicéa n'est pas indigène, il est issu de plantations récentes et d'origines diverses, une seule région de provenance par massif a été identifiée : PAB400 dans le Massif central et PAB600 dans les Pyrénées.

Dans les **régions de plaine**, l'épicéa est présent dans le Nord-Est principalement, cela constitue donc une autre région de provenance (PAB201). L'épicéa n'étant pas ou peu présent dans le Nord-Ouest, le Sud-Ouest et la région méditerranéenne, ces régions ne constituent pas de régions de provenance.

En résumé, 14 régions de provenance ont été créées : 2 dans les Vosges, 3 dans le Jura, 6 dans les Alpes, 1 dans le Massif central, 1 dans les Pyrénées et 1 dans le Nord-Est.

Variétés améliorées de l'Epicéa commun

Programme d'amélioration génétique

Il a débuté dans les années 50 et a pour objectif de produire des variétés pour les reboisements à basse altitude en dehors de son aire naturelle ; en effet, l'accent est mis sur la conservation du patrimoine génétique dans les zones où l'épicéa est autochtone. Des tests de provenances et de descendances ont permis d'étudier la variabilité génétique entre populations de l'ensemble de

l'aire naturelle et la variabilité intra-population dans les meilleurs peuplements.

La sélection a porté sur 3 critères :
 ♦ adaptation à la station, débourement végétatif,
 ♦ croissance,
 ♦ qualité du bois.

Par ailleurs, des variétés polyclonales ont été mises au point par l'INRA et l'AFOCEL, mais n'ont pas encore fait l'objet d'une demande d'admission.

Matériel de base en production

Les tests de comparaison de provenances ont permis de mettre en évidence le bon comportement des provenances du domaine hercynien et carpatique de l'aire naturelle. C'est avec du matériel de cette région qu'a été constitué le verger Rachovo.

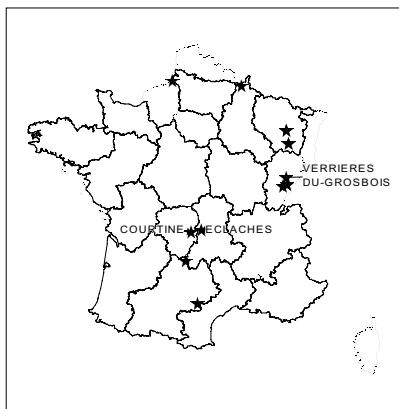
Le verger Chapois-Sousceyrac-VG est constitué de descendances d'arbres plus du peuplement Chapois (Jura).

Généralités

Code et nom du verger	Catégorie	Commune	Surface	Date de plantation	Améliorateur	Gestionnaire	Expérimentateur
PAB-VG-001 Rachovo-VG	Qualifiée	Calviac (46)	14 ha	1977	INRA, recherche danoise	GIE semences forestières améliorées	INRA Cemagref, ONF
PAB-VG-002 Chapois-Sousceyrac-VG	Qualifiée	Sousceyrac (46)	6 ha	hiver 76/77	INRA		

Caractéristiques génétiques

Code et Nom du verger	Date de 1 ^{ère} admission	Origine des matériels	Critères de choix des matériels d'origine	Nb composants	Taille pop efficace
PAB-VG-001 Rachovo-VG	04/11/1988	Ukraine	Vigueur, tardiveté de débourement, forme et densité du bois	50	49
PAB-VG-002 Chapois-Sousceyrac-VG	06/2007	Peuplement Chapois (rebord du 2 ^{ème} plateau du Jura)	Densité du bois, tardiveté de débourement et vigueur	53 familles de demi-frères	76



Qualité des variétés

Sites de tests

Un premier test mis en place dans le cadre de IUFRO installé en 1968 en forêt d'Amance près de Nancy (54), a permis de comparer 1100 provenances d'épicéa commun et de montrer le bon comportement des provenances issues du peuplement Rachovo - Jasina en Ukraine.

Ensuite deux tests de descendances incomplets du verger de Rachovo (20 clones représentés sur 50) ont été installés par l'INRA en 1986 à Eclaches dans le Puy de Dôme et à Verrières-du-Gros-Bois dans le Doubs. Puis, un test de descendan-

ce complet a été installé en 1992 par l'INRA à La Courtine (23). Dans chaque site, les descendances du verger de Rachovo sont comparées à des témoins : peuplements français (Bonnétage, Gérardmer) et provenances du centre Pologne par exemple.

Douze tests d'évaluations ont également été installés par le Cemagref et l'ONF entre 1985 et 1996 dans diverses stations.

Gains

Dans ces tests, les descendances du verger de Rachovo apparaissent parmi les plus performantes ; elles rivalisent avec les meilleures provenances polonaises.

Débourrement : Les descendances du verger de Rachovo apparaissent assez tardives : aussi tardives que Bonnétage, peuplement français réputé tardif, mais légèrement plus précoces que les meilleures origines du centre Pologne.

Vigueur : 7 ans après la plantation, la moyenne des performances en croissance en hauteur des descendances de Rachovo est parmi les plus élevées : elle est légèrement supérieure aux meilleurs peuplements français et assez similaire aux performances des meilleures

origines polonaises.

Chapois-Sousceyrac-VG

Constitué de 53 descendances demi-frères récoltées sur des arbres-plus du peuplement Chapois, ce verger a fait l'objet de sélections à trois niveaux :

- 1) les arbres mères ont été sélectionnés pour la densité du bois, et à un degré moindre, pour la tardiveté de débourrement et la forme de la cime,
- 2) durant la phase d'élevage des plants en pépinière, un tri a éliminé les individus les plus précoces
- 3) les éclaircies génétiques dans le verger ont amélioré la croissance en hauteur.

L'Inra prévoit des gains sur trois caractères par rapport au peuplement Chapois d'origine : + 10% sur le volume, +10% sur la tardiveté de débourrement et + 8% sur la densité du bois.

Vergers français disponibles à court terme

Une variété a été créée à partir de clones à port colonnaire, sélectionnés dans les hautes chaînes du Jura. Cette variété pourrait être proposée prochainement et serait adaptée au reboisement en altitude.

CONSEILS D'UTILISATION DES MFR DE L'ÉPICÉA COMMUN

Les provenances d'altitude sont significativement meilleures pour les reboisements en conditions difficiles et présentent de nettes différences, tant au point de vue anatomique que physiologique (Mullenbach, 2000). En altitude, on fera donc attention à n'utiliser que des provenances d'altitude.

Par contre ces provenances sont en général précoces et à croissance faible, il n'est donc pas conseillé de les utiliser à basse et moyenne altitude.

Aire naturelle

L'Epicéa étant une essence autochtone, on utilisera du matériel issu

des peuplements sélectionnés de la région de provenance locale.

Hors aire naturelle

Parmi les peuplements admis en catégorie sélectionnée, de nombreux tests de descendance ont montré la bonne vigueur et le débourrement tardif des provenances originaires de la Pologne. En dehors de l'aire, comme la pollution génétique de la ressource locale n'est pas à craindre, ces provenances d'épicéa paraissent être les meilleures pour un objectif de production.

En catégorie qualifiée, on conseille-

ra la variété Rachovo-VG (verger français dont l'origine des plants est ukrainienne), la variété Chapois-Sousceyrac-VG (améliorée pour la tardiveté de débourrement, la vigueur et la qualité du bois), ainsi que pour une utilisation dans les Ardennes, le verger à graines Wallon de Fenffe.

Les provenances de basse altitude françaises pourront également être conseillées. Cependant, les provenances vosgiennes se sont montrées très précoces dans les tests de comparaison de provenances, on ne les utilisera donc pas dans des régions avec des risques de gelées tardives.

Picea abies (L.) Karst. - *Epicéa commun*

Zone d'utilisation (dans la majorité des cas, les contours sont proches de ceux des régions de provenance)		Matériels recommandés		Autres matériels utilisables	
		Nom	Cat.	Nom	Cat.
Aire naturelle et proximité		PAB-VG-001-(Rachovo-VG)	Q		
Massif vosgien	Substrat gréseux	PAB203-Massif vosgien cristallin PAB202-Massif vosgien gréseux	S S		
	Substrat cristallin	PAB203-Massif vosgien cristallin	S	PAB202-Massif vosgien gréseux	S
Jura	Premier plateau et collines préjurassiennes	PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) PAB501-Premier plateau du Jura	Q S	PAB-VG-001-(Rachovo-VG) PAB502-Haut Jura (basse altitude)	Q S
	Deuxième plateau	PAB502-Haut Jura basse altitude	S	PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) PAB501-Premier plateau du Jura	Q S
	hautes chaînes du Jura >1100m	PAB503-Haut Jura (haute altitude)	S	PAB501-Premier plateau du Jura	S
Alpes	Entre Jura et Savoie, Chablais	PAB504-Entre Jura et Savoie PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG)	S Q	PAB-VG-001-(Rachovo-VG) PAB501-Premier plateau du Jura PAB502-Haut Jura basse altitude	Q S S
	Préalpes du nord < 1400m	PAB505-Préalpes du Nord moyenne altitude	S	PAB502-Haut Jura basse altitude	S
	Préalpes > 1400m	PAB506-Préalpes du Nord haute altitude	S	PAB503-Haut Jura haute altitude	S
	Alpes internes nord <1600m	PAB507-Hautes Alpes (moyenne altitude)	S		
	Alpes internes nord >1600m	PAB508-Hautes Alpes haute altitude	S		
	Alpes du Sud	PAB509-Alpes méridionale	S		
Hors aire naturelle		PAB-VG-001-(Rachovo-VG) Verger à graines wallon de Fenffe-8WB0551	Q Q		
Ardennes		PAB202-Massif vosgien gréseux PAB203-Massif vosgien cristallin Pologne : zones 513/8 - 801, 802 et 808 (*)	S S S		
Massif central	< 800 m	PAB-VG-001-(Rachovo-VG) PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) PAB203-Massif vosgien cristallin PAB501-Premier plateau du Jura Pologne : zones 842/2-202 et 203, 843/2 -208	Q Q S S S		
	800 - 1200 m	PAB400-Massif central PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) PAB501-Premier plateau du Jura PAB502-Haut Jura moyenne altitude PAB504-Entre Jura et Savoie Pologne : zones 513/8 - 801, 802 et 808 (*)	S Q S S S S		
	> 1200 m	PAB503-Haut Jura (haute altitude) PAB506-Préalpes du Nord (haute altitude) PAB508-Hautes Alpes (haute altitude)	S S S		
Pyrénées	< 800 m	PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) PAB-VG-001-(Rachovo-VG) PAB501-Premier plateau du Jura PAB502-Haut Jura moyenne altitude Pologne : zones 842/2 - 202 - 203, 843/2 - 208	Q Q S S S		
	800-1500m	PAB502-Haut Jura (moyenne altitude) PAB504-Entre Jura et Savoie PAB505-Préalpes du Nord moyenne altitude PAB507-Hautes Alpes moyenne altitude Pologne : zones 513/8 - 801, 802 et 808 (*)	S S S S S		
	> 1500m	PAB503-Haut Jura haute altitude PAB506-Préalpes du Nord haute altitude PAB508-Hautes Alpes haute altitude	S S S		
Hors massif montagneux		PAB-VG-001-(Rachovo-VG) PAB-VG-002-(Chapois-Sousceyrac-VG) Pologne : zones 842/2 - 202 - 203, 843/2 - 208 - 513/8(*) - 801, 802 et 808(*)	Q Q S	PAB501-Premier plateau du Jura PAB504-Entre Jura et Savoie PAB202-Massif vosgien gréseux(*) PAB203-Massif vosgien cristallin(*)	S S S S

(*) ne pas utiliser ces provenances en cas de risque de gelées tardives

Picea abies (L.) Karst. - Epicéa commun

Descriptif des régions de provenance de l'Epicéa commun

Code RP	Nom de la région de provenance	Surface (en milliers de km ²)	Altitude moyenne (min-maxi) (m)	Localisation, roches dominantes	Données climatiques			Espèces principales présentes dans la région de provenance (% en volume)	Observations
					Précipitations moyennes annuelles (saison de végétation)	Température moyenne annuelle (saison de végétation)	Déficit hydrique relatif annuel (pour T>7°C)		
PAB 201	Nord-Est	72,2	280 (85-915)	Plateaux calcaires et argilo-marneux Ardennes : schistes et grès Plaines du Rhin, de la Saône : alluvions	890 mm (440 mm)	9,8°C (14,8°C)	8,5 % (9,3 %)	<i>Quercus petraea</i> : 22% <i>Fagus sylvatica</i> : 17% <i>Quercus robur</i> : 16% <i>Carpinus betula</i> : 11% <i>Picea abies</i> : 5%	Pas de peuplements sélectionnés au 10/10/03
PAB 202	Massif vosgien gréseux	4,4	360 (145-995)	grès vosgien et conglomérats principalement	990 mm (490mm)	9°C (14,3°C)	6 % (6,5 %)	<i>Abies alba</i> : 30% <i>Fagus sylvatica</i> : 21% <i>Picea abies</i> : 18% <i>Pinus sylvestris</i> : 14% <i>Quercus petraea</i> : 9%	6 peuplements sélectionnés non indigènes pour 79,22 ha au 10/10/03
PAB 203	Massif vosgien cristallin	3,1	660 (195-1410)	Roches cristallines	1 500 mm (650 mm)	8,2°C (13,4°C)	1,5 % (1,7 %)	<i>Abies alba</i> : 36% <i>Picea abies</i> : 29% <i>Fagus sylvatica</i> : 16% <i>Quercus petraea</i> : 5%	23 peuplem. sélectionnés (indigènes et non indigènes) pour 1102 ha au 10/10/03
PAB 400	Massif central	85	590 (35-1850)	Roches cristallines et métamorphiques Roches volcaniques dans les volcans d'Auvergne, les monts du Velay Limagnes : dépôts variés	1 030 mm (480 mm)	9,6°C (14,2°C)	7,5 % (8,4 %)	<i>Pinus sylvestris</i> : 14% <i>Quercus robur</i> : 12% <i>Fagus sylvatica</i> : 11% <i>Abies alba</i> : 10% <i>Quercus petraea</i> : 9% <i>Castanea sativa</i> : 9% <i>Picea abies</i> : 8% <i>Pseudotsuga menziesii</i> : 8%	5 peuplements sélectionnés non indigènes pour 113,10 ha au 10/10/03
PAB 501	Premier plateau du Jura	6,7	535 (185-1190)	Collines préjurassiennes, premier plateau du Jura et rebord du deuxième : calcaires et marnes	1 340 mm (660 mm)	9,1°C (14,2°C)	1,2 % (1,3 %)	<i>Abies alba</i> : 24% <i>Quercus robur</i> : 12% <i>Picea abies</i> : 13% <i>Fagus sylvatica</i> : 16% <i>Carpinus betula</i> : 7% <i>Fraxinus sp.</i> : 7%	4 peuplements sélectionnés indigènes pour 26 ha au 10/10/03
PAB 502	Haut Jura moyenne altitude	2,5	890 (435-1100)	Deuxième plateau et hautes chaînes du Jura : calcaires durs et calcaires marneux, dépôts glaciaires localement	1 580 mm (760 mm)	7°C (11,9°C)	0 % (0 %)	<i>Picea abies</i> : 41% <i>Abies alba</i> : 37% <i>Fagus sylvatica</i> : 17%	17 peuplements sélectionnés indigènes pour 2098,84 ha au 10/10/03
PAB 503	Haut Jura haute altitude	0,8	1220 (1100-1710)		1 790 mm (840 mm)	5,7°C (10,6°C)	0 % (0 %)		12 peuplements sélectionnés indigènes pour 2736,58 ha au 10/10/03
PAB 504	Entre Jura et Savoie	3,2	550 (205-1490)	Dépôts molassiques recouverts de dépôts glaciaires	1 210 mm (582 mm)	9,5°C (14,9°C)	2,3 % (2,5 %)	<i>Picea abies</i> : 18% <i>Fagus sylvatica</i> : 14% <i>Quercus petraea</i> : 14% <i>Fraxinus sp.</i> : 10% <i>Quercus robur</i> : 7% <i>Castanea sativa</i> : 6% <i>Abies alba</i> : 6%	24 peuplements sélectionnés indigènes pour 90,91 ha au 10/10/03
PAB 505	Préalpes du Nord moyenne altitude	1,4	840 (155-1400)	Dominance des calcaires durs et des marnes ; grès et schistes recouverts de dépôts glaciaires Vallée de l'Isère : alluvions glaciaires	1 320 mm (640mm)	8,7°C (13,9°C)	2,9 % (3,2 %)	<i>Picea abies</i> : 40% <i>Abies alba</i> : 23%	10 peuplements sélectionnés indigènes pour 353,39 ha au 10/10/03
PAB 506	Préalpes du Nord hte altitude	5,2	1610 (1400-2000) (*)		1 650 mm (790 mm)	6°C (10,9°)	0,5 % (0,5 %)	<i>Fagus sylvatica</i> : 18%	6 peuplements sélectionnés indigènes pour 542,99 ha au 10/10/03
PAB 507	Htes Alpes moyenne altitude	2,1	1170 (295-1600)	Dominantes de terrains cristallins et métamorphiques	1 200 mm (550 mm)	7,5°C (12,6°C)	4 % (4,5 %)	<i>Picea abies</i> : 51% <i>Abies alba</i> : 14% <i>Fagus sylvatica</i> : 8%	2 peuplements sélectionnés indigènes pour 29,44 ha au 10/10/03
PAB 508	Hautes Alpes hte altitude	1,5	1800 (1600-2000) (*)		1 340 mm (620 mm)	5,4°C (10,2°C)	1,7 % (2 %)	<i>Larix decidua</i> : 7%	6 peuplements sélectionnés indigènes pour 231,51 ha au 10/10/03
PAB 509	Alpes méridionales	15	1 060 (65-2000) (*)	Préalpes : calcaires, terres noires, grès Mercantour, Briançonnais : roches cristallines	940 mm (430 mm)	9,2°C (14,2°C)	11,5 % (12,7 %)	<i>Pinus sylvestris</i> : 32% <i>Larix decidua</i> : 16% <i>Pinus nigra</i> spp. <i>nigriscans</i> : 10% <i>Quercus pubescens</i> : 10% <i>Abies alba</i> : 9% <i>Fagus sylvatica</i> : 9% <i>Picea abies</i> : 3%	3 peuplements sélectionnés indigènes pour 97,36 ha au 10/10/03
PAB 600	Pyrénées	13	930 (125-2000) (*)	- Chaîne pyrénéenne : roches cristallines et métamorphiques - bordure : plutôt calcaire	1 180 mm (550 mm)	10,1°C (14,2°C)	4,9 % (5,4 %)	<i>Fagus sylvatica</i> : 36% <i>Abies alba</i> : 19% <i>Quercus robur</i> : 8% <i>Castanea sativa</i> : 7% <i>Picea abies</i> : 1%	Pas de peuplement sélectionné au 10/10/03

(*) : On ne trouve pas l'épicéa au dessus de 2 000 m (Rameau et al., 1989). Par conséquent, les régions de provenance montagnardes sont limitées à 2 000 m d'altitude.