

technique et forêt

NOUVELLES VOIES DANS LE TRAITEMENT DES GRAINES DORMANTES DE CERTAINS FEUILLUS : HÊTRE, FRÊNE, MERISIER

■ Claudine MULLER - M. BONNET-MASIMBERT - Elyane LAROPPE ■

Pour répondre à l'objectif actuel de production de semences forestières de qualité, nous devons tenir compte de leurs caractéristiques qui les distinguent de celles des plantes de grande culture.

CARACTÉRISTIQUES DES SEMENCES FORESTIÈRES

Tout d'abord, il faut noter le **caractère extensif de la production des semences forestières**. Récoltées généralement en **peuplement**, et bientôt en **vergers à graines** (pour certains conifères), elles constituent, du moins pour les premières, un matériel « sauvage » et présentent dans tous les cas une grande diversité génétique. Celle-ci est nécessaire car elle assure la pérennité des peuplements en dépit des aléas climatiques ou des agressions auxquels ils sont soumis tout au long de leur existence qui s'étale sur plusieurs dizaines d'années. Malheureusement, cette diversité se traduit par une importante hétérogénéité de comportement des semences notamment au niveau de la germination.

Par ailleurs, les **fructifications sont très irrégulières**, parfois espacées de 5 à 7 ans (cas du Chêne et du Hêtre en certaines régions). Dès lors, un approvisionnement régulier des pépinières implique la conservation des graines sur plusieurs années, tout en préservant leur état sanitaire et leur pouvoir germinatif.

Enfin, les graines forestières et en particulier celles des espèces feuillues présentent souvent des **phénomènes de dormance** qui s'opposent à leur germination et nécessitent de longs traitements au froid pour être éliminés. Conséquence de l'importante mais nécessaire variabilité génétique, cette dormance se distingue par son hétérogénéité : en effet, elle peut varier d'un lot à l'autre pour une même espèce, mais aussi à l'intérieur d'un lot d'une graine à l'autre, ce qui rend difficile l'obtention d'une germination groupée et complète.

GASPILLAGE DES SEMENCES

La méconnaissance de cette dormance ou l'application de traitements insuffisants pour l'éliminer se sont longtemps traduites par des rendements en pépinières médiocres, un gaspillage énorme de semences et sans doute des pertes de génotypes. Des informations relativement récentes fournies par le CEMAGREF (1982) sur les rendements obtenus en pépinière sont reportées sur le tableau I (p. 331). On remarque que, bien souvent, les rendements ne dépassent pas le quart de la faculté germinative et sont parfois encore très inférieurs à cette valeur (cas des merises : 15 à 20 %).

Pour résorber ce gaspillage devenu intolérable en raison de l'augmentation du coût de la graine (difficulté de récolte, coûts de stockage), il s'avérait urgent d'améliorer d'une part la conservation des graines forestières et d'autre part leur utilisation en prenant bien en compte les problèmes de dormance responsables de nombreux échecs au semis. Si la conservation a été relativement bien maîtrisée, beaucoup plus délicate a été la maîtrise de la dormance car il fallait trouver des méthodes pratiques, relativement simples à mettre en œuvre, et permettant de réduire l'hétérogénéité de comportement sans porter atteinte à l'hétérogénéité génétique (figure 1, ci-dessous).

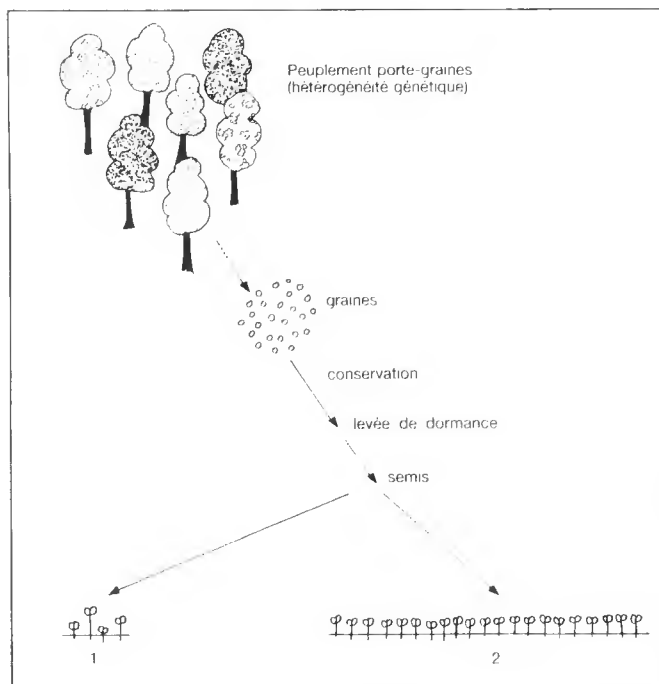


Figure 1 **EFFET DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ GÉNÉTIQUE SUR LE COMPORTEMENT DES GRAINES AU MOMENT DU SEMIS**

1. Levée incomplète, peu groupée faisant suite à un traitement de levée de dormance insuffisant ;
2. Levée groupée et complète après un traitement de levée de dormance satisfaisant.

Tableau I

Rendements en pépinière obtenus
avec quelques espèces feuillues

Espèce	Nombre de graines par kg	Faculté germinative	Nombre de plants par kg
Chêne rouvre	250 - 400	70 - 90	100
Hêtre	3 000 - 5 000	60 - 80	1 000 - 1 500
Érable sycomore	8 000 - 12 000		2 000
Frêne commun	10 000 - 15 000		2 500

NATURE DE LA DORMANCE — MOYENS D'ÉLIMINATION

La dormance, selon Côme (1989), qu'elle provienne de l'embryon (dormance embryonnaire) ou des enveloppes (inhibition tégumentaire) peut être considérée comme un système régulateur de la germination. C'est un phénomène relatif qui ne se manifeste qu'à des températures fraîches (espèces de climat chaud) ou relativement élevées (espèces de climat tempéré), ou bien dans des conditions particulières d'oxygénation. L'élimination de la dormance se traduit par un élargissement des conditions qui permettent la germination. Ainsi un certain nombre de graines d'essences forestières telles que le Hêtre, Frêne, Merisier et Érable qui, lorsqu'elles sont dans un état dormant, ne peuvent pas germer à 20 ou 25 °C et ne germent que très lentement à 3°-4 °C, deviennent capables, après levée de dormance, de germer dans une gamme de températures beaucoup plus étendue (3° à 25 °C).

Les mécanismes de la dormance et de son élimination ont donné lieu à un certain nombre de théories d'interprétations faisant intervenir soit des hormones végétales, soit des modifications de voies métaboliques (pentoses phosphates) ; s'y ajoutent souvent des phénomènes de perméabilité à l'eau et à l'oxygène, voire de la présence de certains composés dans les téguments qui inhibent la germination (inhibition tégumentaire). Il est probable que plusieurs mécanismes interviennent séparément ou simultanément. Dans le cas de la dormance des graines d'un certain nombre d'essences forestières, de longs traitements au froid sont souvent nécessaires avec des durées variables (selon les espèces, les lots, les graines à l'intérieur d'un lot) : 1 à 3 mois pour les fâines, 5 à 6 mois pour les merises, 6 à 8 mois pour les samares de Frêne.

Les traitements destinés à lever la dormance, souvent appelés « prétraitements », interviennent le plus souvent après conservation, avant semis. Il peut s'agir, soit du prétraitement avec milieu (les graines sont mélangées au milieu préalablement humidifié, ou placées en couches alternées avec ce milieu ; c'est la stratification classique), soit d'une méthode plus récente, le prétraitement sans milieu mis au point à partir des travaux du Professeur Suszka en Pologne sur *Fagus silvatica*. Sur la figure 2 (p. 332), nous avons schématisé les deux méthodes possibles de prétraitement.

Prétraitement avec milieu

Dans le cas du prétraitement avec milieu (tourbe, sable, vermiculite), les graines se réhydratent totalement et, si elles sont capables de germer à température basse (fâines), elles le font dès la disparition de la dormance. Généralement on arrête le prétraitement après une durée de x semaines qui, dans le cas des fâines, correspond à la durée nécessaire à l'obtention de 10 % de germination des graines viables à + 3 °C. On procède alors au semis. La valeur de x varie

grandement d'un lot à un autre lot ; c'est actuellement le seul critère permettant de déterminer le degré de dormance d'un lot et ainsi de comparer les lots entre eux. Cependant, après interruption de la stratification, certaines graines sont encore dormantes en raison de l'hétérogénéité intra-lot. Au moment du semis, la levée est alors souvent incomplète et l'hétérogénéité de développement reste importante.

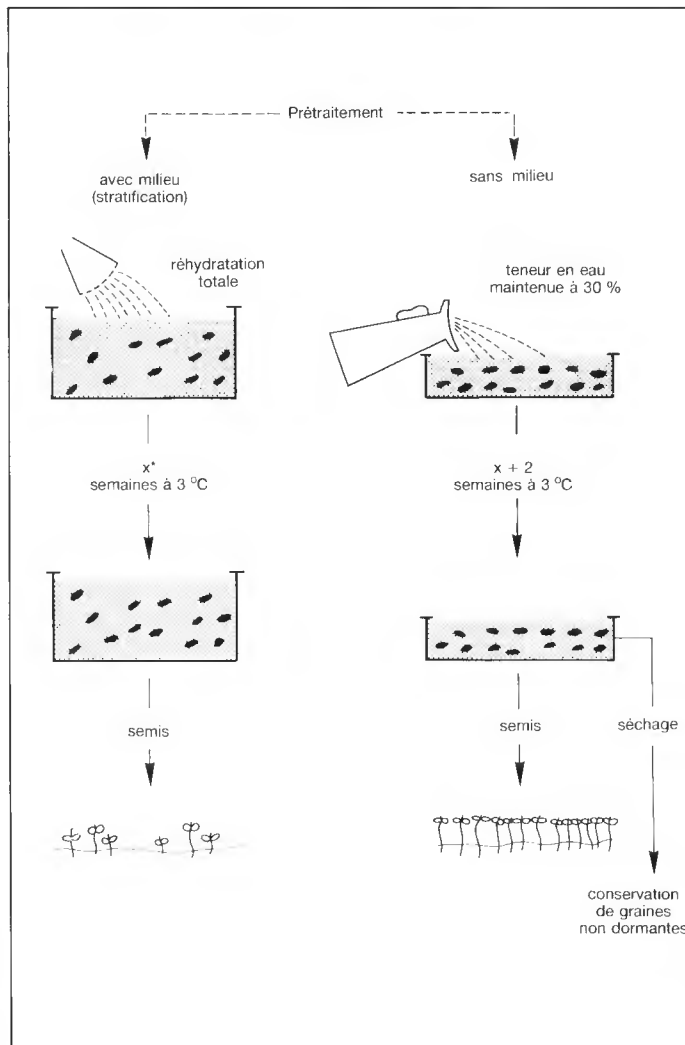


Figure 2 **PRÉTRAITEMENT DES GRAINES AVEC ET SANS MILIEU (Cas du *Fagus sylvatica*)**

*x = critère de degré de dormance = durée nécessaire à l'obtention de 10 % de germination à 3 °C

Prétraitement sans milieu

Devant les limites présentées par la méthode classique, nous nous sommes orientés vers une nouvelle méthodologie, le prétraitement sans milieu. Cette méthode consiste à réhydrater les graines à un niveau d'humidité contrôlé (30 % pour les fâines) suffisant pour autoriser la levée de dormance mais non la germination, et à maintenir ensuite les graines à 3 °C pendant la durée nécessaire pour la levée de dormance. Cette durée est de $x + 2$ semaines pour les fâines, soit deux semaines de plus que pour le prétraitement avec milieu. Après cette durée, la dormance est généralement éliminée totalement. La levée qui suit le semis est alors complète et groupée et on observe donc une grande homogénéité de développement. D'autre part, en ne permettant pas la germination (phénomène irréversible), la teneur en eau des graines au cours du prétraitement sans milieu peut autoriser une déshydratation ultérieure, et donc une conservation de graines à l'état non dormant.

Ainsi, en plus d'une bonne maîtrise de l'hétérogénéité de la dormance intra-lot par l'utilisation du prétraitement sans milieu, cette possibilité de séchage après prétraitement et donc de conservation de graines à l'état non dormant, ouvrait de nouvelles voies de traitement possibles pour les espèces feuillues affectées de dormance. Ce sont ces nouvelles méthodes que nous avons mises au point sur les fâines (*Fagus silvatica*) et ensuite étendues aux merises (*Prunus avium*) et aux samares de Frêne (*Fraxinus excelsior*) que nous rapporterons ici. Outre leur intérêt économique, les graines de ces espèces présentent vis-à-vis de leur prétraitement des exigences assez différentes, ce qui ajoute un intérêt théorique.

LE CAS DU HÊTRE (*FAGUS SILVATICA*)

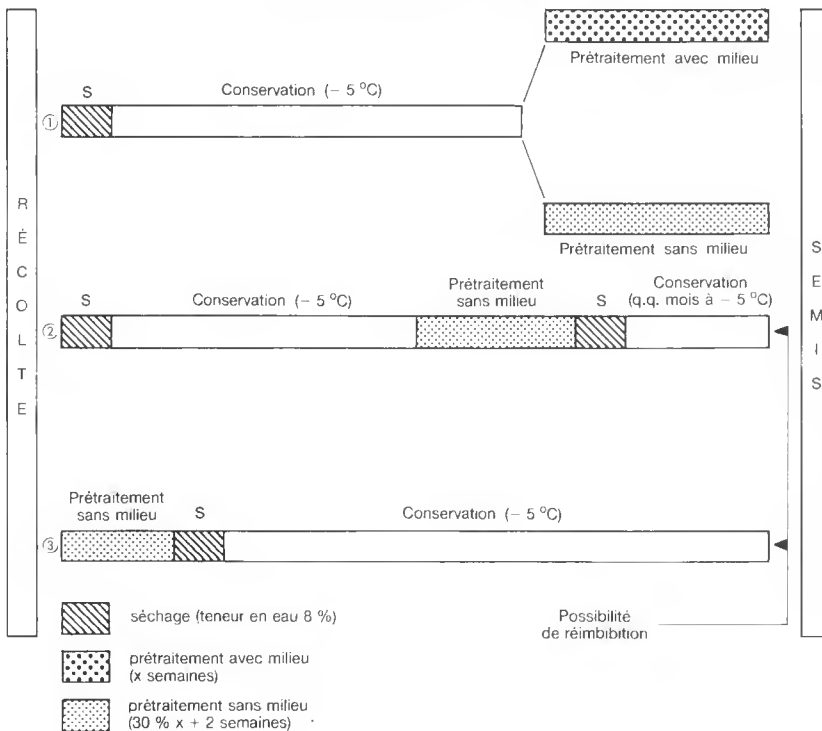
C'est l'espèce qui a servi de base pour la mise au point de ces nouvelles méthodologies.

Il s'agit d'une espèce présentant une dormance assez profonde puisqu'elle peut nécessiter jusqu'à trois mois de prétraitement au froid pour être éliminée. La conservation à long terme des fâines est maintenant possible (Suszka, 1974 ; Bonnet-Masimbert et Muller, 1975), même à grande échelle (Muller et Bonnet-Masimbert, 1980).

Deux articles récents (Muller et Bonnet-Masimbert, 1985 ; Muller, 1986) ont présenté les différentes voies de traitement possibles pour les fâines et proposé le schéma correspondant (figure 3, ci-dessous).

Figure 3 ***FAGUS SILVATICA*. VOIES DE TRAITEMENT POSSIBLES APRÈS RÉCOLTE**

- ① Levée de dormance après conservation ;
- ② Levée de dormance en cours de conservation ;
- ③ Levée de dormance avant conservation.



Voies de traitement possibles après récolte

- Dans la méthode classique (voie 1), la dormance est éliminée après conservation et avant semis par prétraitement avec ou sans milieu. La date de semis est fixée par la date de mise en prétraitement.
- Dans la seconde méthode (voie 2) (Suszka et Zieta, 1976, 1977), la dormance est éliminée en cours de conservation par un prétraitement sans milieu quelques mois avant le semis. Après

Tableau II

***Fagus silvatica* : conservation à long terme
des fâines traitées suivant les voies 1 et 3**

N° du lot	Durée de conservation (mois)	Etat initial		Après conservation	
		Voie 1 (dormant) (%)	Voie 3 (non dormant) (%)	Voie 1 (dormant) (%)	Voie 3 (non dormant) (%)
82174	66	68,6	73,0	57,3	49,3
82175	66	70,0	78,0		49,3
82176	66	86,5	81,0		65,0
82178	66	69,0	78,0		43,3
Moyenne	66	73,5	77,5	57,3	51,7
83008	54	67,5	63,0	65,3	45,3
83012	54	68,5	53,0	55,3	40,7
83013	54	72,0	68,0	75,0	75,3
Moyenne	54	69,3	61,3	65,2	53,8
84007	42	82,5	73,0	78,7	61,3
84046	42	74,5	66,0	64,0	70,0
84047	42	78,5	67,0	74,7	65,3
84048	42	72,5	65,0	76,7	58,7
Moyenne	42	77,0	67,8	73,5	63,8
86020	18	80,5	93,0	88,0	86,0
86021	18	91,5	77,0	95,3	96,0
86024	18	85,5	85,0	84,7	82,7
86024 A	18	75,5	60,0	78,0	77,3
86025	18	56,0	64,0	60,0	64,0
86025 A	18	65,5	47,0	72,7	56,0
86026	18	78,5	81,0	73,3	78,7
86026 A	18	73,5	67,0	73,3	78,0
86027	18	83,0	58,0	78,7	68,0
86028	18	76,0	80,0	75,3	74,7
86029	18	66,5	77,0	68,0	76,0
Moyenne	18	75,6	71,7	77,0	76,1
87007	6	88,0	88,0	79,0	87,3
87008	6	65,0	74,0	65,0	69,3
87009	6	86,0	91,3	86,0	86,0
87010	6	79,0	80,7	79,0	62,0
Moyenne	6	79,5	83,5	76,1	76,1

traitement, les graines sont séchées à température ambiante et conservées pendant un à trois mois et ensuite semées. Cette méthode a l'avantage de ne pas préjuger de la date de semis et de pouvoir être effectuée en période creuse au niveau de l'organisme stockeur.

- Une troisième méthode (voie 3) suggérée par Suszka (1975) consiste à appliquer le traitement de levée de dormance immédiatement après la récolte. Il s'agit d'un prétraitement sans milieu suivi du séchage des graines prétraitées et de leur conservation. Cette méthode ne préjuge ni de la date du semis ni des quantités à semer une année donnée puisque les utilisateurs reçoivent des graines non dormantes ne nécessitant aucun prétraitement avant semis. C'est donc la méthode idéale pour prendre en compte les problèmes d'hétérogénéité intra-lot et entre lots différents, mais aussi pour répondre aux demandes tardives de pépiniéristes.

La mise au point de la méthode avec la définition des paramètres de durée et teneur en eau pour le prétraitement est rapportée dans une publication récente de Muller et Bonnet-Masimbert (1989). Ainsi, pour optimiser au maximum la méthode, il est recommandé de l'appliquer immédiatement après récolte sur des lots de bonne qualité quand la teneur en eau est encore assez élevée (22 à 30 %) et avant tout séchage. Pour des lots déjà partiellement séchés ou de qualité moyenne, il demeure préférable d'appliquer la méthode classique dans laquelle la dormance est éliminée après conservation.

Exemples d'application des nouvelles voies de traitement

Les trois méthodes ont été appliquées au laboratoire et en pépinière.

Ainsi une trentaine de lots ont été traités suivant la première et la troisième méthode et conservés au laboratoire pendant des durées allant de six mois à cinq ans et demi. Les résultats de la conservation, exprimés en pourcentage de germination, sont reportés sur le tableau II, p. 334. Pour les fâines conservées dormantes, traitées suivant la voie 1, la germination est menée à 3 °C en condition de stratification. Ceci permet d'obtenir une germination complète, mais s'écarte des conditions d'un semis en pépinière pour lequel la température est souvent plus élevée. En revanche, pour les fâines conservées non dormantes, traitées selon la voie 3, la germination est menée en température alternée 5°/15 °C (8 heures/16 heures), conditions plus proches de celles d'un semis en pépinière. Comparés à leur état initial et tenant compte de la remarque précédente, la plupart des lots non dormants maintiennent leur viabilité de manière très satisfaisante. Il semble cependant que les lots récoltés en 1983 et 1984 (à l'exception du

Tableau III *Fagus silvatica* : levée en pépinière sous tunnel plastique ;
influence de la réhydratation avant semis (pendant une semaine à 12 °C sur milieu humide)
sur le taux de levée des fâines conservées à l'état non dormant

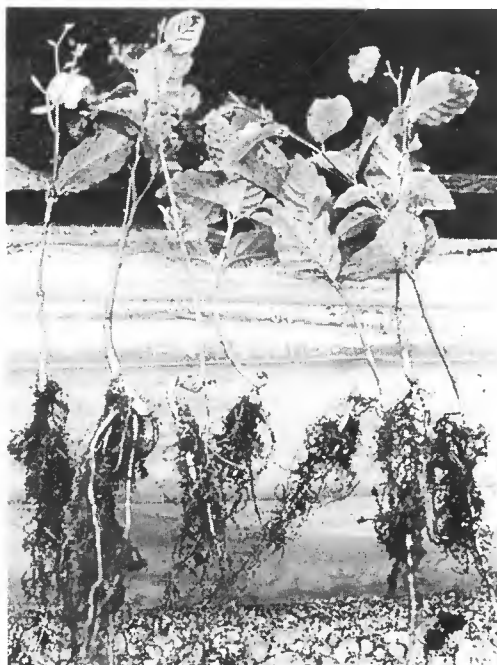
Lot	Durée de conservation (mois)	Taux de levée (%)	
		Réhydratation	Pas de réhydratation
82175	42	66,0	57,3
82176	42	61,3	58,7
82178	42	72,7	46,7
83013	30	75,3	64,7
86020	6	88,5	66,5
86021	6	87,5	64,5
Moyenne		75,2	59,7

lot 83013) se soient mieux comportés dès le début de l'essai avec la méthode classique qu'avec la nouvelle méthode (voie 3), ce qui incite à ne pas traiter entièrement un lot avec la même méthode.

Des résultats tout aussi satisfaisants ont été obtenus en pépinière avec les graines non dormantes. Nous avons pu constater dans le cas d'un semis sous tunnel plastique et sur tourbe fertilisée que l'on pouvait encore améliorer le taux et la vitesse de levée de ces graines non dormantes en les réhydratant à 12 °C sur un milieu humide une semaine avant le semis (tableau III, p. 335).

La deuxième méthode (voie 2), pour laquelle la dormance est éliminée en cours de conservation, a été également expérimentée au laboratoire. Après l'élimination de la dormance intervenant après un an de conservation classique à - 5 °C, les graines non dormantes ont pu être conservées à nouveau pendant 14 mois en état de dormance levée mais on note une chute importante de la faculté germinative initiale (plus de 20 %) par rapport aux graines traitées avec les deux autres méthodes.

Photo INRA



De toutes ces méthodologies, la plus intéressante pour le praticien est la voie 3 qui permet de conserver les graines non dormantes et de les semer à tout moment sans aucun prétraitement. Elle est maintenant sur le point d'être appliquée à grande échelle tant par l'Office national des Forêts que par les marchands grainiers (Vilmorin). Cependant, la méthode classique (voie 1) ne doit pas pour autant être abandonnée, en particulier si la levée de dormance est effectuée par un prétraitement sans milieu de préférence à une stratification qui s'accompagne toujours d'un certain taux de prégermination. Celle-ci est un inconvénient majeur car nous avons récemment prouvé que les semis issus de graines prégermées présentent un pourcentage élevé de crosses au niveau du collet, très dépréciables pour les plants au moment de leur commercialisation (cf. photo 1).

Photo 1 *Fagus sylvatica*.

Formation de crosses au niveau du collet des plants issus de graines prégermées au moment du semis.

LE CAS DU FRÊNE COMMUN (*FRAXINUS EXCELSIOR*)

Les semences de cette espèce constituent un cas assez particulier. En effet, il y a d'une part un problème d'élongation incomplète de l'embryon doublé d'une inhibition par les tissus du péricarpe, et d'autre part une dormance embryonnaire. De fait, les samares de Frêne sont affectées d'un phénomène de dormance tel que les graines sont quasiment incapables de germer si aucun prétraitement n'a été effectué avant semis.

Pendant longtemps on a cru que les samares récoltées encore vertes, c'est-à-dire fin août - début septembre étaient moins dormantes que celles récoltées après brunissement en octobre - novembre. En fait cela tient simplement à ce que ces samares vertes, lorsqu'elles sont semées

aussitôt, ont plus de chance de rencontrer dans le sol d'abord des conditions chaudes favorables à l'élongation de l'embryon, ensuite des conditions froides permettant l'élimination de la dormance embryonnaire, pour finalement lever au printemps suivant.

Élimination de la dormance - Méthodes de prétraitement

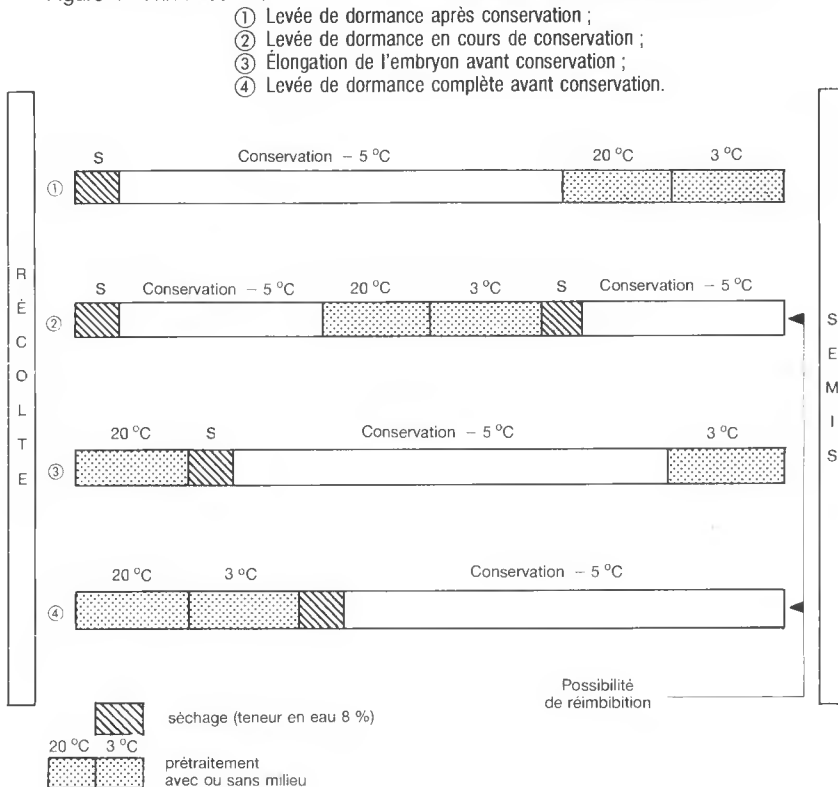
Pour permettre la germination, il faut habituellement 22 à 32 semaines de prétraitement : une phase de 6 à 16 semaines à 20 °C pour assurer un allongement suffisant de l'embryon qui doit précéder une phase de 16 semaines à 3 °C pour lever la dormance embryonnaire. La durée de la phase chaude peut cependant varier d'un lot à l'autre. Parfois, pour certains lots, 6 à 9 semaines suffisent. En revanche, la durée de prétraitement au froid est de 16 semaines quel que soit le lot ; comme ces samares germent difficilement à température basse, aucune prégermination ne se produit durant le prétraitement qui peut indifféremment être effectué avec ou sans milieu. Les deux phases successives sont réalisées dans les mêmes conditions de milieu et d'humidité. Le prétraitement sans milieu est mené à une teneur en eau de 55-60 %. La germination est toujours complète et groupée quelle que soit la méthode de prétraitement utilisée.

Voies de traitement possibles après récolte

Celles-ci sont décrites dans la figure 4, ci-dessous.

Comme pour les faînes, on dispose de la méthode classique (**voie 1**) pour laquelle la levée de dormance est effectuée après conservation grâce à un prétraitement appliqué 32 semaines avant semis. La date de semis est impérativement déterminée par la date de mise en prétraitement.

Figure 4 **FRAXINUS EXCELSIOR. VOIES DE TRAITEMENT POSSIBLES APRÈS RÉCOLTE**



À l'heure actuelle, on dispose d'autres voies possibles de traitement pour lesquelles le processus de levée de dormance est plus ou moins intégré à la conservation.

Dans une deuxième méthode (voie 2), la dormance est éliminée en cours de conservation.

Après récolte, on procède au séchage des samares jusqu'à une teneur en eau de 8 à 10 %. Elles sont ensuite conservées à une température de -3°C à -5°C . On peut interrompre la conservation pour procéder au prétraitement puis sécher à nouveau lentement jusqu'à une teneur en eau de 8 à 10 % et replacer les samares en conservation à -3°C ou -5°C . On peut ensuite procéder au semis direct avec ou sans réhydratation préalable au semis (une à deux semaines sur tourbe humide à 12°C).

On dispose aussi d'une troisième méthode (voie 3) pour laquelle on dissocie dans le temps les deux phases du prétraitement ; la première phase à 20°C appliquée immédiatement après récolte permet l'élongation de l'embryon, la deuxième permettant l'élimination de la dormance embryonnaire est appliquée 16 semaines avant semis, après une durée plus ou moins longue de conservation.

La quatrième méthode (voie 4) est celle pour laquelle la dormance est éliminée avant conservation. Juste après la récolte, on applique l'ensemble du prétraitement avec ou sans milieu (phase chaude + phase froide). Après un séchage progressif amenant les samares à une teneur en eau de 8 à 10 %, elles sont mises en conservation à -3° ou -5°C . Dès que les conditions deviennent favorables au semis, ce dernier peut être réalisé.

Exemples d'application des nouvelles voies de traitement

Quelques exemples de germination en pépinière sont donnés dans la figure 5, p. 339. Pour les deux lots étudiés, d'excellents résultats de levée sont obtenus quelle que soit la méthode utilisée.

Au laboratoire, on a pu suivre l'évolution au cours de la conservation de ces deux mêmes lots traités suivant les voies 1 et 4 (tableau IV). Qu'elles soient conservées dormantes ou non dormantes, les samares maintiennent leur faculté germinative à un niveau élevé même après deux ans de conservation.

Tableau IV *Fraxinus excelsior* : germination au laboratoire (après 12 et 24 mois de conservation) et levée en pépinière * [après 24 mois de conservation de 2 lots conservés à l'état dormant (voie 1) ou non dormant (voie 4)]

Mode de conservation	Méthode de prétraitement	Germination ou levée après conservation (%) :			
		Lot A		Lot B	
		12 mois	24 mois	12 mois	24 mois
Graines dormantes (voie 1)	Avec milieu	98,0	91,0 (85,6) *	71,0	67,0 (64,4) *
Graines non dormantes (voie 4)	Avec milieu	89,0	89,0 (84,4) *	69,0	71,0 (74,0) *
	Sans milieu	71,0	75,0 (72,2) *	73,0	73,0 (75,6) *

D'autres possibilités de traitements ont été plus particulièrement étudiées en Pologne : il s'agit notamment de la conservation après prétraitement, des graines humides et non dormantes à -3°C pendant six à huit semaines, ce qui permet une certaine souplesse vis-à-vis de la date de semis.

Compte tenu de la durée des traitements, ces nouvelles voies présentent de sérieux avantages par rapport à la méthode classique (voie 1) pour laquelle la date de semis est fixée par celle de début du prétraitement, soit environ huit mois avant. Toutes les nouvelles voies présentent l'avantage de donner une grande indépendance dans le choix de la date de semis.

La voie 2 présente tous les avantages de la quatrième (grande marge pour la décision de semis, bonne adéquation aux conditions climatiques) avec la possibilité supplémentaire d'être effectuée sur un lot déjà en conservation. Cette méthode n'a pas encore été utilisée à grande échelle, mais sur un lot préalablement conservé trois ans, elle a permis une nouvelle conservation de deux ans et demi et a donné une excellente levée en pépinière (figure 5, ci-dessous).

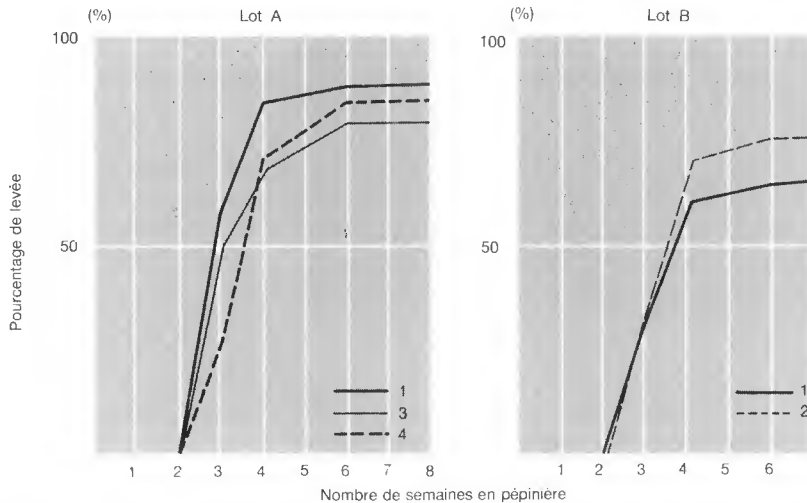


Figure 5 *FRAXINUS EXCELSIOR*. VOIES DE TRAITEMENT POSSIBLES DES SAMARES DE FRÊNE. RÉSULTATS OBTENUS EN PÉPINIÈRE

Lot A traité suivant les voies 1, 3 et 4.

Lot B traité suivant les voies 1 et 2.

Pour le lot B, voie 2, la phase de conservation préalable au prétraitement a duré 3 ans, la phase qui l'a suivi a duré 2 ans et demi.

Voie 1 : levée de dormance après conservation ;

Voie 2 : levée de dormance en cours de conservation ;

Voie 3 : Élongation de l'embryon avant conservation ;

élimination de la dormance embryonnaire après conservation ;

Voie 4 : levée de dormance complète avant conservation.

La voie 3 avec élongation complète de l'embryon immédiatement après récolte permet d'alléger considérablement le prétraitement puisque le praticien n'a plus qu'à effectuer une levée de dormance au froid avant le semis. Cette possibilité de séparer les deux phases du prétraitement en les différenciant dans le temps, montre une certaine indépendance entre les deux étapes du traitement de levée de dormance (l'ordre d'application reste cependant respecté).

La voie 4 pour laquelle la totalité du prétraitement est effectuée immédiatement après récolte et avant conservation permet à l'utilisateur de disposer à tout moment de semences sèches, « prêtes à germer ». Cette nouvelle méthodologie présente des avantages considérables pour le praticien. En particulier, il n'y a plus à prévoir de mise en prétraitement pour six à huit mois, avec la surveillance que cela implique et l'éventualité d'un échec reportant le semis à une autre année. Il peut également choisir sa date de semis en fonction des seules conditions climatiques alors qu'avec la méthode classique (voie 1), cette date était déterminée au moment de la mise en prétraitement. Cependant, à la date à laquelle elle est réalisée, la mise en prétraitement entre en compétition avec la récolte de graines d'un grand nombre d'espèces forestières, ce qui peut être un obstacle lors du passage de cette méthode à la pratique. C'est un inconvénient que ne présente pas la voie 2 qui peut intervenir dans les moments « creux ».

LE CAS DU MERISIER (*PRUNUS AVIUM*)

Les merises sont affectées d'une dormance embryonnaire très profonde associée à une légère inhibition tégumentaire. Cette dormance se lève difficilement par un simple prétraitement au froid si long soit-il. Il faut, au cours du froid, induire une dormance secondaire par une ou plusieurs phases chaudes à 20° ou 25 °C (Suszka, 1976). Ces traitements permettent de réduire l'hétérogénéité de la dormance intra-lot, importante chez cette espèce et d'obtenir une germination plus groupée et aussi plus complète (figure 6). Au passage, on note que le craquement des

noyaux précède largement la germination. La durée qui sépare ces deux phénomènes est extrêmement variable.

Depuis 1981, nous nous sommes orientés vers la détermination d'une séquence de prétraitement optimale adaptée à tous les lots, car il existe également une hétérogénéité de comportement importante d'un lot à l'autre (Muller, 1986). Les différentes étapes de ces recherches sont rappelées dans une publication (Muller, 1987).

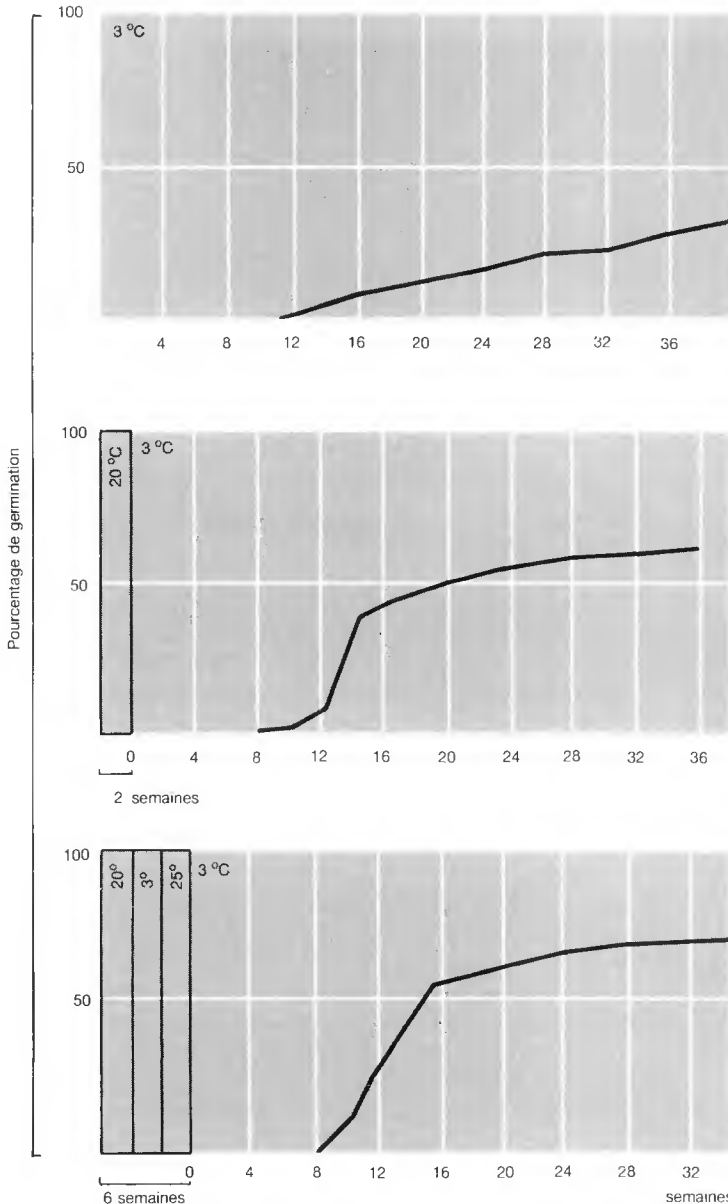


Figure 6 INFLUENCE DES TRAITEMENTS PAR ALTERNANCE DE PHASES CHAUDES (20° OU 25°) ET DE PHASES FROIDES SUR LA GERMINATION D'UN LOT DE MERISES.

Figure 7 *PRUNUS AVIUM*. INFLUENCE DU NOMBRE DE PHASES CHAUDES SUR LA GERMINATION DES MERISES.

Lots
 I (conservé) ———
 II (frais) - - - -
 III (frais) ———
 IV (frais) - - - -

À l'heure actuelle, les meilleurs résultats sont obtenus avec des séquences de traitement à trois phases chaudes, à 20 °C, de préférence à 25 °C, appliquées sur des lots déulpés et séchés après récolte jusqu'à une teneur en eau de 8 % environ et conservés ensuite plus ou moins longuement à - 5 °C. Ces traitements à trois phases chaudes sont particulièrement bien adaptés aux lots conservés depuis plusieurs années : cependant, il semble que les lots fraîchement récoltés aient des exigences moins strictes et germent aussi bien que les traitements comportant deux ou trois phases chaudes. Les traitements à une seule phase chaude sont à éviter quel que soit le lot (figure 7).

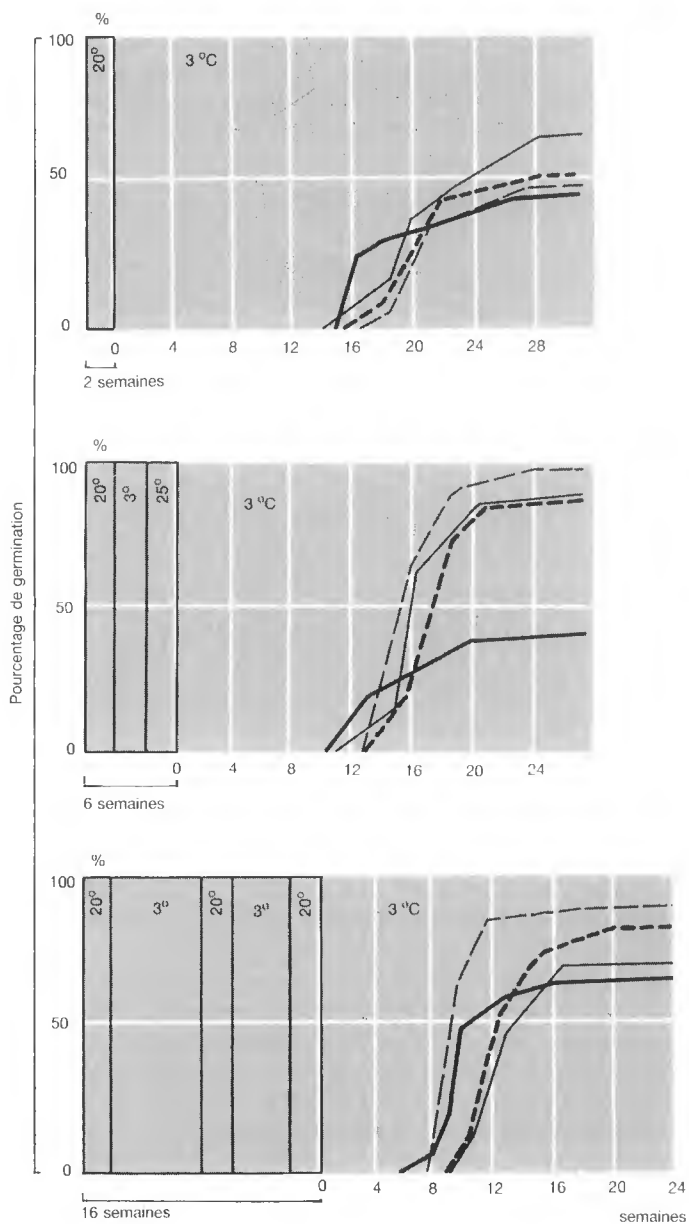


Photo 2 *Prunus avium*. Levée complète et groupée après un prétraitement sans milieu appliqué après conservation et 26 semaines avant le semis.

Photo INRA



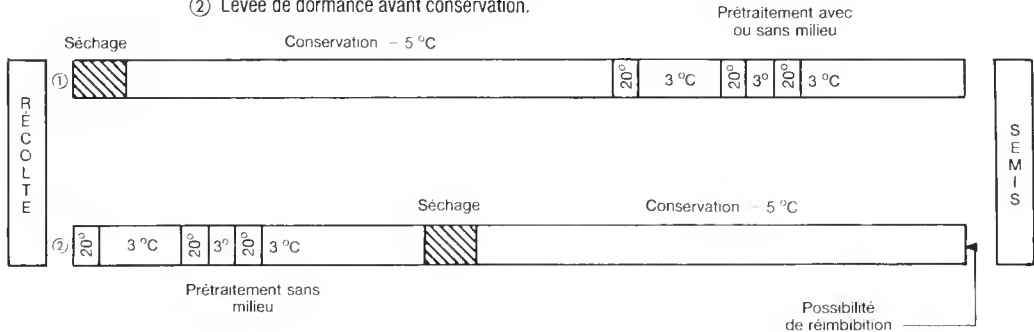
Voies de traitement possibles (figure 8)

Comme pour les autres espèces précédemment citées, on peut utiliser la méthode classique (voie 1) pour laquelle les noyaux sont dépulpés immédiatement après récolte, puis amenés par un séchage progressif jusqu'à une teneur en eau de 8 % environ et conservés ensuite à - 5 °C. La levée de dormance est effectuée après conservation et avant semis par un prétraitement à trois phases chaudes (à 20 °C de préférence) avec ou sans milieu. Tout comme les faines, ces graines germent à température basse. La germination se produisant généralement à 3 °C vers la 10-12^e semaine, suivant la fin de la dernière phase chaude, le début du prétraitement se situe environ 26 semaines avant le semis.

Cependant, même si les traitements classiques permettent d'obtenir une levée groupée, complète et une grande homogénéité de développement (cf. photo 2, p. 341), la longueur du prétraitement nécessite de prévoir le semis six mois à l'avance. C'est pour cette raison que nous nous sommes récemment orientés vers une voie d'élimination complète de la dormance juste après récolte et dépulpage, avant conservation (voie 2), déjà appliquée avec succès sur Hêtre et Frêne.

Figure 8 **PRUNUS AVIUM. VOIES DE TRAITEMENT POSSIBLES APRÈS RÉCOLTE.**

- ① Levée de dormance après conservation ;
- ② Levée de dormance avant conservation.



Cette voie nous paraît encore plus séduisante chez cette espèce compte tenu des difficultés de l'application pratique par le pépiniériste des traitements par alternance de phases chaudes et froides.

Application des voies de traitement

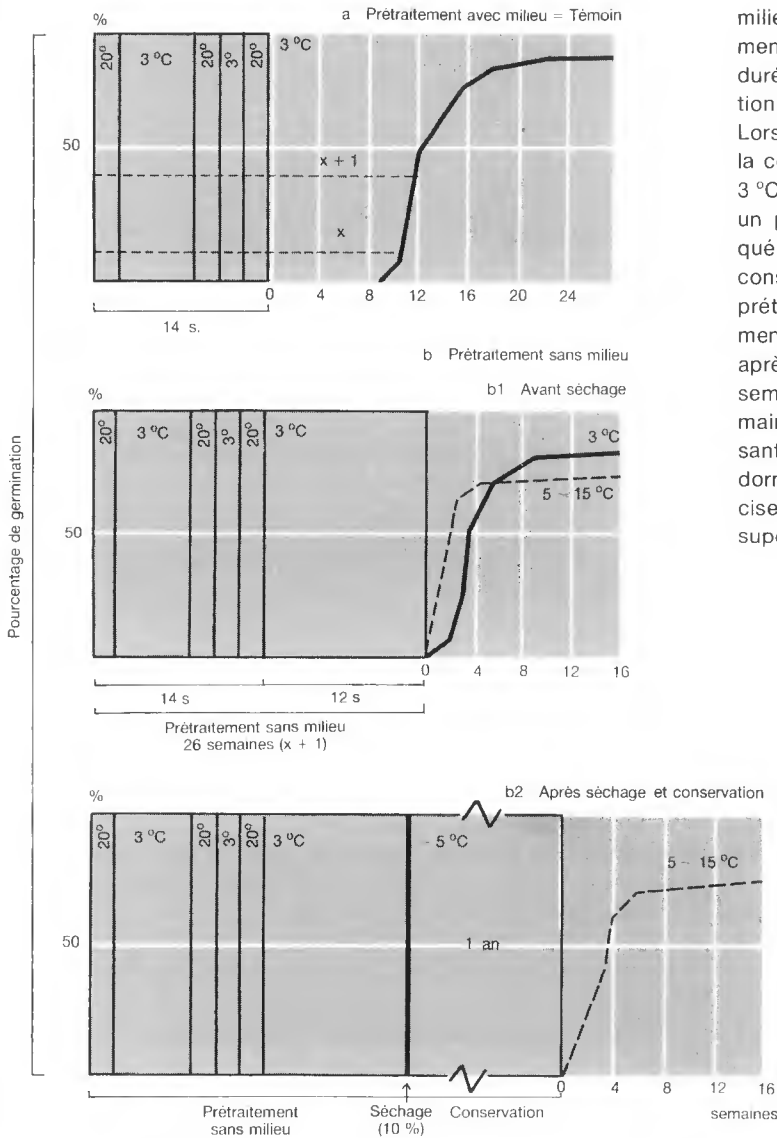
Jusqu'à présent seule la voie classique (voie 1) a fait l'objet d'essais à la fois au laboratoire et en pépinière. Ainsi, en 1988, un essai en pépinière a été effectué sur deux lots en comparant les deux méthodes de prétraitement à trois phases chaudes, avec et sans milieu. Si, pour le meilleur lot, les deux méthodes aboutissent à des résultats sensiblement identiques (avec cependant l'inconvénient au moment du semis d'une prégermination importante pour le prétraitement avec milieu), en revanche, pour le lot de qualité moyenne, le prétraitement sans milieu aboutit à des résultats significativement supérieurs (tableau V, ci-contre).

En ce qui concerne la nouvelle voie (voie 2), des essais préliminaires ont été effectués au laboratoire. La levée de dormance a lieu juste après la récolte par un prétraitement à trois phases chaudes sans milieu, mené à une teneur en eau d'environ 30 % (celle des noyaux au moment du dépulpage). La durée du prétraitement sans milieu est fixée en fonction du départ vigoureux de la germination d'un échantillon placé en prétraitement avec milieu et soumis à la même alternance de phases : pour le lot étudié cette durée est de 26 semaines après le début du prétraitement et correspond à 40 % de germination pour le témoin (figure 9, p. 343). Si on conserve pour cette espèce le critère de degré de dormance x identique à celui déterminé pour les faines (x étant la durée nécessaire à l'obtention de 10 % de germination du témoin placé sur

Tableau V

Prunus avium : taux de levée obtenus en pépinière avec la voie 1 (méthode classique) après un prétraitement avec et sans milieu appliqué sur 2 lots

Lot	Méthode de prétraitement	Taux de viabilité initial (%)	Taux de levée (%)
A	Avec milieu	82,0	76,3
	Sans milieu		76,6
B	Avec milieu	56,0	40,0
	Sans milieu		53,8



milieu), et si on applique un prétraitement sans milieu de 26 semaines, la durée de ce dernier évaluée en fonction de x est égale à $x + 1$ semaine. Lorsque l'on compare sur la figure 9 la courbe de germination obtenue à 3°C sur milieu et celle obtenue après un prétraitement sans milieu appliqué pendant $x + 1$ semaine, on constate que la germination après un prétraitement sur milieu est légèrement supérieure à celle obtenue après un prétraitement sans milieu. Il semble qu'une durée de $x + 1$ semaine ne soit pas tout à fait suffisante pour une levée complète de la dormance. Les études en cours préciseront si une durée légèrement supérieure est favorable.

Figure 9 **PRUNUS AVIUM. LEVÉE DE DORMANCE AVANT CONSERVATION.**

a) Témoin prétraité sur milieu et germant en condition de prétraitement avec milieu ;
 b) Germination après traitement sans milieu (26 semaines) ($x + 1$) ;
 b1. avant séchage ;
 b2. après séchage et conservation pendant 1 an à -5°C .

Après le prétraitement sans milieu les noyaux sont séchés progressivement jusqu'à une teneur en eau de 8-10 % puis conservés à -5°C . Les courbes de germination obtenues à $5^{\circ}/15^{\circ}\text{C}$ avant séchage et celles obtenues après un an de conservation sont absolument semblables (figure 9). Il est important de constater que, ni le séchage, ni la conservation n'ont altéré l'état de dormance levée.

Bien que ces premiers résultats soient encourageants, il est nécessaire, avant de transposer la méthode à la pratique, de mieux préciser les divers paramètres notamment :

— La teneur en eau du prétraitement sans milieu : il faudrait déterminer la teneur en eau permettant la levée de dormance sans autoriser la germination. Celle que nous avons utilisée dans les premiers essais, 28 à 30 %, qui est celle des noyaux après le dépulpage, autorise la germination si le prétraitement se prolonge.

— La durée du prétraitement sans milieu : il semble d'après les premiers essais que la durée du prétraitement correspondant à $x + 1$ semaine ne soit pas tout à fait suffisante. Des durées de $x + 2$ et $x + 3$ semaines seront expérimentées dans d'autres essais.

CONCLUSIONS

Ces dernières années, la technologie proposée pour les semences forestières a considérablement progressé. Incontestablement, les recherches ont contribué à faire évoluer les techniques classiques. L'objectif d'une limitation du gaspillage est en grande partie atteint grâce à une amélioration de la conservation et une meilleure utilisation des semences.

La maîtrise de l'hétérogénéité intra-lot, propriété assez originale des semences forestières, peut maintenant être obtenue grâce à la nouvelle méthodologie du prétraitement sans milieu. De plus, l'intégration du processus de levée de dormance à la conservation permet dorénavant pour les trois espèces étudiées la mise à disposition permanente de semences non dormantes aptes à germer sans aucun prétraitement. Cette possibilité de disposer à tout moment de semences non dormantes capables de germer même après cinq ans de conservation (exemple des faines) représente un réel progrès dans un secteur resté longtemps assez traditionnel. L'utilisateur peut maintenant choisir sa date de semis en fonction de conditions climatiques favorables alors qu'auparavant cette date était fixée par celle du début du prétraitement (1 à 8 mois avant)... lorsqu'il en appliquait un.

La multiplication du nombre de voies possibles de traitement est également intéressante car elle apporte une certaine souplesse dans un système où les contraintes sont nombreuses, en particulier du fait de la concentration des récoltes généralement sur une durée assez courte s'accompagnant de traitements très lourds à effectuer en sécherie le plus rapidement possible. Ces diverses voies peuvent donc permettre de planifier les traitements en fonction des possibilités de l'organisme stockeur.

À un moment où l'on voit chez certaines plantes potagères se développer des techniques de préparation à la germination, « priming », « fluid drilling »..., il était bon que les forestiers disposent de techniques bien adaptées à un matériel végétal particulièrement complexe.

Claudine MULLER, Elyane LAROPPE
Laboratoire des Semences forestières
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES (INRA)
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

M. BONNET-MASIMBERT
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES (INRA)
ARDON 45160 OLIVET

BIBLIOGRAPHIE

- BONNET-MASIMBERT (M.), MULLER (C.). — La Conservation des faînes est possible. — *Revue forestière française*, vol. XXVII, n° 2, 1975, pp. 129-137.
- CEMAGREF. — Les Semences forestières. — Nogent-sur-Vernisson : CEMAGREF - Groupement technique forestier, Division « Graines et Plants forestiers », 1982. — 80 p. + planches (Note technique n° 48).
- CÔME (D.). — Quelques aspects de la régulation métabolique des dormances. — Communication au colloque Biologie des Semences, 13-16 mars 1989, Angers.
- MULLER (C.). — Conservation et levée de dormance des merises. — *Forêt Entreprise*, n° 44, 1987, pp. 3-5.
- MULLER (C.). — Semences forestières, caractéristiques, conservation, germination. — *Revue forestière française*, vol. XXXVIII, numéro special « Amélioration génétique des arbres forestiers », 1986, p. 59.
- MULLER (C.), BONNET-MASIMBERT (M.). — Breaking dormancy before storage : a great improvement to processing of beechnuts (*Fagus sylvatica*). — *Seed Science and Technol.*, 17, 1989, pp. 15-26.
- MÜLLER (C.), BONNET-MASIMBERT (M.). — Long term storage of beechnuts : results of large scale trials. — Proceedings of International Symposium on forest tree seed storage, Petawawa (Canada) / Ed. B.S.P. Wang and J.A. Pitel. — Canadian Forest Service, 1980.
- SUSZKA (B.). — Cold storage of already after -ripened beech (*Fagus sylvatica*) seeds. — *Arboretum Kornickie*, vol. 20, 1975, pp. 299-315.
- SUSZKA (B.). — Increase of germinative capacity of mazzard cherry (*Prunus avium*) seeds through the induction of secondary dormancy. — *Arboretum Kornickie*, vol. 21, 1976, pp. 257-270.
- SUSZKA (B.). — Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica*) seed pretreated by chilling without medium at a controlled hydration levels. — *Arboretum Kornickie*, vol. 24, 1979, pp. 111-135.
- SUSZKA (B.). — Storage of beech (*Fagus sylvatica*) seed for up to 5 winters. — *Arboretum Kornickie*, vol. 19, 1974, pp. 105-127.
- SUSZKA (B.), ZIETA (L.). — A new presowing treatment for cold stored beech (*Fagus sylvatica*) seed. — *Arboretum Kornickie*, vol. 22, 1977, pp. 237-255.
- SUSZKA (B.), ZIETA (L.). — Further studies on the germination of beech (*Fagus sylvatica*) seed stored in a already after -ripened condition. — *Arboretum Kornickie*, vol. 21, 1976, pp. 279-296.