

Recherche, Innovation,

Les 2^{èmes} Rencontres du Végétal

en Horticulture, Semences et Paysage

Recueil des communications



INH

De la science du végétal
à la culture du paysage



*Maîtrise des productions
et qualité de l'environnement*

**Les 18 et 19 novembre 2004 à l'Institut National d'Horticulture
- Angers -**



COMMUNICATION ORALE

✓ La mesure de l'activité de l'eau appliquée au contrôle de l'état hydrique du pollen et des graines d'arbres forestiers.

Patrick BALDET⁵¹, Patrick SCHEVIN⁵², Michel VALLANCE⁵³, Michel VERGER⁵³

Contexte

la valeur biologique des graines et pollens est maximale lors de la collecte, cette valeur doit être maintenue par une conservation adéquate. L'état hydrique est le premier facteur qui conditionne une conservation réussie des graines et du pollen, celui-ci induit en effet tout le processus de mise en vie ralentie des produits à conserver. L'appréciation de l'état hydrique des graines et du pollen s'effectue actuellement par la mesure de la teneur en eau massique. Cette méthode ne fait qu'apprécier l'eau dans sa globalité, elle ne rend pas compte de l'état sous lequel l'eau est présente (eau libre ou chimiquement liée). Au contraire, la mesure de l'activité de l'eau permet de qualifier rapidement et de façon non destructive la nature et la disponibilité physico-chimique de l'eau encore présente dans l'échantillon analysé. Il en résulte une appréciation fiable et rapide de la stabilité biologique du produit testé ainsi qu'une information sur son aptitude à être conservé.

Les différents états de l'eau dans les matières organiques

L'eau est présente dans les matières organiques sous différents états en fonction de la force de liaison qui l'attache principalement aux protéines et aux hydrates de carbone. Bien qu'il s'agisse d'un continuum, trois états caractéristiques ont été définis :

- Eau fortement liée ou eau de la mono-couche, molécules d'eau très liées aux molécules organiques, mobilité presque nulle, non congelable et très difficile à retirer.
- Eau moyennement liée, en liaison avec les molécules d'eau de la mono-couche, mobilité faible, peu congelable et participation limitée aux réactions chimiques.
- Eau libre, principalement retenue par capillarité, bonne mobilité, congelable et participe aux réactions chimiques. Eau utilisée par les micro organismes et autres agents de détérioration.

L'activité de l'eau

L'activité de l'eau, notée A_w ou « Humidité Relative à l'Equilibre » est la mesure de la pression de vapeur d'eau générée par un produit hygroscopique contenant de l'eau. La valeur d'activité de l'eau d'une matière traduit sa capacité à échanger de l'eau. Ces échanges sont d'autant plus importants que l'eau échangée est libre de toute liaison chimique. Le séchage des produits organiques doit s'attacher à évacuer l'eau libre ou moyennement liée et laisser l'eau fortement liée ou eau de constitution qui assure un rôle structurant et antioxydant.

a - les avantages de la mesure de l'activité de l'eau

- Une mesure non destructive

La mesure de la teneur en eau par séchage en étuve est une mesure destructive qui consomme une partie des matières évaluées. A l'opposé, la mesure de l'activité de l'eau est non destructive ; l'échantillon testé est déposé dans une cellule de mesure et peut être récupéré après la mesure. Ainsi un même lot de semences ou de pollen, peut être évalué plusieurs fois sans pertes, la gestion des stocks s'en trouve également simplifiée.

- Une mesure rapide, gage de réactivité

La réalisation d'une teneur en eau par séchage en étuve requiert plusieurs heures et ne permet pas toujours de décider par exemple l'arrêt ou la poursuite d'un traitement de séchage. La mesure de l'activité de l'eau d'un échantillon de semences et a fortiori de pollen nécessite dans la majorité des cas moins de dix minutes. Ce rythme d'acquisition des données permet de suivre en temps réel les processus de traitement des semences ou du pollen, il permet également de décider rapidement de la gestion à appliquer à la réception de produits dont l'état hydrique n'est pas connu.

- Une mesure de la stabilité biologique des produits

La croissance et la propagation des micro organismes implique une pression osmotique spécifique ou Activité de l'eau (A_w) entre leur paroi cellulaire et le milieu. L'intensité des réactions d'hydrolyse, l'activité enzymatique ou l'oxydation des lipides sont également dépendants de l'activité de l'eau et non pas de la quantité d'eau présente. En conséquence, protéger les graines ou le pollen des ces agents de détérioration implique le contrôle de l'activité de l'eau et non pas celui de la teneur en eau. On notera en particulier le cas de l'oxydation des lipides, responsable en autres du rancissement des graines, qui est intense dans les activités de l'eau les plus basses ainsi que dans les A_w supérieures à 0.6.

b - Technique et matériel de mesure

L'activité de l'eau d'un échantillon se rapporte à la mesure de l'humidité relative d'équilibre (HRE) qui s'est établie entre l'échantillon testé et l'air contenu dans une enceinte étanche de mesure. Les appareils électroniques de mesure de l'humidité relative sont principalement des hygromètres à miroir ou des hygromètres à capteur de type capacitif. L'amélioration générale des performances de ces appareils, leur coût et leur portabilité ont récemment apporté de grands avantages à la mesure de l'activité de l'eau.

c - Activité de l'eau et isothermes de sorption

Les interactions qui existent dans les produits organiques entre l'eau et les protéines ou les hydrates de carbone peuvent être exprimées par une relation entre les deux facteurs suivants : La teneur en eau de l'échantillon et la concentration de vapeur d'eau en équilibre avec l'échantillon ou Activité de l'eau notée Aw pour Activity of Water . Cette relation est graphiquement représentée par l'isotherme de sorption / désorption et permet de représenter la dynamique de l'eau dans la matière étudiée. Les différents états de l'eau dans la matière sont alors mis en évidence par la forme générale de l'isotherme, il est alors possible d'en déduire par modélisation les paramètres de l'activité de l'eau optimale de conservation.

Une action de recherche appliquée

a- Les objectifs :

- démontrer l'intérêt d'une gestion de l'état hydrique des graines et du pollen basé sur la mesure de l'activité de l'eau en lieu et place de la mesure de la teneur en eau
- déterminer des valeurs d'activité de l'eau optimales pour la mise en conservation des pollens et graines forestières testés
- assurer le transfert de la méthode auprès des différents partenaires

b- Les domaines d'étude :

Les matières étudiées sont dites orthodoxes ou aptes à la conservation par séchage à l'opposé de certaines graines intermédiaires ou récalcitrantes, telles que les glands du chêne, qui ne se conservent qu'à teneur en eau élevée et pour lesquelles la mesure de l'activité de l'eau est inadaptée. L'étude a porté sur deux types de matériels forestiers de reproduction, le pollen et les semences :

- pour le pollen, ont été étudiés le mélèze du Japon (*Larix kaempferi* Carr.), le Douglas vert (*Pseudotsuga menziesii* Franco) et le pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.). Chacune de ces espèces, dans le cadre de leur programme d'amélioration génétique ou de production de semences, fait effectivement appel à la pollinisation artificielle ce qui implique de conserver sur le long terme des quantités importantes de pollen.

- pour les graines, ont été étudiées des essences feuillues et résineuses choisies en fonction de leur valeur de modèle, d'objectifs de conservation de ressources génétiques et/ou de leur importance économique. Il s'agit du hêtre (*Fagus sylvatica* L.), du frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.), de l'orme lisse (*Ulmus laevis*) et du Douglas vert (*Pseudotsuga menziesii* Franco).

c- Les résultats

Le pollen

Les valeurs d'Aw recommandées pour la mise en conservation trouvées pour les trois pollens sont cohérentes avec les pratiques et les références bibliographiques. De plus, ces activités de l'eau correspondent aux valeurs pour lesquelles l'ensemble des phénomènes de détérioration des matières organiques sont les moindres.

Synthèse des résultats sur le pollen.

	Pollen de mélèze	Pollen de Douglas	Pollen de pin maritime
Aw recommandée pour mise en conservation, amplitude et coefficient de variation	0,32 de 0,31 à 0,34 2,58%	0,33 de 0,32 à 0,35 1,78%	0,35 de 0,33 à 0,38 2,8%
Amplitude des teneurs en eau pour l'Aw recommandée	6% à 7,25%	5,5% à 6,7%	6% à 7,5%
Teneurs en eau recommandées dans la bibliographie ou utilisées dans la pratique.	7%	4 à 8%	Inférieure à 10%

Les graines

Les valeurs recommandées d'Aw pour la conservation des graines sont globalement cohérentes avec les pratiques et/ou les références bibliographiques. De plus, ces activités de l'eau correspondent comme pour le pollen aux valeurs pour lesquelles l'ensemble des phénomènes de détérioration des matières organiques sont les moindres.

Synthèse des résultats sur les graines.

	Hêtre	Frêne	Douglas	Orme lisse
Aw recommandée pour mise en conservation, amplitude et coefficient de variation	0.39 de 0.37 à 0.41 2.3%	0.30 de 0.27 à 0.33 3.7%	0.34 de 0.30 à 0.38 7%	0.30 ** (**=valeur unique !!)
Amplitude des teneurs en eau pour l'Aw recommandée	7.2% à 8.4%	6.9% à 8.2%	6% à 9%	8%**
Teneurs en eau recherchées dans la pratique et amplitude des valeurs constatées	8% 7% à 9%	9% 10% à 12%	7% 6% à 8.5%	- 12% à 13%

Conclusion

Cette étude a permis de démontrer l'intérêt d'une gestion de l'état hydrique des graines et du pollen basé sur la mesure de l'activité de l'eau en lieu et place de la mesure de la teneur en eau. Elle a en particulier démontré, grâce aux isothermes de sorption, la variabilité de la relation teneur en eau et activité de l'eau des produits étudiés. A l'aide de l'analyse des isothermes, des données bibliographiques et des valeurs issues de la pratique des professionnels des valeurs d'activité de l'eau optimales sont recommandées pour la mise en conservation des produits qui ont été étudiés.

Les établissements Vilmorin et la sécherie de graines de l'Office National des Forêts utilisent maintenant la mesure de l'Activité de l'Eau en routine pour le contrôle de leurs lots de semences. De même, la gestion des lots de pollen de mélèze et de Douglas dans les vergers à graines est assurée par la mesure de l'activité de l'eau, celle-ci est associée à une méthode originale de séchage qui permet de programmer la valeur finale d'activité de l'eau souhaitée.



Water Activity assessment applied to forest pollen and seeds moisture management.

The Water activity R&D project, carried out in cooperation with ONF and Vilmorin, aimed to demonstrate the effectiveness of Water Activity assessment applied to forest seeds and pollen moisture management as a replacement for moisture content assessment.

Water Activity assessment is a quick and non destructive technique to qualify the kind and the chemical potential of water remaining in the sample. The growth of micro-organisms require a specific osmotic pressure, or Water Activity(Aw), between cell walls and medium. The reactivity and depreciating ability of hydrolytic reactions, enzymes activity, lipid oxidation or biotic agents growth are dependent on Aw rather than on MC. Consequently, seeds and pollen preservation implies Water Activity control instead of moisture content check. Water dynamics in seeds and pollen have been described by the mean of sorption isotherms, this demonstrates clearly the variability of forest materials and consequently the poor reliability of moisture content for successful moisture management.

As a conclusion, Water Activity assessment appears to be a reliable and a quick method to evaluate the ability of a given sample to be stored successfully. This technique has been transferred and is now regularly being used by Vilmorin and ONF for forest seeds and pollen moisture management.

Key words: Forest seeds, pollen, drying, storage, moisture, moisture content, water activity, Douglas fir larch, maritime pine, beech, ash, elm.

