

Titre :	Utilisation de la mesure de l'activité de l'eau pour remplacer l'évaluation rapide de la teneur en eau des semences à l'aide de l'humidimètre <i>Dole 400®</i> au Centre de semences forestières de Berthier
Responsables :	Fabienne Colas et Patrick Baldet (Irstea)
Collaboration :	Michèle Bettez (Centre de semences forestières de Berthier)
Date :	Octobre 2013

1- Contexte

Le Centre de semences forestières de Berthier (CSFB) est accrédité ISO 9001:2008 pour les activités d'extraction, de traitement, d'entreposage et d'évaluation de la qualité des semences forestières. Cette norme de qualité requiert la mise en place de procédures rigoureuses pour chacune des activités réalisées au CSFB. Les appareils de mesures doivent être calibrés régulièrement afin de garantir qu'ils fournissent des données fiables et reproductibles.

Le CSFB possède un humidimètre à grains de modèle [Dole 400®](#) depuis les années 80. Il est utilisé pour avoir une évaluation rapide de la teneur en eau (TE) des graines au moment du séchage final lors de leur extraction. L'appareil mesure la capacitance électrique des graines, il s'agit donc d'une mesure indirecte de la TE. L'échantillon à mesurer est introduit entre deux pôles ou « armatures » formant ensemble un « condensateur » que l'on soumet à un champ électrique, et dont on mesure la capacité à retenir des charges électriques. C'est principalement l'eau d'humidification qui est mesurée avec cette technique. En effet, l'eau perd ses propriétés « électriques » lorsqu'elle est fortement liée aux autres molécules (eau de constitution ou eau liée).

Cette évaluation, non destructive et rapide, permet de déterminer si le séchage doit être poursuivi ou non. La mesure nécessite 100 g de graines.

Les humidimètres à grains sont principalement utilisés par les agriculteurs afin de fournir rapidement la valeur de la TE des céréales au champ et d'aider à la prise de décision pour débiter la récolte. Les appareils disponibles sur le marché sont calibrés pour les graines des principales céréales et grandes cultures. Ces chartes n'existent pas pour les graines d'arbres, elles doivent être bâties pour chacune des

espèces pour lesquelles seront effectuées des mesures. Les normes de l'ISTA fournissent la méthode détaillée pour la construction de ces chartes ainsi que la procédure normée pour la prise des mesures avec les humidimètres (ISTA 2009, chapitre 9 [9.2]). De plus, selon ces mêmes normes, les humidimètres doivent être calibrés tous les ans.

Lors de l'acquisition du *Dole 400*[®] par le CSFB, des chartes d'humidité ont été produites pour les essences qui y sont extraites afin d'établir la correspondance entre la valeur donnée par le *Dole 400*[®] et la TE des graines.

Afin de se conformer à la norme ISO 9001:2008, il faut faire calibrer l'appareil *Dole 400*[®]. Des recherches auprès du principal fournisseur de matériel pour les mesures sur les semences ([Seedburo](#)) ont montré que ce modèle n'est plus disponible (il n'est plus fabriqué depuis le mois de février 2008¹). Plusieurs autres modèles d'humidimètres à grains sont disponibles auprès de différents fournisseurs. Par exemple, Seedburo offre le [Burrows Model DMC500 portable](#).

Depuis 2007, le CSFB utilise la mesure de l'activité de l'eau (AE) pour contrôler le séchage final des graines et qualifier leur état hydrique avant l'entreposage. Cette mesure est rapide, non destructive, et nécessite environ 5 g de graines. Cette mesure directe du paramètre AE ne requiert pas de chartes pour traduire les valeurs obtenues.

2- Caractérisation hydrique des graines des essences traitées au CSFB

La caractérisation hydrique des graines est effectuée à l'aide de courbes de sorption. Celles-ci permettent de décrire les différents états possibles de l'eau dans une graine ou tout autre produit. Les échantillons sont soumis à des activités de l'eau précises entre 0 et 1. Après la stabilisation des graines à ces différentes AE (la durée est variable selon les espèces), la TE résultante est déterminée. L'allure typique de la courbe de sorption est de forme sigmoïde. Au point d'inflexion de cette courbe, on trouve l'AE de meilleure stabilité et la TE qui en résulte (voir figure 1).

Les principales essences utilisées dans le programme de reboisement au Québec ont été caractérisées :

- conifères : épinette noire (EPN), pin gris (PIG), épinette blanche (EPB), pin blanc (PIB), épinette de Norvège (EPO)
- feuillus : bouleau jaune (BOJ), érable à sucre (ERS), frêne d'Amérique (FRA).

Les courbes de sorption obtenues pour les essences de conifères sont présentées à la figure 1.

¹ Source : Site [agri-tronix](#), consulté le 12 septembre 2013.

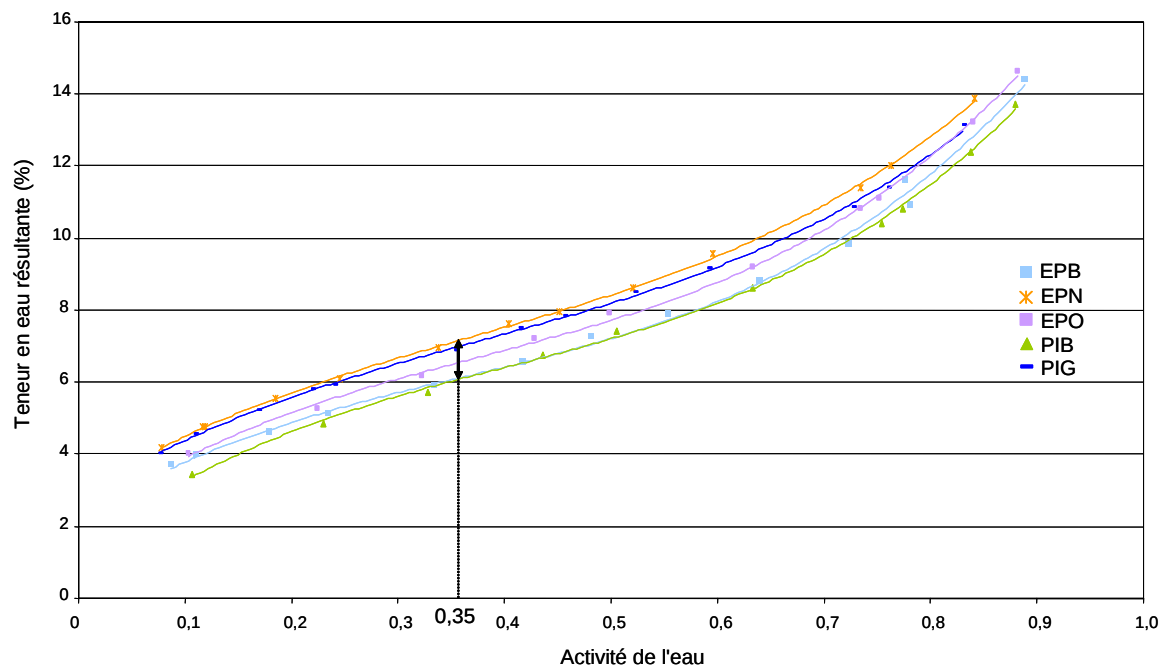


Figure 1 : Courbes de sorption moyennes obtenues pour les graines des cinq principales essences du programme de reboisement au Québec. Pour une même activité de l'eau (0,35), la teneur en eau résultante varie selon les essences.

Pour chacune des essences, l'AE de meilleure stabilité (ou AE optimale de conservation) et la TE résultante ont été déterminées. Les données sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : AE optimale de conservation et TE moyenne résultante déterminées à l'aide des courbes de sorption pour les principales essences utilisées dans le programme de reboisement au Québec.

	Essence	AE optimale de conservation	TE moyenne résultante (%)
Conifères	EPB	0,35	6,0
	EPN	0,37	7,3
	EPO	0,38	6,7
	PIB	0,40	6,4
	PIG	0,38	7,2
Feuillus	BOJ	0,36	7,1
	ERS	0,33	7,5
	FRA	0,37	7,0

Toutes essences confondues, les AE optimales de conservation se situent entre 0,3 et 0,4. Les TE moyennes résultantes correspondent aux valeurs reconnues pour la conservation des graines de ces différentes essences. L'AE est donc un indicateur fiable de l'état hydrique des graines.

3- Méthode actuelle d'évaluation du séchage des lots lors de l'extraction

Le contrôle de l'avancement du séchage est actuellement effectué à l'aide de mesures avec l'humidimètre *Dole 400*[®] qui sont jumelées à des mesures d'AE. Grâce aux chartes de correspondance, spécifiques à chacune des essences et bâties au CSFB, chaque lecture de *Dole 400*[®] est convertie en TE correspondante.

Des données du tableau 2, prises lors de l'extraction 2013, illustrent la reproductibilité des mesures *Dole 400*[®] et AE.

Tableau 2 : Données de TE déterminée à l'aide du *Dole 400*[®] et valeurs d'AE, prises dans le dernier compartiment du sécheur Hilleshög[®] lors du séchage final de lots d'EPN, de PIB et de PIG extraits durant l'hiver 2013.

Essence	Lot	Valeur <i>Dole 400</i> [®]	« TE » Dole convertie (%)	AE
EPN	2012-015	28	7,3	0,39
	2012-018	27	7	0,36
	2012-014-1	27	7	0,35
	2012-014-2	27	7	0,35
	2012-046-1	27	7	0,34
	2012-046-2	27	7	0,36
	2012-060	27	7	0,35
PIB	2012-036	25	6,7	0,39
	2012-044	24	6,4	0,33
	2012-026-9	26	7	0,34
	2012-026-12	25	6,7	0,37
	2012-026-8	26	6	0,38
	2012-051-1	26	7	0,38
PIG	2012-002-1	27	7,5	0,39
	2012-003-1	26	7,2	0,36
	2012-019-1	26	7,2	0,39
	2012-021-1	25	6,5	0,38
	2012-054	25	6,5	0,37
	2012-019	26	7,2	0,39
	2012-001-1	27	7,5	0,39

Pour chacune des essences, les paires de valeurs *Dole 400*[®] / AE sont assez reproductibles. Pour une même TE résultante, on observe des AE comparables. On observe certes des différences, mais celles-ci ne sont pas très significatives et sont dues à la précision des lectures de *Dole 400*[®] et d'AE (+/- 0,01 AE). Les valeurs d'AE observées sont en équilibre avec celles de l'air de séchage de la dernière section du sécheur, comprises entre 0,35 et 0,45.

De plus, en se rapportant aux courbes de sorption (Figure 1), on constate que des variations minimales d'AE n'ont pas d'impact significatif sur la TE. La mesure d'AE est donc un bon indicateur de la valeur de TE et peut donc être utilisée pour suivre l'évolution de la TE lors du séchage.

4- Recommandation

Pour effectuer le contrôle de l'état hydrique final des graines lors de leur extraction, nous recommandons de ne pas remplacer l'humidimètre à grains *Dole 400*[®] et d'effectuer le suivi à l'aide de mesures d'AE.

Le principal avantage de l'utilisation de la mesure de l'AE est que la valeur obtenue peut être utilisée directement, sans recourir à des chartes d'humidité comme on doit le faire avec des humidimètres à grains. Comme la valeur d'AE mesurée est également exploitée comme valeur cible pour la mise en conservation, son utilisation rend le processus de séchage complètement cohérent avec l'étape suivante. Avec la mesure de l'AE, il ne sera donc pas nécessaire de bâtir des chartes spécifiques à chaque essence, un processus long et très fastidieux. Le CSFB possède déjà des hygromètres de précision qui sont calibrés tous les 2 ans, ce qui est conforme à la norme ISO 9001:2008. Pour le suivi du séchage opérationnel, dont la précision requise n'est pas la même que lors du test de laboratoire, un hygromètre est disponible auprès de la compagnie [Omega](#) à un prix inférieur à 500 \$.

Lors du séchage, la valeur cible d'AE à atteindre est comprise entre 0,3 et 0,4, quelle que soit l'essence. En cas de doute sur la valeur obtenue, une seconde mesure peut être prise en quelques minutes.

La valeur de TE (ou PHUM) du lot qui sera inscrite dans le système SEMENCES sera déterminée au laboratoire selon le protocole actuellement en cours au CSFB, conformément à la norme ISTA (2009) en vigueur.

5- Références

Agri-tronix, 2013. *Moisture testers*. Consulté le 12 septembre 2013.
<http://www.agri-tronix.com/products.php?cat=2>.

ISTA, 2009. *Règles Internationales pour les essais de semences*. Bassersdorf (Suisse).

Fabienne Colas, biol., DESS
Équipe production de semences et plants
Service génétique, reproduction et écologie

Patrick Baldet, Ingénieur de recherche
Unité Écosystèmes forestiers
Irstea Nogent-sur-Vernisson (France)