



# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2010

Toute documentation permise  
Calculatrices : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 04-AGRIC-B9 GÉNIE ALIMENTAIRE (PARTIE 2)

1) (15 points) Une tonne métrique de maïs-grain ayant 21% d'humidité (base humide) est séchée jusqu'à un taux d'humidité de 14.5%. Quelle sera la masse (kg) du maïs-grain après le séchage et combien de kg d'eau auront été évaporés?

2) (25 points) Le champignon parasite *Aspergillus glaucus* ne se développe pas sur des grains/céréales en entreposage lorsque l'humidité relative de l'air ambiant est maintenue à moins de 70%. En utilisant les expressions de Henderson ou de Chung-Pfost, quel est le taux d'humidité des grains (% base humide) à partir duquel le champignon parasite commencera à croître sur du maïs-grain si la température d'entreposage est de 25°C?

$$\text{Equation d'Henderson : } M_d = \frac{1}{100} \left[ \frac{\ln(1 - HR)}{-K(T + C)} \right]^{\frac{1}{N}}$$

$$\text{Humidité relative, } HR = 1 - \exp \left[ -K(T + C) \cdot (100 - M_d)^N \right]$$

$$\text{Equation de Chung - Pfost : } M_d = E - (F \cdot \ln[-(T + C) \cdot \ln(HR)])$$

$$\text{Humidité relative, } HR = \exp \left[ \frac{-A}{(T + C)} \exp(-B \cdot M_d) \right]$$

$M_d$  = Taux d'humidité (base sèche);  $T$  = Température °C;  $K$ ,  $N$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $A$ ,  $B$ , et  $C$  sont les constantes des différents matériaux.

	Constantes de l'équation de Chung-Pfost				
	A	B	C	E	F
Orge	761.66	19.889	91.323	0.33363	0.050279
Haricot sec	962.58	15.975	160.629	0.43001	0.062596
Maïs	312.30	16.958	30.205	0.33872	0.058970
Arachide	254.90	29.243	33.892	0.18948	0.034196
Riz	594.61	21.732	35.703	0.29394	0.046015
Sorgho	1099.67	19.644	102.849	0.35649	0.050907
Fève de soja	328.30	13.917	100.288	0.41631	0.071853
Blé durum	921.65	18.077	112.350	0.37761	0.055318
Blé tendre	726.49	23.607	35.662	0.27908	0.042360



	Constantes de l'équation de Henderson		
	K	N	C
Orge	$2.2919 \times 10^{-5}$	2.0123	195.267
Haricot sec	$2.0899 \times 10^{-5}$	1.8812	254.230
Maïs	$8.6541 \times 10^{-5}$	1.8634	49.810
Arachide	$65.0413 \times 10^{-5}$	1.4984	50.561
Riz	$1.9187 \times 10^{-5}$	2.4451	51.161
Sorgho	$0.8532 \times 10^{-5}$	2.4757	113.725
Fève de soja	$30.5327 \times 10^{-5}$	1.2164	134.136
Blé durum	$2.5738 \times 10^{-5}$	2.2110	70.318
Blé tendre	$1.2299 \times 10^{-5}$	2.5558	64.346

3) (25 points) Du jus de fruits contenant 10% de matières solides (poids/poids) est pré-concentré par osmose inverse. Si la pression de fonctionnement est de 3500 kPa et que le coefficient de transfert de masse K est de  $6.25 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1}$ , quelle doit être la surface de la membrane afin de séparer 5 tonnes de filtrat sur une période de 8 heures? Assumez que le sucre (de masse moléculaire  $M=342$ ) représente la majeure partie des solides contribuant à la pression osmotique, la densité du jus est de  $1003 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et que la constante universelle des gaz parfaits R est de  $8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . La pression osmotique pour les solutions diluées est établie par l'équation de van't Hoff,  $\Pi = cR\theta/M$ .  $\Pi$  en Pa est la pression osmotique;  $\theta$  en K est la température absolue; R est la constante universelle des gaz parfaits et M est la masse moléculaire.

4) (10 points) Quel est le degré de polymérisation (Nombre d'unité de monomères par chaîne de polymères) pour une chaîne de polyéthylène de masse moléculaire de 80,000 (la masse atomique du carbone étant de 12 et la masse atomique de l'hydrogène de 1) ?

5) (25 points) Comparez un polyéthylène à basse densité avec un polyéthylène à haute densité en fonction de (i) la structure chimique (4 points); (ii) la cristallinité (4 points); (iii) la qualité barrière (4 points); (iv) les propriétés mécaniques (4 points); (v) la transparence (4 points); et (vi) les utilisations courantes de ces plastiques dans des applications alimentaires (5 points).