

ACTIVITE DE L'EAU

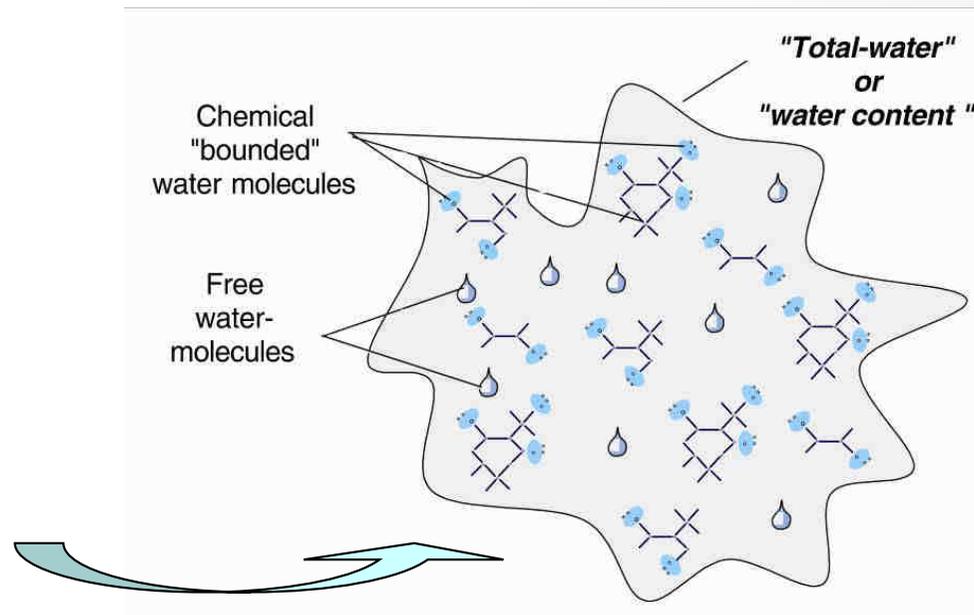
Pourquoi et comment la mesurer ?

L'activité de l'eau, c'est quoi ?

Quelles sont les influences des composants du produit sur la mesure de l'activité de l'eau ?

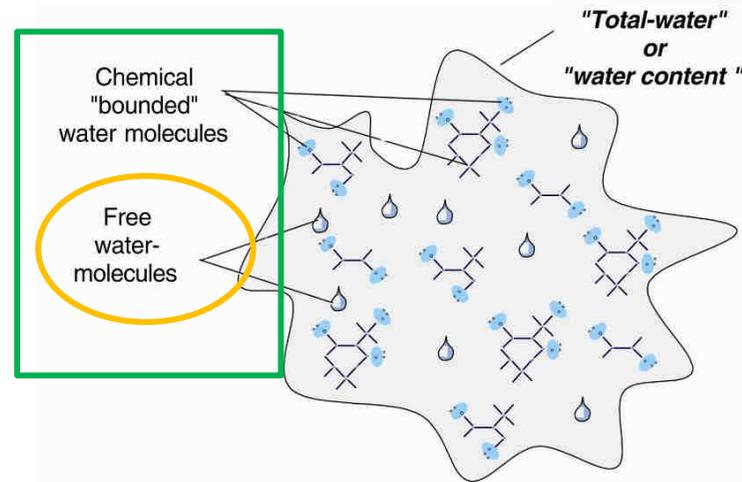
Comment l'eau libre influence vos produits ?

Comment la mesure se fonctionne ?



L'Activité de l'eau représente l'eau "libre" ou "disponible" dans un produit.

Le degré de disponibilité est mesuré par l'activité de l'eau (a_w)



L'Activité de l'eau correspond à l'eau libre disponible

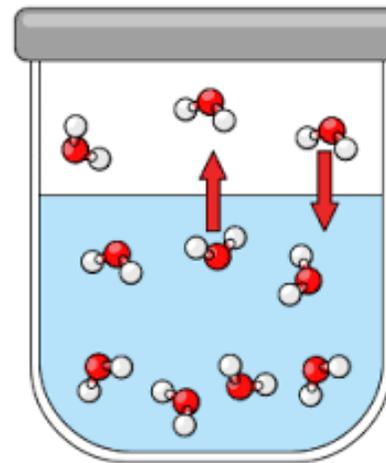
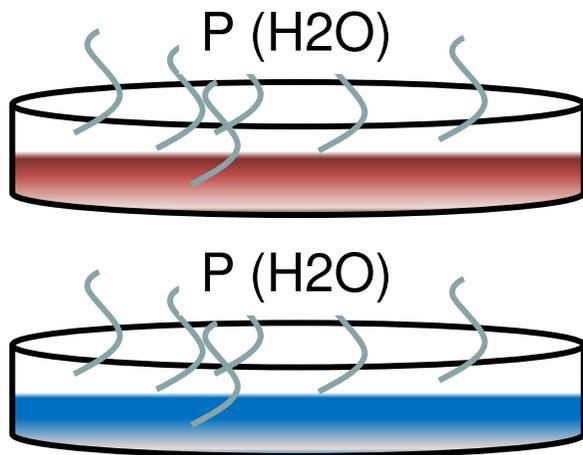
Teneur en eau correspond à l'eau libre + l'eau de constitution



Activité de l'eau et l'humidité sont deux éléments différents !!!

Définition

$$a_w = \frac{\text{Pression de vapeur d'eau d'un produit}^*}{\text{Pression de vapeur saturante de l'eau pure}^*}$$



Plus connu aussi sous la forme :

$$a_w = \text{Equilibre d'humidité de l'air relative} = \text{ERH (\%)} / 100$$

Estimer le risque par comparaison

Utiliser la valeur d' a_w pour avoir une idée de ce qui pourra se développer dans le produit et quel risque potentiel vous aurez si des germes ou des spores sont présents

Water activity	Microorganisms generally inhibited
0.950	<i>Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Bacillus, Clostridium perfringens, some yeasts</i>
0.910	<i>Salmonella, C. botulinum, Lactobacillus, Pediococcus, some molds</i>
0.870	<i>Many yeasts</i>
0.800	<i>Most molds (mycotoxigenic penicillia), Staphylococcus aureus, most Saccharomyces</i>
0.750	<i>Most halophilic bacteria, mycotoxigenic aspergilli</i>
0.650	<i>Xerophilic molds</i>
0.600	<i>Osmophilic yeasts, few molds</i>

Ajouter une expertise expérimentale (simulation, test) !

Simuler différentes productions et conditions de stockage

Voir l'influence de ces conditions sur le produit

Trouver les relations et créer des modèles prédictifs

Créer des barrières au développement microbologique.

Ces méthodes peuvent être combinées :

Valeur f (chauffage) • Valeur t (refroidissement)

Valeur de ph (acidification)

Valeur eh (désoxygénation)

Flore compétitive (fermentation)

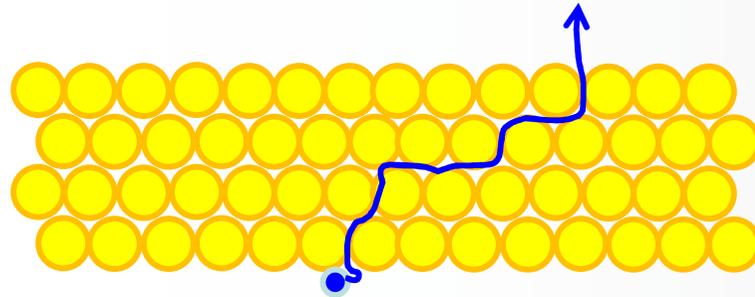
Conservateurs

Valeur a_w (dessiccation, salaison, sucrage)

Une utilisation pertinente de ces combinaisons est appelée Hurdle-Technologie (appréciation du risque microbiologique), elle permet d'augmenter la durée de conservation du produit.

Le cheminement de l'eau pour arriver à la surface est plus long.

La couche d'huile est toujours au-dessus de l'eau (physique).

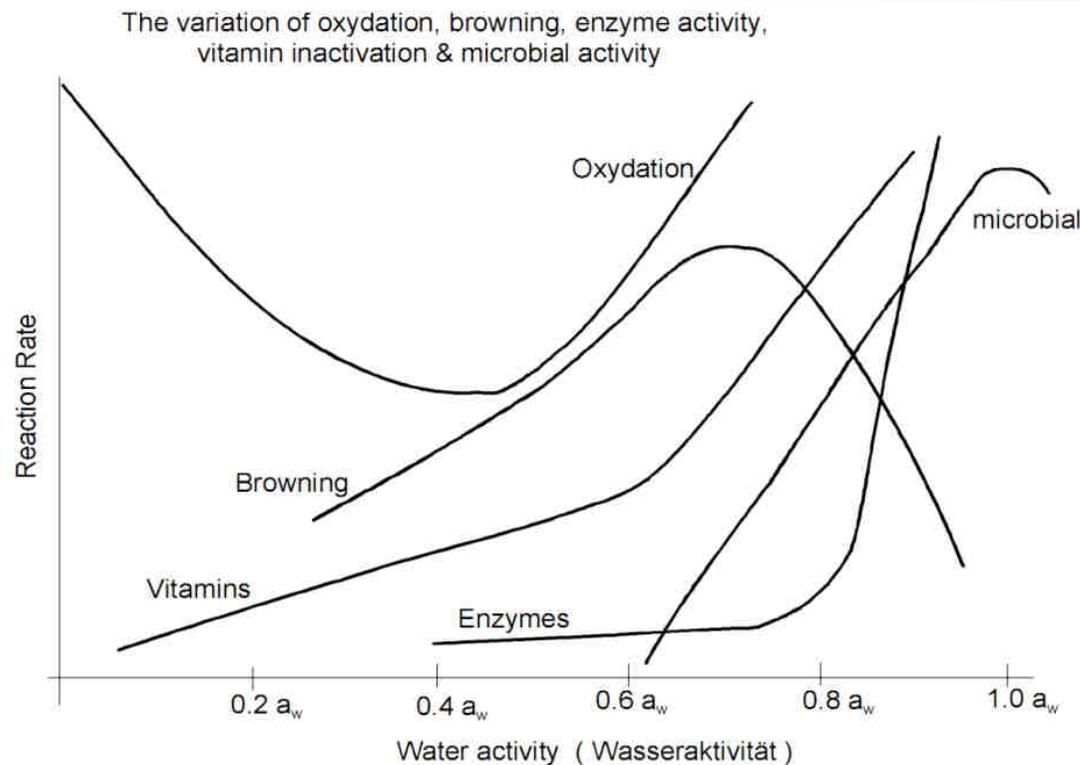


Il faut plus de temps pour mesurer l' a_w !!!

L'Activité de l'Eau est conjointement responsable de...

La croissance d'hôtes indésirables comme les bactéries, moisissures qui produisent des toxines ou d'autres substances nocives.

Réactions chimiques/biochimiques (e.g. Réaction de Maillard).



Texture

Migration de l'eau

Propriétés de fluidité des poudres

Agglutination

Les propriétés suivantes du produit sont affectées :

La stabilité microbiologique

Conservation

Sécurité alimentaire

Stabilité chimique

Niveau de protéines et de vitamines

Réactions entre ingrédients (enzymes)

Stabilité physique

Couleur, goût et valeur nutritionnelle

Solubilité et texture

L'Activité de l'Eau est utilisée pour le contrôle qualité de :

Viande / Poisson

Panification

Fromage / Produits laitiers

Pâtes / Produits secs

Plats cuisinés

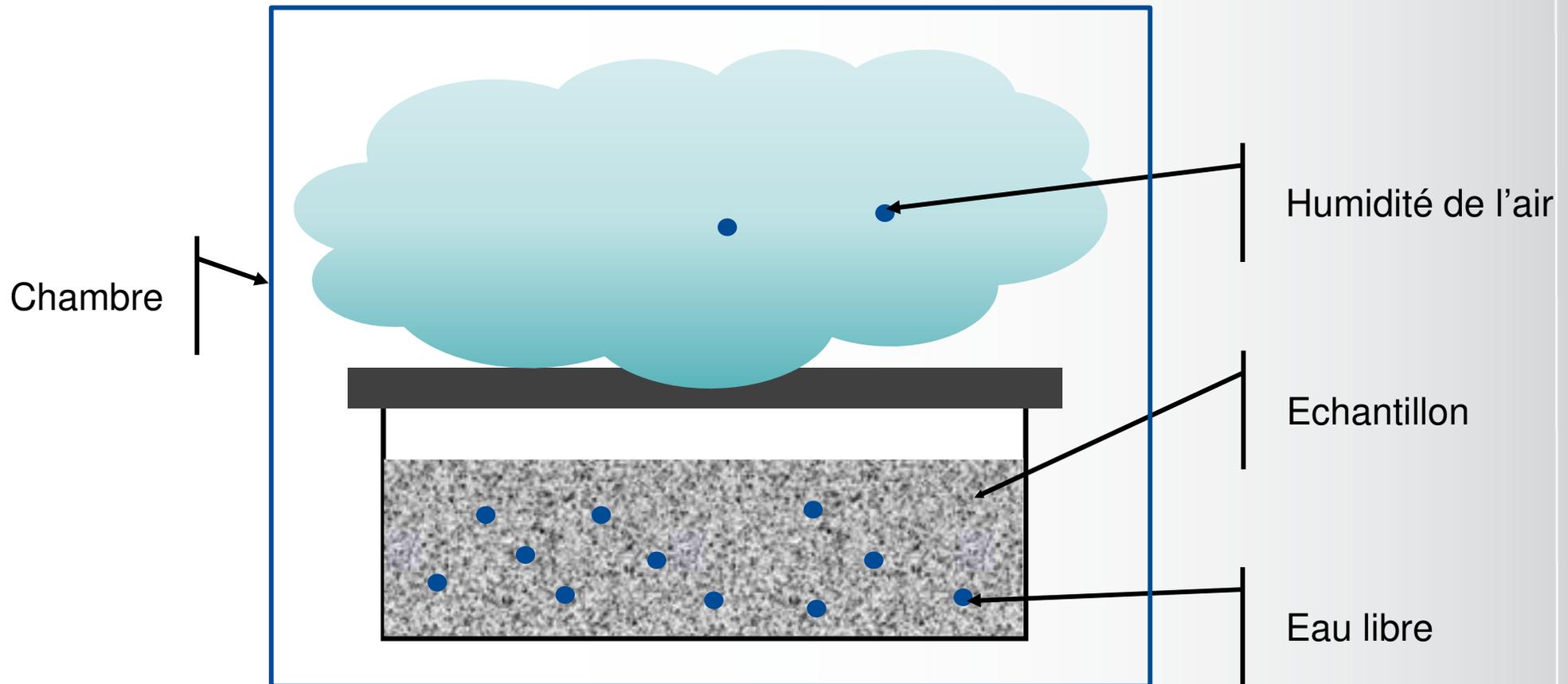
Chocolat / Sucre / Produits sucrés

Produits pharmaceutiques

Produits cosmétiques

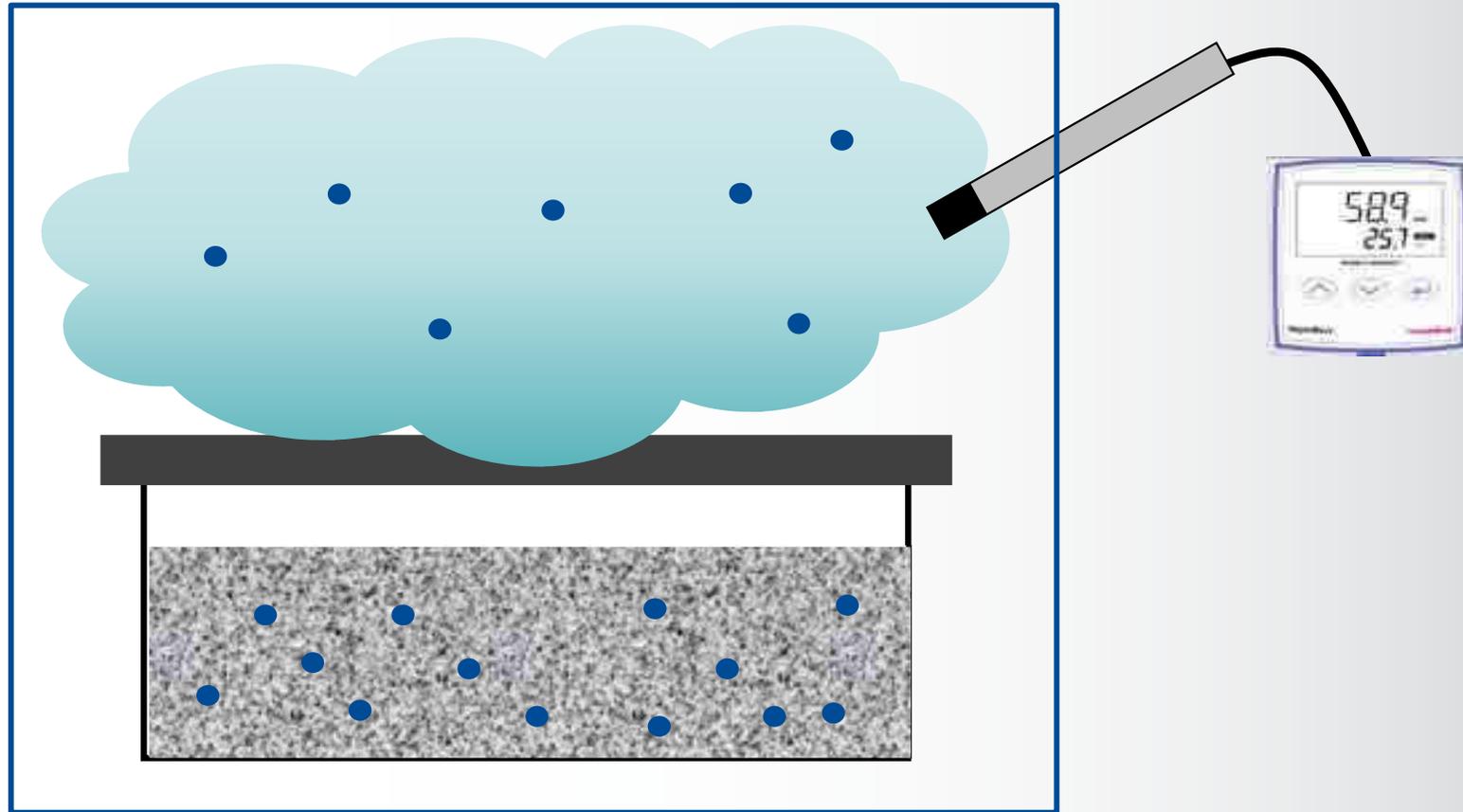
Alimentation animale

Et bien d'autres,



L'échantillon est placé dans une chambre étanche

L'eau libre commence à interagir avec l'air présent
(humidification / déshumidification)



L'échange se termine par un **équilibre**.

L'air humide mesuré est directement **lié** à l'**aw**.

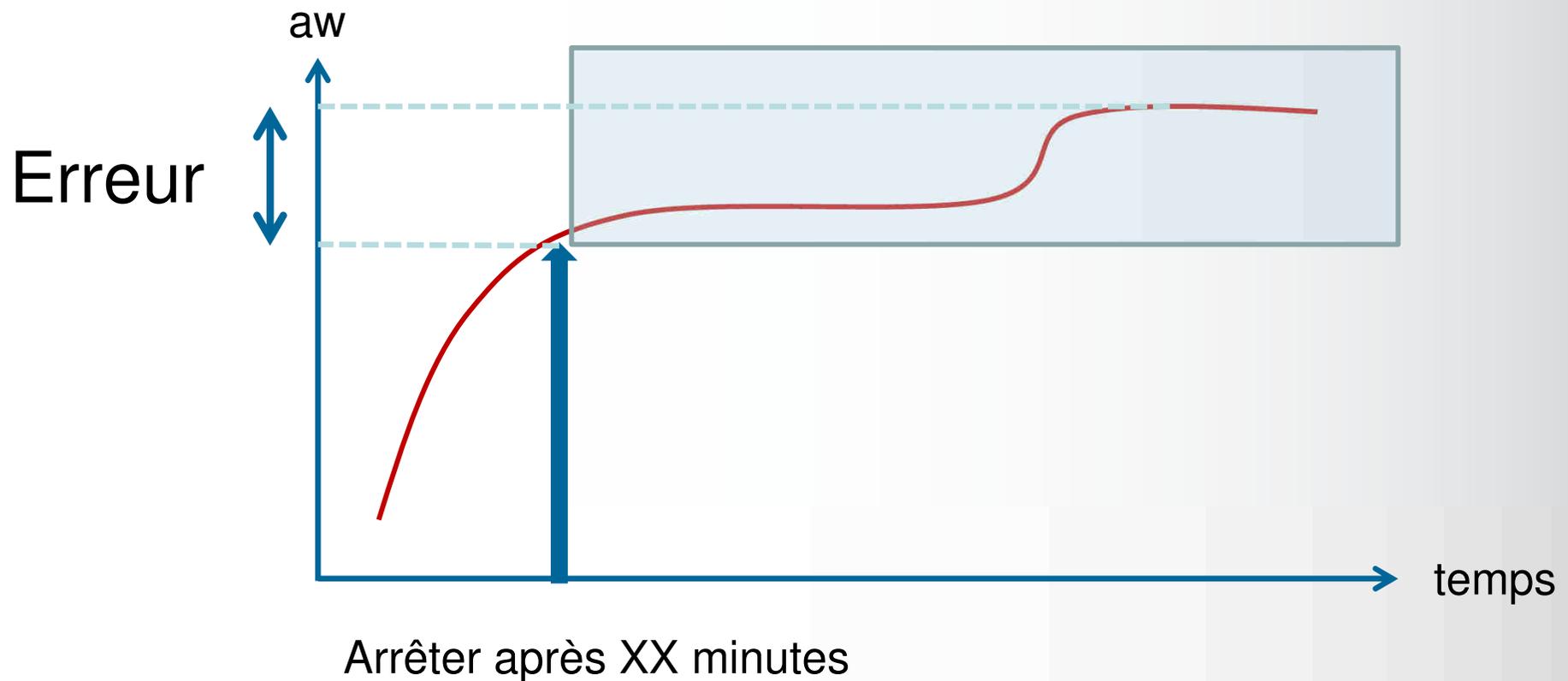
La vitesse de mesure dépend des propriétés de
l'échantillon

L'équilibre est établi, si l'air humide dans la chambre ne change plus pendant une période donnée

L'approche NOVASINA : déviation de la mesure inférieure à 0,001aw (0,1%rH) pendant une fenêtre de temps définie

L'équilibre est établi, si l'air humide dans la chambre ne change plus pendant une période donnée

L'approche NOVASINA : déviation de la mesure inférieure à $0,001a_w$ (0,1%rH) pendant une fenêtre de temps définie



Une préparation spéciale de l'échantillon n'est pas indispensable

Couper l'échantillon en petits morceaux pour avoir une plus grande surface. Cela vous aidera à obtenir l'équilibre plus rapidement.

Ne broyer pas votre échantillon dans un bol en céramique. La céramique absorbe l'eau et cela pourrait fausser le résultat.



Usage de l' a_w dans ma société ?



Agglomération



**Activité
microbiologique**

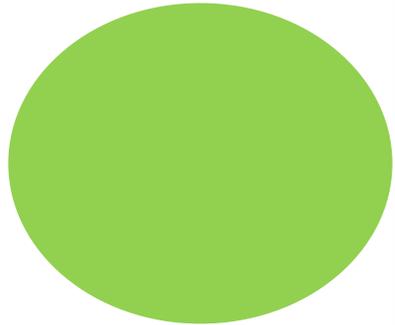


Décoloration

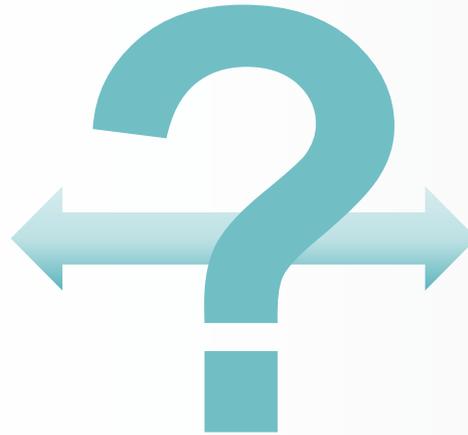


Oxydation

Deux ingrédients



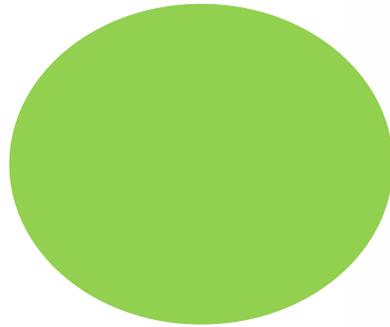
Teneur en eau : 10%



Teneur en eau : 3%

Comment l'eau migre-t-elle ?

L'eau migre de l' a_w élevée vers les zones de faible a_w , et non pas entre des zones d'humidité inégale !



~~Teneur en eau : 10%~~
 $a_w : 0,55 a_w$



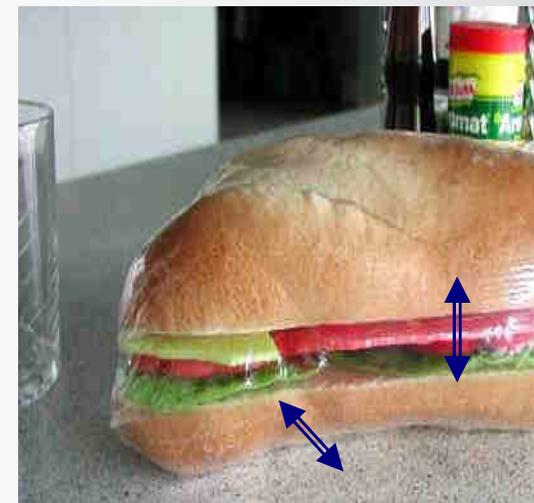
~~Teneur en eau : 3%~~
 $a_w : 0,70 a_w$

Surpris ?

Deux ingrédients peuvent avoir la même teneur en eau, mais des valeurs a_w totalement différentes.

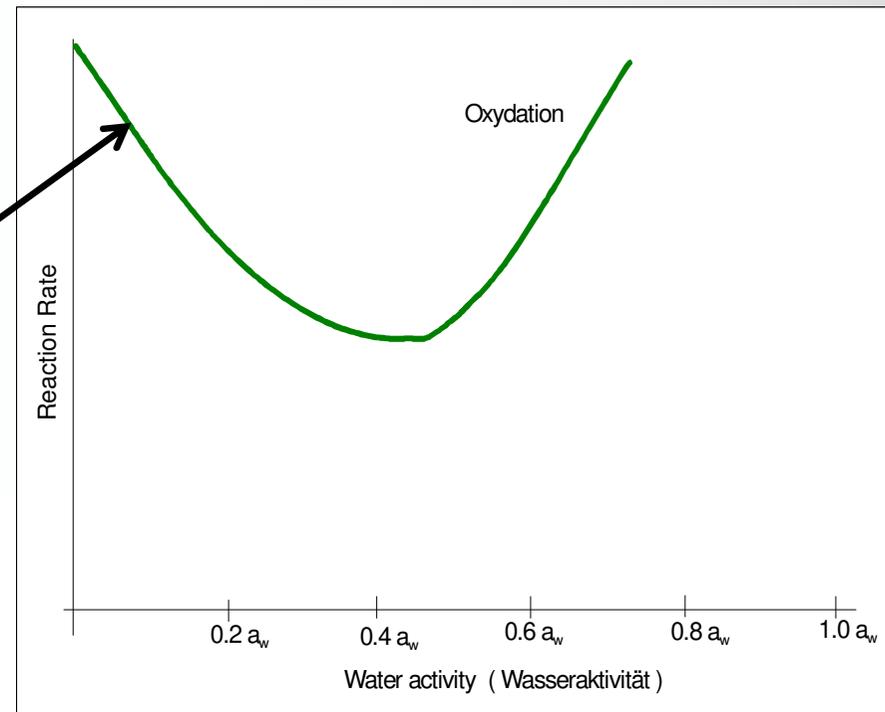
La migration de l'eau entre les différentes couches d'un aliment provoque des changements de texture indésirables.

La vitesse de migration dépend de la structure / des propriétés de diffusion.



L'oxydation est l'une des principales causes de détérioration des aliments et elle est initiée par les ions métalliques.

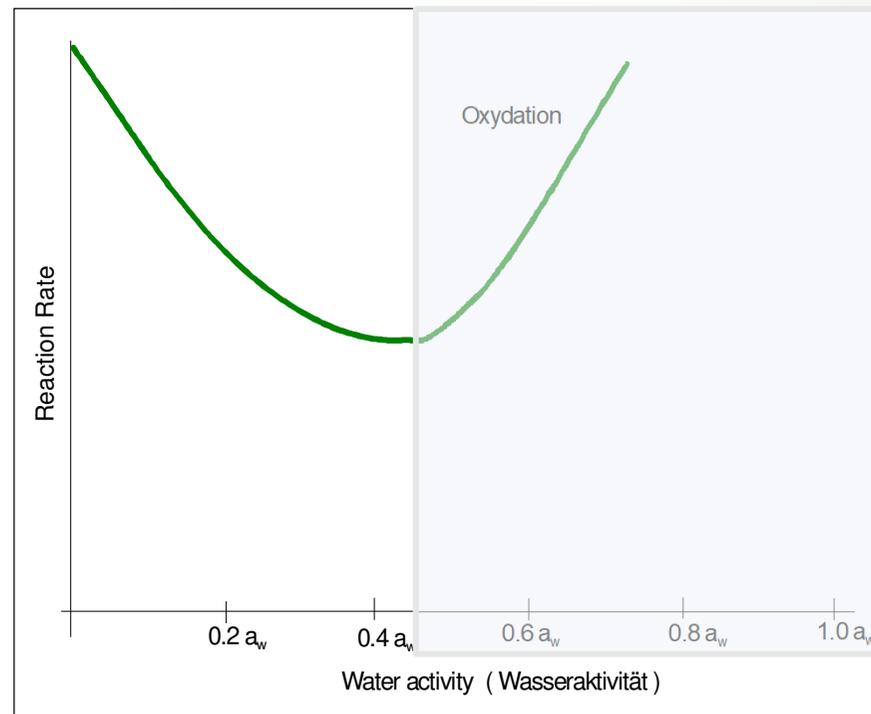
Forme bizarre ?



Raisons de l'effet anti-oxydant (plage 0 - 0,3 a_w)

Diffusion réduite de l'oxygène, oxydation limitée à la surface

Moins d'ions métalliques disponibles grâce à la liaison avec les molécules d'eau

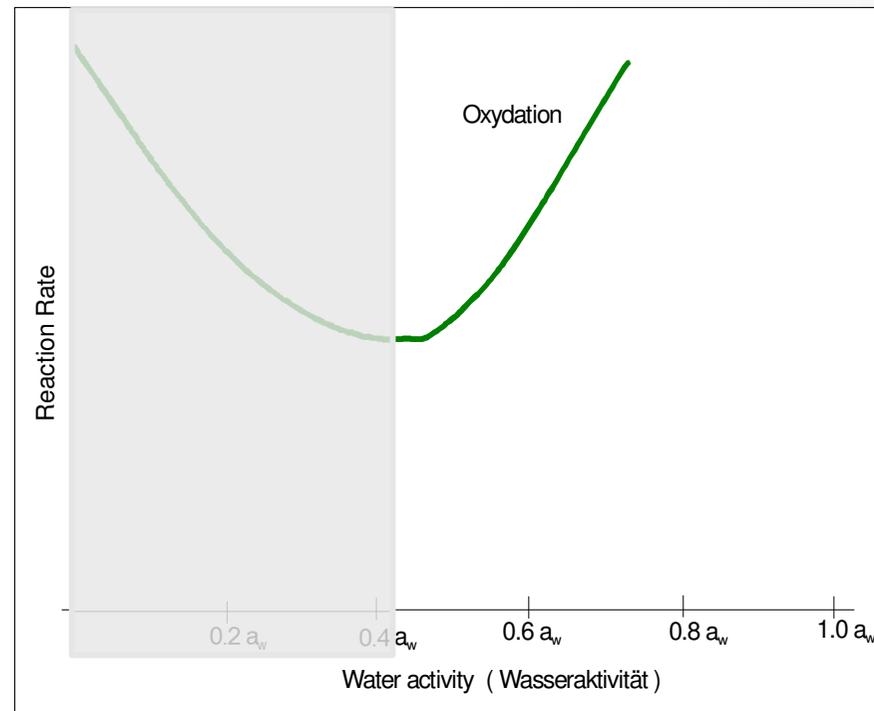


Raisons de l'effet pro-oxydant (plage 0.3 – 1 a_w)

Mobilité accrue des réactifs (ions métalliques et oxygène)

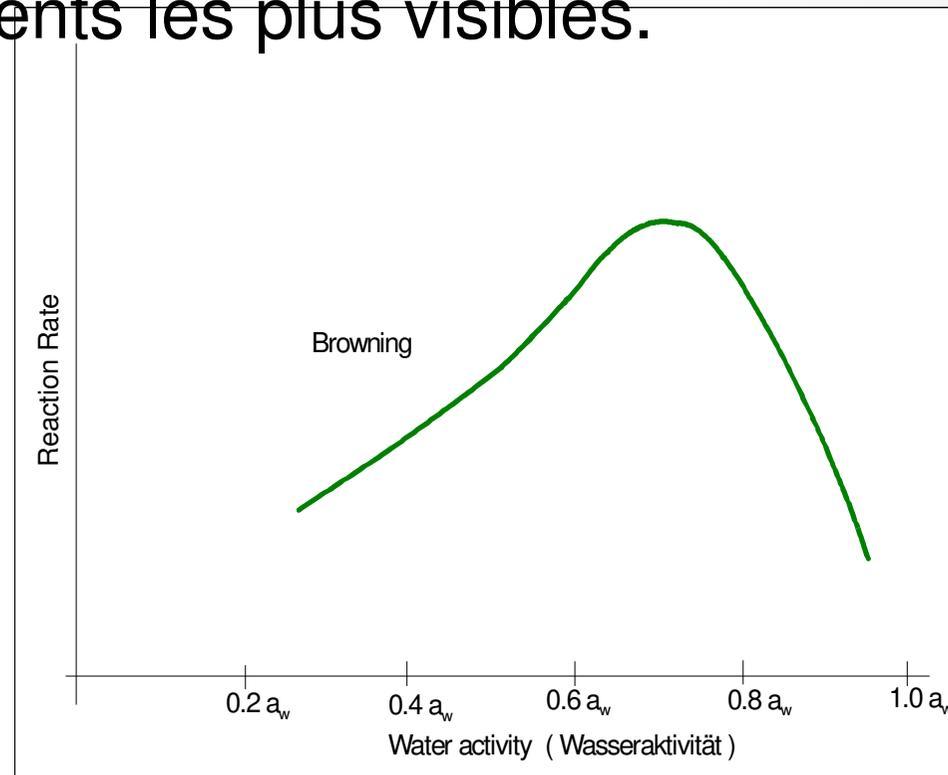
Plus d'eau libre → transport de l'oxygène dans le produit

Extension de surface par gonflement



Principalement dénaturation et brunissement des protéines

Le brunissement non-enzymatique provoque les changements les plus visibles.



Série complexe de réactions, réaction d'amines libres (acides aminés) et de groupes carbonyles (sucres réducteurs). Principalement la température induite.

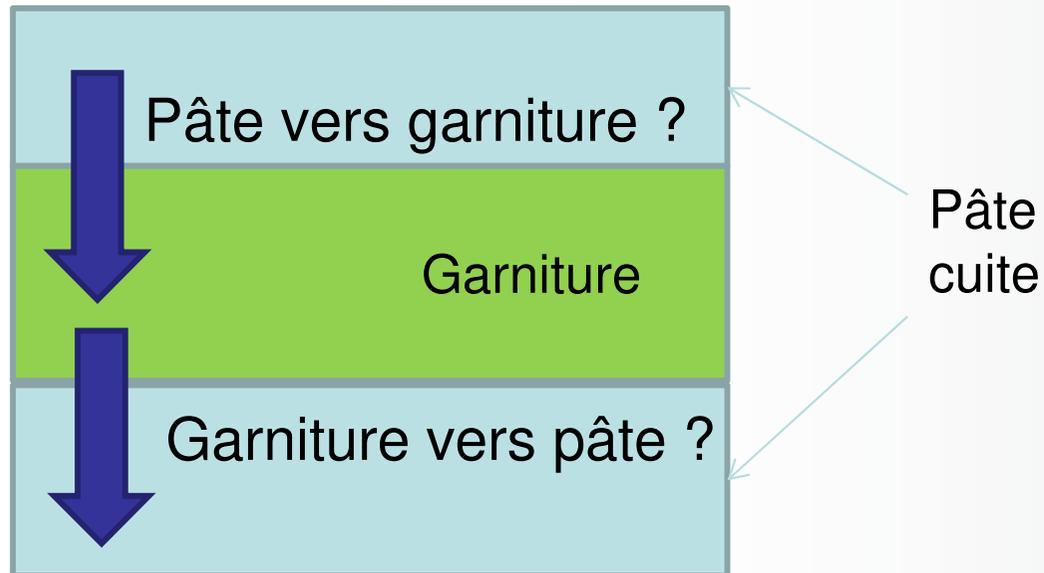
Affecte la valeur nutritive, la couleur, le goût, l'arôme et la texture d'un produit.

Changements souhaitables : caramélisation, café torréfié, croûte de pain, etc.

Changements indésirables : noircissement de la poudre de lait, changement de la viande séchée (qui devient dure et amère), perte des protéines.



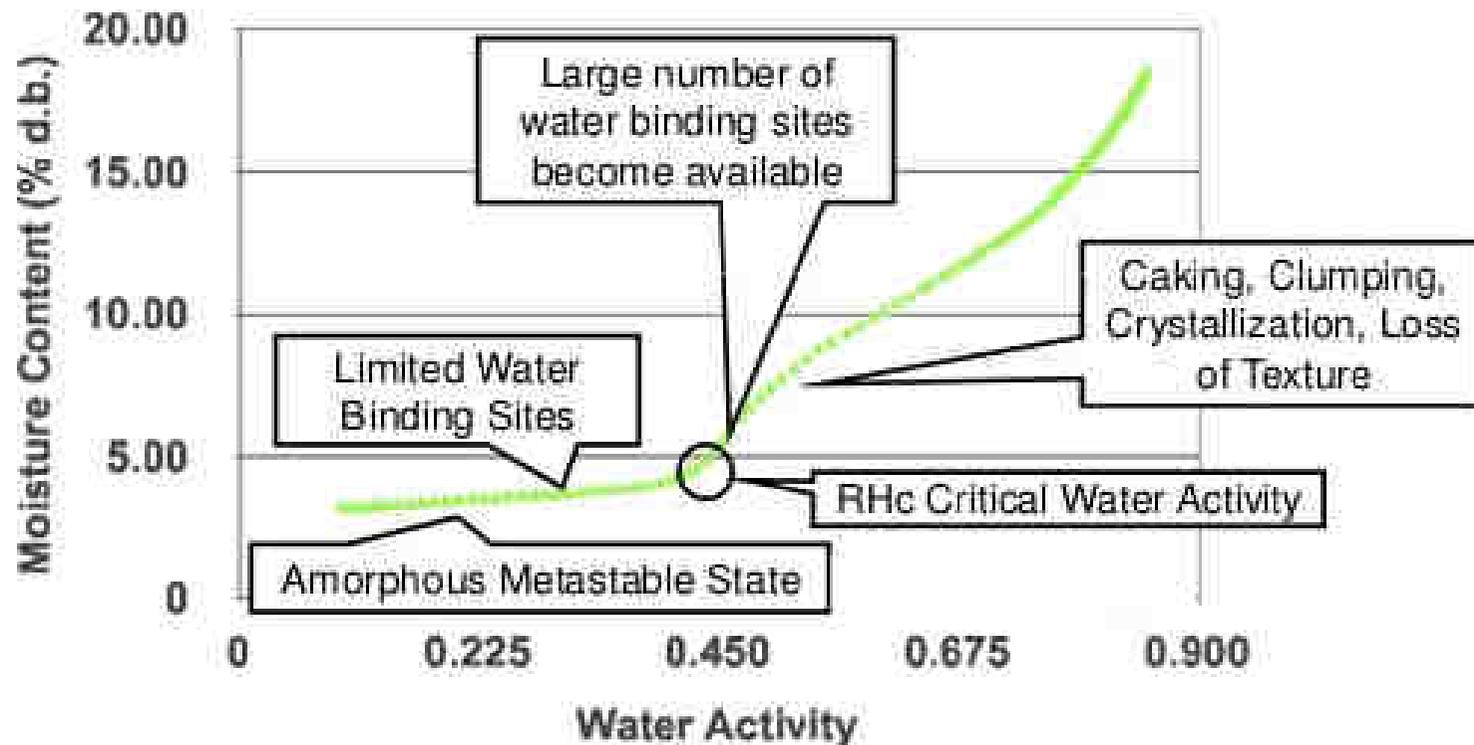
Étudier comment l'eau migre à l'intérieur du produit



Créer une activité d'eau égale des ingrédients
Travailler avec la R&D pour changer

Étudier l'influence des différentes valeurs d'activité de l'eau sur le produit

Et comprendre les conséquences



Vérifier les sources d'eau possibles et potentielles à l'intérieur et autour du processus

Prudence : Attention aux états non-équilibrés des produits séchés

Fixer des limites d'aw claires pour les produits

Installer un système de surveillance de l'humidité et de la température de l'air (Novasina l'a aussi).

GAMME AW-METRE NOVASINA



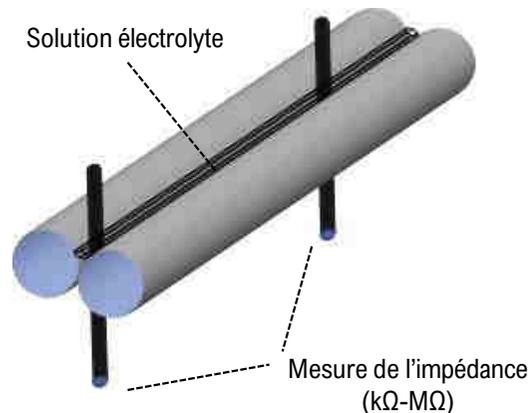
La technologie de nos cellules de mesure répondent aux normes suivantes :

- **ISO18787 de Novembre 2017** : Concerne la mesure de l'aw dans les produits agricoles et alimentaires.
- **USP1112 (qui sera remplacée par l'USP922)** : Cité en référence la norme ISO29621 relative aux produits cosmétiques).
- **La norme CFR21 part11** : Uniquement pour le LabMaster-aw néo.



FONCTION :

Le liquide électrolytique change de résistance quand l'humidité ambiante change.



AVANTAGES :

- Mesure directe de l' a_w
- Pas d'hystérésis
- Précis jusqu'à $0.002a_w$ de 0.03 à $1.00a_w$
- Excellente répétabilité $0,002a_w$
- Changement et ajustage simple de la cellule de mesure
- Ajustage facilité grâce aux étalons saturés.

CHAMBRE THERMOSTATÉE



- Plage de mesure : 0,0300 à 1,0000a_w
- Résolution : 0,0001a_w
- Précision : +/- 0,003a_w dans la plage d'étalonnage de 0,040 à 1,000a_w
- Points d'étalonnage : 4, 6, 11, 33, 53, 58, 75, 84, 90, 97 et 100% HR
- Livré avec 6 sels étalons : 11, 33, 58, 75, 84 et 97% HR
- Ecran tactile
- Carte SD permettant le transfert et l'exploitation des analyses sur PC
- Appareil thermostaté de 0 à 60°C
- Plusieurs critères de stabilité dont le mode ISO18787 (critère recommandé par la norme)
- Identification de l'échantillon (n° de lot) au clavier ou avec lecteur code barres sans fil
- Gestion des profils utilisateurs avec accès contrôlés
- Vérification et ajustage automatique
- Fonction Audit Trail conforme à la CFR21 part11
- Kit SI (en option) : Détermination Isotherme de Sorption

CHAMBRE RÉGULÉE EN TEMPÉRATURE



- Plage de mesure de 0,030 à 1,000a_w
- Résolution : 0,001a_w
- Précision : +/- 0,005a_w dans la plage d'étalonnage de 0,110 à 0,970a_w
- Points d'étalonnage : 11, 33, 53, 58, 75, 84, 90, 97% HR
- Livré avec 4 sels étalons : 33, 58, 75, 84% HR
- Ecran tactile
- Carte SD permettant le transfert et l'exploitation des analyses sur PC
- Régulé en température de 15 à 30°C (ambient +2°C)
- Plusieurs critères de stabilité

APPAREIL PORTABLE



Plage de mesure de 0,030 à 1,000 a_w

Résolution : 0,001 a_w

Précision : +/- 0,010 a_w dans la plage d'étalonnage de 0,110 à 0,900 a_w

Points d'étalonnage : 11, 33, 53, 58, 75, 84, 90% HR

Livré avec 3 sels étalons : 11, 58, 84% HR

Carte SD permettant le transfert et l'exploitation des analyses sur PC

Travaille à l'ambient

Plusieurs critères de stabilité

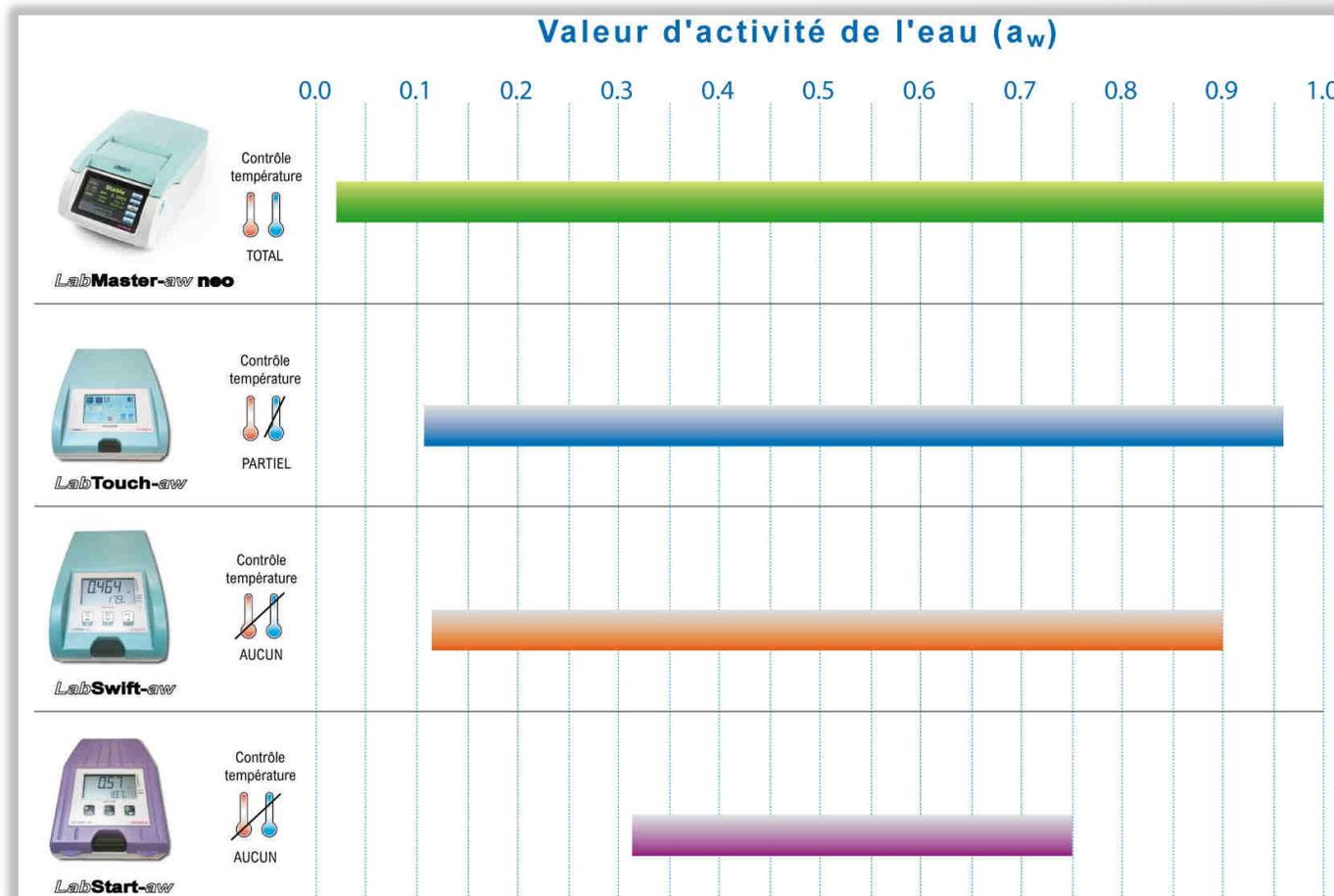
Existe en version avec batterie

POUR DÉMARRER DANS L' a_w



- Plage de mesure de 0,03 à 1,00 a_w
- Résolution : 0,01 a_w
- Précision : +/- 0,03 a_w dans la plage d'étalonnage de 0,33 à 0,75 a_w
- Points d'étalonnage : 33 et 75% HR
- Livré avec 1 sel étalon : 75% HR
- Ajustable en 2 points
- Travaille à l'ambient
- Un critère de stabilité

PLAGE DE TRAVAIL RECOMMANDÉE



SELS ETALONS

	100%HR	90%HR	80%HR	70%HR	60%HR	50%HR		
								
Types de microorganismes	<p>Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens Certaines levures</p>	<p>Salmonella Vibrio parahaemolyticus C. botulinum, Serratia, Lactobacillus Pediococcus, Levures (Rhodotorula, Pichia), Certaines moisissures</p>	<p>Beaucoup de levures (Candida, Torulopsis, Hansenula), Micrococcus</p>	<p>La plupart des types de moisissures (Penicillia micotoxique), Staphylococcus aureus, La plupart des Saccharomyces (bailli) spp., Deboryamycs</p>	<p>La plupart des bactéries halophiles, aspergilli micotoxique</p>	<p>Moisissure xérophile (Aspergillus chevaliers, A. Candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus</p>	<p>Levures osmophile (Saccharomyces rouxi), Certaines moisissures (Apergillus echinulatus, Monascus bisporus), Certaines souches d'Eurotium</p>	<p>Pas de croissance microbiologique élevée</p>
Produits alimentaires compris dans ces valeurs	<p>Produits frais, Fruits en boîtes, Légumes, Viandes, Poissons, Laitages Saucisse cuite, Pain cuit Produits alimentaires contenant jusqu'à 40% de sucre ou 7% de sel</p>	<p>Cheddar, Munster, Provolone, Viande fumée (jambon), Concentrés de jus de fruit Produits alimentaires contenant jusqu'à 55% de sucre (saturés) ou 12% de sel</p>	<p>Saucisse sèche (salami), flans, fromages secs, margarine, produits alimentaires contenant jusqu'à 65% de sucre (saturés) et 15% de sel</p>	<p>La plupart des concentrés de jus de fruits, Lait concentré sucré, Sirops de chocolat, d'érable et de fruits, Farines, riz et légumes secs avec 15-17% d'eau, Gâteaux aux fruits, saucisses fumées, fondants</p>	<p>Mamelades, Gelées de fruits, Pâte d'amande, Fruits confis, Certains marshmallows</p>	<p>Flocons d'avoine avec 10% d'eau, Nougats, Fondants, Marshmallows, Bouillies, Mélasses, Sucre brut, Certains fruits secs, Noix</p>	<p>Fruits secs avec 15-20% d'eau, épices avec 10% d'eau</p>	<p>Pâtes alimentaires avec 12% d'eau Epices avec 10% d'eau</p>

SELS ETALONS

	50%HR	40%HR	30%HR	20%HR	10%HR	0%HR	
Types de microorganismes							
	Pas de croissance microbologique élevée	Pas de croissance microbologique élevée					
Produits alimentaires compris dans ces valeurs	Oeufs en poudre avec 5% d'eau environ	Cakes, biscuits secs, croûte de pain avec 3-5% d'eau environ			Poudre de lait avec 2-3% d'eau environ Fruits secs avec 5% d'eau environ Flocons de céréales avec 5% d'eau environ Gâteaux au fruits Cakes rustiques Biscuits secs		

LES SELS ÉTALONS POUR ÉTALONNER VOTRE APPAREIL



- 13 étalons possibles : 4, 6, 11, 23, 33, 43, 53, 58, 75, 84, 90, 97, 98%HR
- Sels réutilisables avec une durée de vie entre 2 et 5 ans
- Possibilité de certification UKAS (équivalent du COFRAC au Royaume uni)



LES FILTRES POUR PRÉVENIR LA POLLUTION DE LA CELLULE



- Filtres Gaz acides
- Filtres Alcool
- Filtres Redox
- Filtres de protection mécanique

LES CIBLES POUR LA MESURE D'Aw



Industrie alimentaire

Essai des produits et des matières premières pour optimiser la longévité, la couleur, le goût, la valeur nutritive et le traitement. Inspection finale, garantie de la qualité aussi bien que l'optimisation d'emballage concernant la longévité. Processus de linéarisation et coûts énergétiques pendant la production.

Contrôle qualité en accord avec HACCP, FDA, AOAC

Industrie pharmaceutique

Essais des matières premières, des produits finis et semi-finis pour les propriétés de processus et les réactivités possibles. Vérification des références dans l'usinabilité des différents niveaux du processus. Vérification des propriétés du produits concernant la prise et le dégagement de l'eau dans l'environnement.

Contrôle qualité en accord avec HACCP, FDA, AOAC

Industrie cosmétique

Garantie de la qualité des matières premières, des produits semi-finis et finis. Optimisation de la longévité, de la couleur, du parfum mais aussi du goût et du traitement. Optimisation de l'emballage en fonction de la longévité et de la présentation.

Contrôle qualité en accord avec HACCP, FDA, AOAC

Mesure typique d'échantillon

- Viande, poisson, volaille,
- Fruit, baie, additif de fruit,
- Pain, gâteaux et pâtisseries, confiture, biscuits,
- Saucisse sèche, écrous,
- Beurre, yaourt, quark, fromage,
- Chocolat, Cacao, barres chocolatées, bonbons,
- Produits de pâtes, riz, grain,
- Epices, potages secs,
- Cubes, levure.

Mesure typique d'échantillon

- Différentes poudres,
- Granules,
- Comprimés, comprimés pelliculés,
- Gels, crèmes,
- Divers matériaux liquides,
- Drogues spécifiques.

Mesure typique d'échantillon

- Poudre,
- Crèmes et gels,
- Rouge à lèvres et ombre à paupières,
- Couleurs,
- Crèmes de traitement.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

