

# ANALYSE DES FROMAGES PAR SPECTROMETRIE PROCHE INFRAROUGE

(Résumé de l'intervention de M. MAZEROLLES - INRA Poligny -

lors de l'Assemblée Générale de CECALAIT

Depuis quelques mois, l'INRA de Poligny a entamé des travaux en vue d'une détermination rapide des taux d'humidité et de matière grasse dans les fromages.

Cette étude s'est faite à l'aide d'un spectrophotomètre dispersif - prêté par la société américaine NIR System / Perstorp SA, qui le fabrique. Cet appareil permet des analyses quantitatives dans le domaine spectral du proche infrarouge (PIR), l'absorption des échantillons étant mesurée en mode transmittance. Les dosages ont été effectués sur des fromages de type pâte pressée et pâte pressée cuite, au démoulage.

## Un vaste domaine de variation en eau et en MG pour la calibration

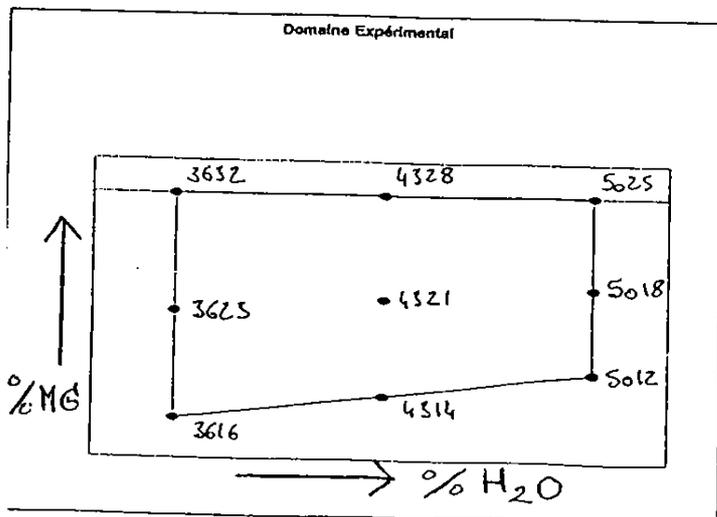
La première étape de l'étude a consisté à calibrer l'appareil, c'est à dire à établir, à l'aide de fromages expérimentaux, des relations entre :

- > la teneur en eau, respectivement en MG,
- > leurs absorbances caractéristiques.

Cette calibration devra ensuite être validée sur des fromages réels dans un deuxième temps.

Pour bien mettre en évidence les bandes d'absorption et mieux estimer les coefficients des modèles de calibration, c'est un vaste domaine de variation en MG et extrait sec qui a été couvert. La Figure 2 montre les limites et les points centraux du domaine expérimental défini dans l'étude. Les nombres indiquent la composition du fromage : les deux chiffres de gauche correspondent au pourcentage d'humidité du fromage; les deux chiffres de droite à la MG.

Figure 2



Ce domaine a été ensuite l'objet d'un maillage régulier, mais déséquilibré afin d'obtenir un maximum de points de mesure dans les régions correspondant aux fromages réellement fabriqués en milieu industriel.

24 fromages pilotes ayant en gros les teneurs demandées ont ensuite été fabriqués à la mini-fromagerie de l'INRA et ont été soumis aux mesures IR et aux dosages de l'eau et de la MG par des méthodes chimiques (étuve et méthode de Heiss, respectivement).

La mesure IR correspond à la moyenne de 32 mesures spectrales effectuées en des points différents de l'échantillon de fromage broyé. Celui-ci est introduit dans un sac de polyéthylène et placé dans un module de transport, à savoir une cellule rectangulaire d'épaisseur constante qui se déplace devant la source lumineuse, de façon linéaire, perpendiculairement au rayon infra rouge.

## Des corrections mathématiques sont nécessaires

Les spectres bruts obtenus doivent nécessairement être corrigés pour être exploités. En effet, on observe des phénomènes de décalage des bandes d'absorption et des lignes de base. L'utilisation de la dérivée seconde des courbes permet la correction de ces phénomènes gênants.

Pour arriver ensuite à une exploitation satisfaisante des résultats, permettant de relier absorbance et teneur, le traitement statistique le plus approprié a été le PLS (régression selon les moindres carrés partiels). Cette approche permet de bâtir un modèle mathématique en prenant en compte l'ensemble des longueurs d'onde balayées - alors que d'autres techniques statistiques obligent à une sélection préalable de longueurs d'onde.

Les résultats ainsi obtenus permettent d'obtenir une bonne corrélation entre les absorbances mesurées et les teneurs en eau, respectivement en MG.

On obtient ainsi  $S_{y,x} = 0,286$  pour la courbe "teneur en eau en fonction de l'absorbance" (cf courbe Figure 3)

et  $S_{y,x} = 0,438$  pour la courbe "MG en fonction de l'absorbance" (cf courbe Figure 4).

avec

y : valeur obtenue par la méthode de référence  
x : valeur donnée par l'appareil

Fig. 3 : relation teneur en eau -absorbance

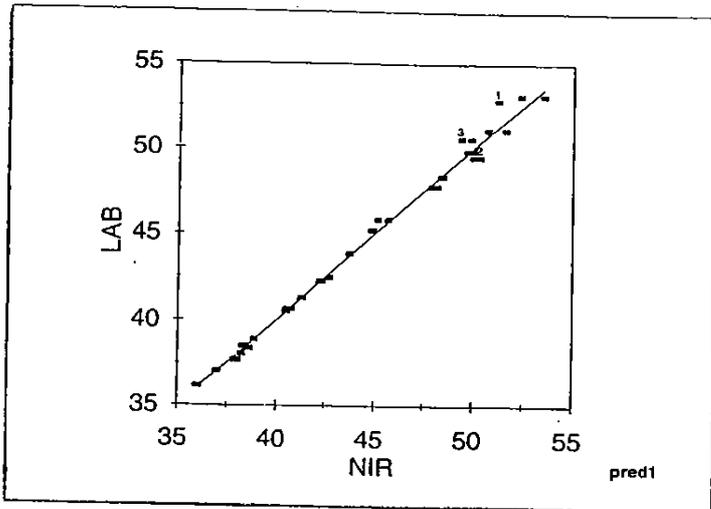
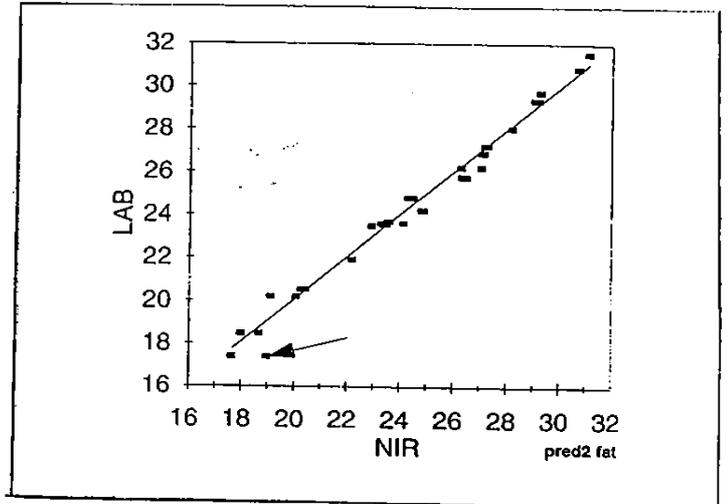


Fig. 4 : : relation teneur en MG -absorbance



Les prédictions sur la composition en eau et en MG semblent donc correctes dans un large domaine, grâce à l'utilisation de ces techniques mathématiques de correction.

La validation de cette calibration sur des fromages "réels", fabriqués en milieu industriel est en cours actuellement. L'ensemble de ces travaux fera l'objet d'une publication.