

UTILISATION D'UN MODELE DE TRANSFERT DE CHALEUR ET MATIERE COUPLE AVEC UN MODELE DE CROISSANCE DE MICROBIOLOGIE PREVISIONNELLE POUR L'OPTIMISATION D'UN PROCEDE UTILISANT L'AIR

BAUCOUR Ph., NICOLAS C., LEBERT I., LEBERT A., DAUDIN J.D.

Station de Recherches sur la Viande
INRA, Centre de Clermont-Ferrand-Theix
63122 Saint Genès Champanelle

Le souci de sécurité et de qualité est une préoccupation de première importance dans les industries agroalimentaires. De nombreux procédés utilisent l'air comme fluide de transport de la chaleur et de la matière. Les propriétés de cet air (température, vitesse et humidité relative) sont ajustées afin de maîtriser les qualités de l'aliment en jouant, de façon indirecte et sans la mesurer, sur l'activité de l'eau en surface (a_{ws}) qui a un impact majeur sur la croissance microbienne.

L'objectif de ce travail est l'utilisation d'un outil permettant d'évaluer l'impact de la conduite des procédés sur la qualité et la sécurité des produits quand la surface de ceux-ci est balayée par un flux d'air (BAUCOUR *et al.*, 2002). Cet outil résulte du couplage de deux modèles décrivant l'évolution pour le premier de la teneur en eau et de la température dans et en surface d'un produit alimentaire et pour le deuxième du développement des microorganismes dans les aliments. L'outil a été validé dans le cas de la croissance de *Pseudomonas spp* en surface d'un muscle de porc placé dans un flux d'air. Ce modèle est utilisé maintenant pour étudier l'influence de paramètres de contrôle du procédé (température, vitesse, humidité relative de l'air), de paramètres intrinsèques au produit (diffusivité de l'eau, courbe de sorption, chaleur spécifique), de paramètres géométriques du produit (épaisseur, longueur) ou de paramètres liés à la bactérie (temps de latence, temps de génération). Dans toutes les simulations qui suivent, le produit modèle utilisé est un gel de gélatine 60 bloom placé dans un flux d'air de température 10°C et d'humidité relative 90%; la gélatine, pH = 6, est contaminée en surface par *Pseudomonas spp* à un niveau initial de 10 UFC/cm².

Dans les industries alimentaires, la vitesse de l'air en contact avec les aliments varie en général entre 0,2 et 5 m/s. Les faibles valeurs se retrouvent dans des installations de type affinage de fromages, les plus fortes lors du refroidissement de pièces telles que des carcasses de bovins. Les flux d'eau sont approximativement doublés lorsque la vitesse est multipliée par quatre, d'où l'évolution de l'activité de l'eau en surface (Figure 1a). En conséquence, une diminution de la population maximale est observable à 5 et 1 m/s (Figure 1b).

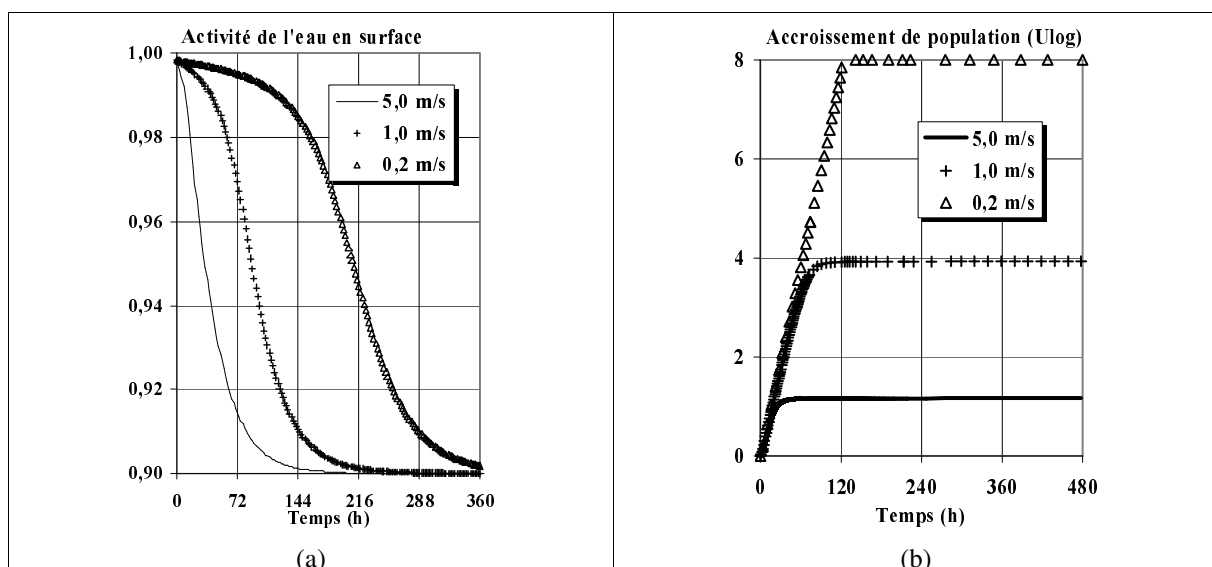


Figure 1 – Evolution de l'activité de l'eau et d'une population de *Pseudomonas spp.* en surface d'un gel de gélatine (épaisseur 1 cm) placé dans un flux d'air ($T=10^{\circ}\text{C}$, $HR=90\%$) de vitesse variable

L'épaisseur du produit est une variable importante car plus le produit est épais et plus la quantité d'eau disponible est importante : l'activité de l'eau en surface diminue plus lentement (Figure 2a). En conséquence, seule une épaisseur de 5 mm limite la croissance bactérienne (Figure 2b).

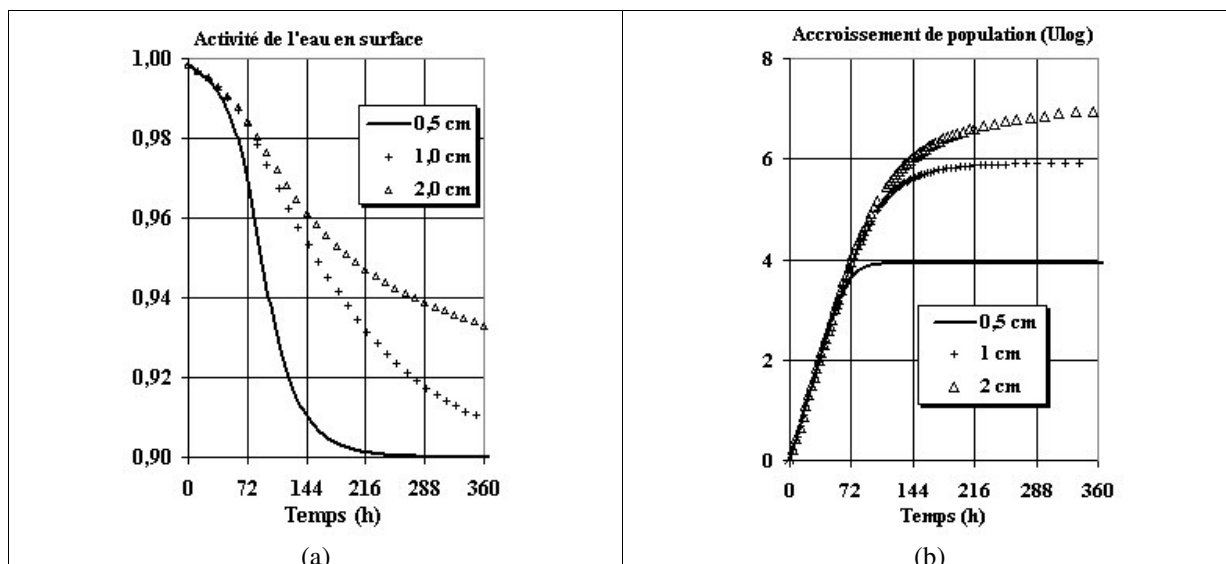


Figure 2 – Evolution de l’activité de l’eau et d’une population de *Pseudomonas spp.* en surface d’un gel de gélatine d’épaisseur variable placé dans un flux d’air ($T=10^{\circ}\text{C}$, $\text{HR}=90\%$)

La diffusivité de l’eau est un paramètre important pour le calcul du transfert d’eau à l’intérieur du produit. Elle détermine en partie l’activité de l’eau en surface du produit et conditionne partiellement la croissance bactérienne. Deux situations ont été testées : la première avec une diffusivité de l’eau fonction de la teneur en eau du produit ($D=f(X)=a \cdot \exp(b \cdot X \cdot \exp(e \cdot (X+f))) + c \cdot (a \cdot X + b)$) et la deuxième avec diffusivité constante ($2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$). L’évolution de l’activité de l’eau en surface (Figure 3a) et de population finale sont légèrement différentes (Figure 3b).

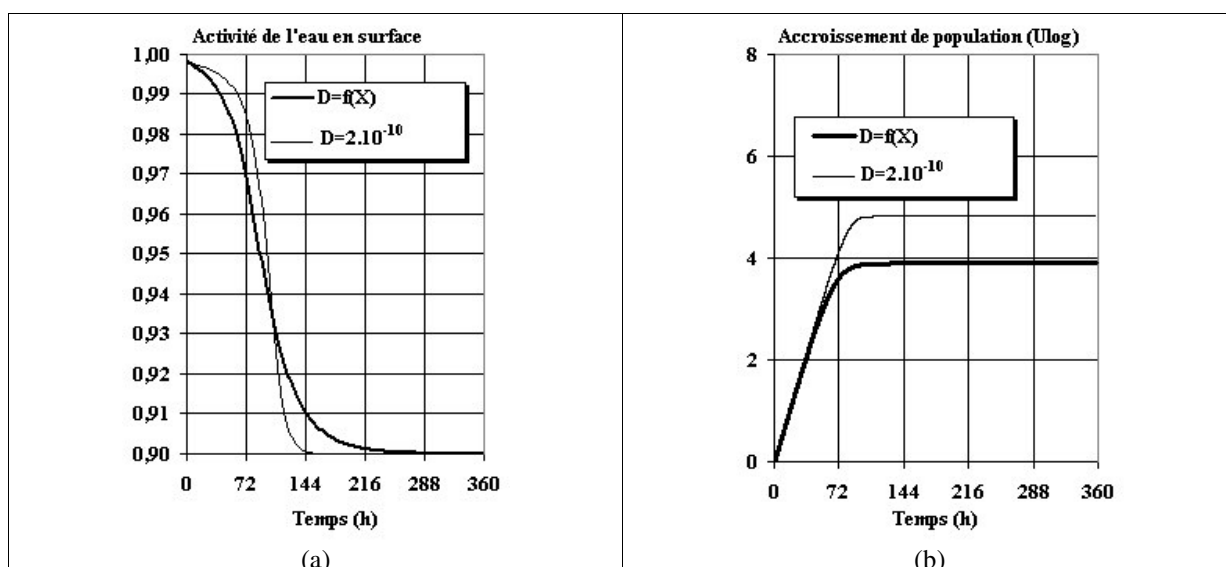


Figure 3 – Evolution de l’activité de l’eau et d’une population de *Pseudomonas spp.* en surface d’un gel de gélatine (épaisseur 1 cm) de diffusivité variable, placé dans un flux d’air ($T=10^{\circ}\text{C}$, $\text{HR}=90\%$, $V=1 \text{ m/s}$)

Conclusion

Le modèle développé permet de calculer rapidement les conséquences d’une variable procédé ou produit sur l’évolution d’une population bactérienne. Il est utilisable pour toute bactérie dont la croissance a été étudiée et modélisée et pour tout produit dont on connaît notamment la courbe de sorption.

Bibliographie

P. Baucour, I. Lebert, A. Lebert, J.D. Daudin, 2002. Modélisation de la croissance de *Pseudomonas spp.* En surface d’un muscle de porc placé dans un flux d’air. Journées Agoral, Nancy, mars 2002