



**HAL**  
open science

## Vers une stratégie expérimentale optimale pour identifier un modèle de séchage d'aliment

Daniel Goujot, Francis Courtois

► **To cite this version:**

Daniel Goujot, Francis Courtois. Vers une stratégie expérimentale optimale pour identifier un modèle de séchage d'aliment. 12. Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2009), Oct 2009, Marseille, France. SFGP, Société Française de Génie des Procédés, 2009, À la croisee des sciences et des cultures: actes du 12ème Congrès de la Societe française de genie des procedes. hal-01186896

**HAL Id: hal-01186896**

**<https://hal.science/hal-01186896>**

Submitted on 25 Aug 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Vers une stratégie expérimentale optimale pour identifier un modèle de séchage d'aliment.

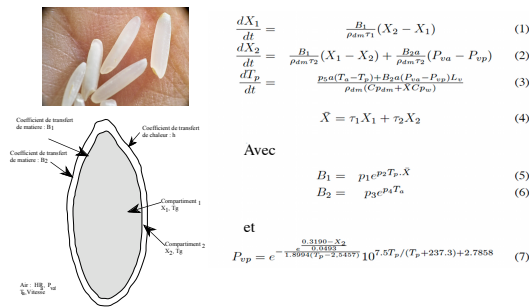
Daniel Goujot & Francis Courtois

## Résumé

L'objectif de cette étude est de calculer, par un algorithme de planification appliqué à un modèle dynamique non-linéaire décrivant la variation de la teneur en eau et la température de riz soumis à un séchage en couche mince, un protocole expérimental permettant d'identifier avec une seule expérimentation les paramètres inconnus du modèle dynamique.

## Applications au séchage du riz

Les paramètres inconnus sont le coefficient de transfert d'eau entre les deux compartiments (concentriques) d'un grain de riz, les coefficients de transfert d'eau et de chaleur en surface, et leurs dépendances en la température. L'objectif de cet étude est de réduire la durée d'expérimentation nécessaire pour identifier ces paramètres.



$$\frac{dX_1}{dt} = \frac{B_1}{\rho_{\text{air}} V_1} (X_2 - X_1) \quad (1)$$

$$\frac{dX_2}{dt} = \frac{B_2}{\rho_{\text{air}} V_2} (X_1 - X_2) + \frac{B_{\text{ext}}}{\rho_{\text{air}} V_2} (P_{\text{ext}} - P_{\text{ext}}) \quad (2)$$

$$\frac{dT_p}{dt} = \frac{p_1 \alpha (T_a - T_p) + B_2 \alpha (P_{\text{ext}} - P_{\text{ext}}) L_c}{\rho_{\text{air}} (C_p \rho_{\text{air}} + X C_p P_{\text{ext}})} \quad (3)$$

$$\bar{X} = \tau_1 X_1 + \tau_2 X_2 \quad (4)$$

Avec

$$B_1 = p_1 e^{p_2 T_p} X \quad (5)$$

$$B_2 = p_2 e^{p_4 T_p} \quad (6)$$

$$P_{\text{ext}} = e^{-\frac{0.3190 - X_2}{1.8894 (T_p - 2.3357)}} 10^{T_p / (T_p + 237.3) + 2.7858} \quad (7)$$

## Méthodologie

- Le modèle dynamique non-linéaire est écrit sous forme de représentation d'état 1-7 et une valeur de départ est donnée pour les paramètres à identifier.
- Une reparamétrisation est souvent nécessaire pour mettre les paramètres sur une même échelle et garantir des intervalles plausibles pour chaque paramètre.
- Le protocole est lui aussi reparamétrisé pour les mêmes raisons
- Les équations d'état 1-7 sont dérivées analytiquement en p.
- L'intégrateur (ode15s) résout simultanément les équations 1-7 et celles du d)
- L'optimiseur calcule le protocole A-(ou D- ou E-) optimal sur la base de e)
- On réalise l'expérience calculée par f) (ou on réalise une simulation bruitée)
- On identifie les paramètres, avec intervalles de confiance grâce à e), avec les données expérimentales de g)
- Si les intervalles de confiances sont plus grand que espéré, alors on retourne en f) en accumulant l'information obtenue en g)

## Résultats

Lors de l'étape f), l'optimiseur modifie le profil de température et d'humidité relative de l'air afin de maximiser l'information acquise à l'expérience ultérieure.

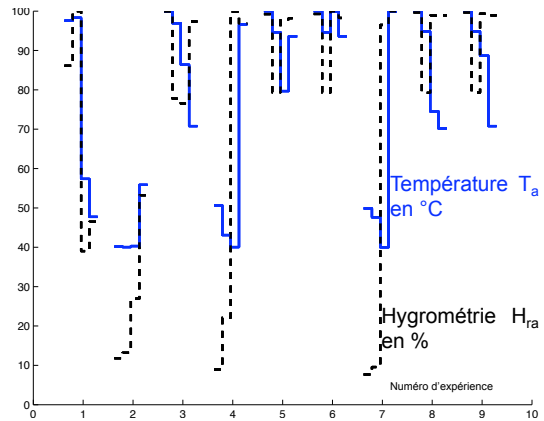


Fig1: Barèmes (température et hygrométrie de l'air changeant tous les 15 minutes) planifiés en f).

On obtient le profil suivant pour les variables de l'état du modèle, dans le cas de l'A-Optimalité, à la première itération. On observe que l'optimiseur cherche à faire faire le maximum de variations à la teneur en eau moyenne du grain.

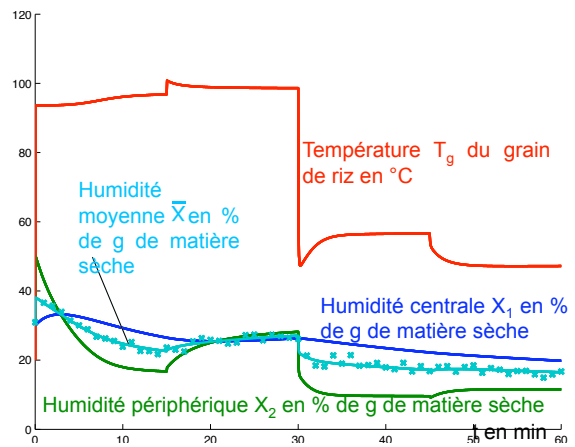


Fig2: dynamique des variables d'état et de l'humidité moyenne dans le modèle estimé (-) et lors de la 1<sup>ère</sup> expérience (x) (exécution 1 sur la fig1).

On obtient des profils différents en D-optimalité et en E-optimalité. La D-optimalité prétend fournir le plus d'information à nombre égal d'expérience, mais en pratique fait moins bien que la A-optimalité.

## Conclusion

La méthode n'a été testée, pour l'instant, qu'en simulation (bruitée) et sur plusieurs classes de modèles, et avec des critères de D, A et E-optimalité.

Une validation expérimentale est à prévoir rapidement.

## Contact

Daniel Goujot - daniel.goujot@agroparistech.fr - 01 6993 5188  
UMR GENIAL (1145)  
AgroParisTech - Centre de Massy  
1 Avenue des Olympiades, F-91300 MASSY



www.agroparistech.fr

Comment citer ce document :

Goujot, D., Courtois, F. (2009). Vers une stratégie expérimentale optimale pour identifier un modèle de séchage d'aliment. In: A la croisée des sciences et des cultures : actes du 12ème Congrès de la Société française de génie des procédés. Presented at 12. Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2009). Marseille, FRA (2009-10-14 -