

Dryer3000, la genèse

Francis Courtois

Au départ : une thèse

- 1988-1990 : ingénieur R&D à l'ITCF
- 1991 : docteur ENSIA

Sujet de la thèse :

Amélioration de la qualité agro-industrielle du maïs par la modélisation dynamique du séchage

(un des) Objectifs

Construire un simulateur :

- Séchoirs à flux mixtes
- Maïs
- Régime permanent
- Prédissant température, humidité et qualité amidonnière du maïs séché
- Prédissant la capacité évaporatoire et le rendement énergétique

En fin de thèse (1990)

Dryer2000 : logiciel convivial :

- Sur Macintosh (CPU : Motorola 68030)
- Versions FR et US
- En Think Pascal
- Protégé par dongle
- Vendu aux 3 constructeurs français... réticents au mac

Dryer2000

The screenshot displays the Dryer2000 software interface. At the top, the menu bar includes 'Fichier', 'Edition', 'Simulation', and 'Fenêtres'. The 'Fichier' menu is open, showing options like 'Nouveau', 'Ouvrir', 'Fermer', 'Sauver', 'Sauver sous', 'Ancienne version', 'Exporter', 'Mise en page', 'Imprimer', and 'Quitter'. The main workspace shows a process flow diagram with four stages: 1 SECHAGE, 2 RELAXATION, 3 SECHAGE, and 4 RELAXATION. A window titled 'Essai 1987 / 4' is open in the foreground, displaying simulation results. At the bottom, there are icons for different test configurations: 'Essai 1987 / 1', 'Essai 1987 / 2', 'Essai 1987 / 4', 'Essai 1987 / 1', 'Essai SUN', 'Essai SATI', and 'Essai SATI'.

Résultats de la simulation :

- Titre en eau : 16.49 %
- Température : 24.19 °C
- Qualité : 83.43 %T
- Débit de grain sec : 91.37 kg/h
- Cycle : 46.0 s
- Débit de grain sec ajusté : 90.99 kg/h
- Pouvoir d'évaporation : 27.3 kg / h
- Puissance thermique : 34275.3 kcal/h

Maître assistant à l'ENSIA

Réécriture du cœur du code

- en C ANSI (interface minimale)
- sur station SUN (sous UNIX)
- régimes permanent et transitoire (simulation de commandes)

Note : Dryer2000 utilisé par 1 seule personne à l'ITCF

1997-2000

Thèse similaire de Miguel Abud :

- Simulation de séchoirs à flux mixtes pour le riz
- Qualité du riz : taux de brisures
- Modèle de séchage légèrement différent (2 au lieu de 3 compartiments)

Fin 2003

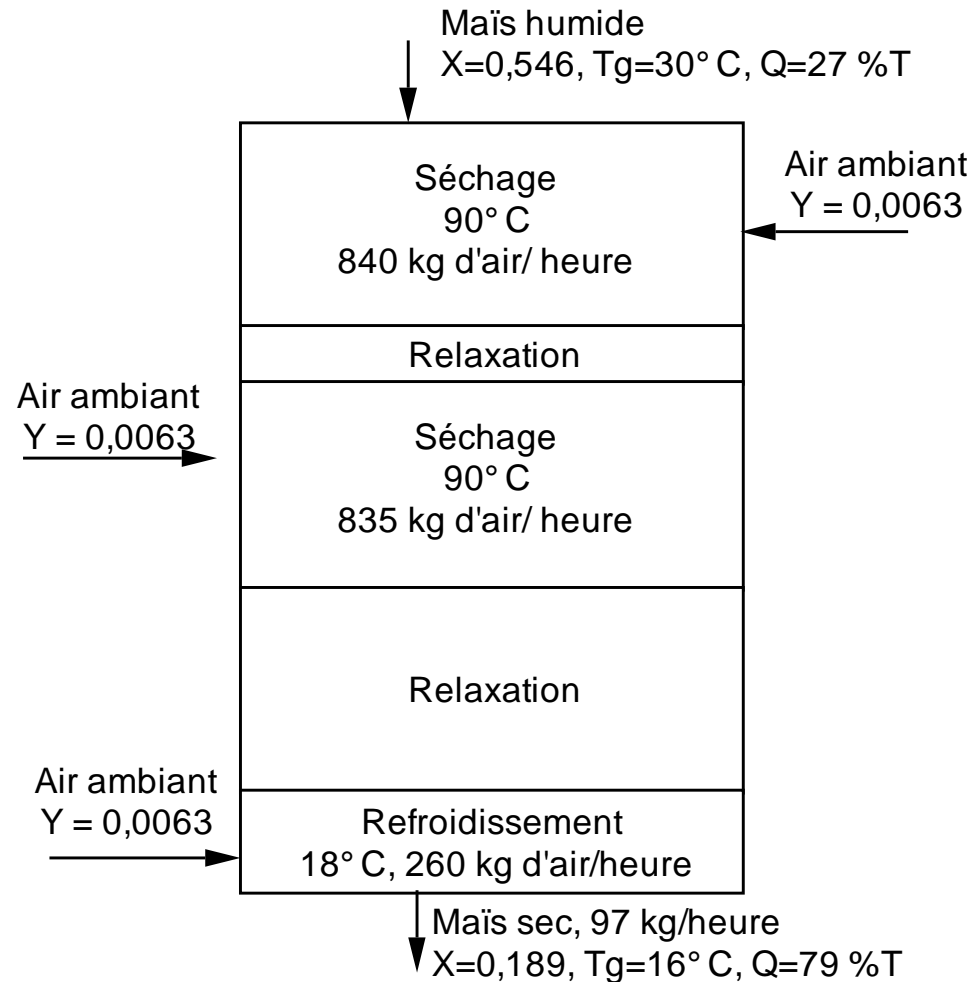
- Sollicitation par un constructeur brésilien de séchoirs à grains
- Demande pour un équivalent de Dryer2000
 - En portugais
 - Pour le maïs et le riz
 - Fonctionnant sur PC (XP)

2004

Des choix décisifs :

- Le langage *orienté objet* : C++
- Librairie graphique open source et cross-platform : wxwidgets
- Développement progressif :
 - Librairie de calcul
 - Interface conviviale
- Développement sur Linux ou Mac, cross-compilation vers XP

Validation sur séchoir industriel



Validation sur séchoir industriel

Results (humidity, temperature, quality of dry grain)

Experiments

200 kg/h, 50°C, Grain 15.9%, 21°C

155 kg/h, 65°C, Grain 16%, 19°C

260 kg/h, 65°C, Grain 16%, 19°C, 0.63

250 kg/h, 80°C, Grain 22%, 23°C, 0.58

120 kg/h, 70°C, Grain 22%, 25°C, 0.60

Experimental

13.5-14%, 26°C

11.9-12.6%, 30°C

13.2-13.5%, 28°C, 0.62

17%, 32°C, 0.57

15%, 31°C, 0.52

Simulated

13.7%, 27.4°C

12.5%, 32°C

13.3%, 31°C, 0.63

17.5%, 26°C, 0.58

14%, 28°C, 0.59

Common characteristics:

ambient air = 20°C, 0.010 d.b.

5 drying stages

1 cooling stage

air flow = 189 m³/h/stage

Logiciel de CAO - 1

Editer la configuration

Réglages produit

produit:	corn
coefficient d'ajustement:	1
input moisture content (%):	35.32
température grain entrée (C):	30
qualité grain entrée (%):	27

Réglages air ambiant

pression (Pa):	101361
teneur en eau (b.s.):	0.006
température (C):	18

Réglages séchoir

section (m2):	0.275
humidité du grain en sortie (%):	15.9
temps entre 2 extractions (s):	60
masse extraite (kg):	1.6

Réglages simulation

max. it. pour avoir Hf:	4
max. it. pour le recyclage:	1
vitesse simulation (%):	30
dz (m):	0.0005

Etages

```
SECH : 6 * 0.25 * 86.49 : H *AMB => 840 * 90 => AMB  
RLAX : 1 * 0.25 * 100 :  
SECH : 6 * 0.25 * 86.49 : H *AMB => 835 * 90 => AMB  
RLAX : 1 * 0.75 * 100 :  
REFD : 1 * 0.25 * 86.49 : H *AMB => 260 * Amb. => AMB  
RLAX : 1 * 0.625 * 100 :
```

+ - Haut Bas x2

Cancel OK

Logiciel de CAO - 2

Editer l'étage #3

Type d'étage

Séchage
 Relaxation
 Refroidissement

Nombre de CEs: 6

démarre en contre courants

Air de: AMB

Air vers: AMB

Hauteur 1 CE (m): 0.25

Débit (kg/h): 835

Taux remplissage CE (%): 86.49

Température (C): 90

Cancel OK

Résultats de simulation

itcf_1987_2.dat
qualité en entree: 27% (0.568636 abs.)

Réglages séchoir
mass extracted per cycle: 1.6 kg
durée cycle: 60 s
humidité du grain en sortie (consigne): 15.9 % b.h. (X: 0.189 b.s.)
surface section: 0.275 m2
nombre d'étages: 6
nombre de blocs de recyclage: 0

Etage #	Type	nCE	H1CE	Coeff	CE#1	AirDe	AirVers	Débit	Tain	Yin
1	SECH	6	0.25 m	86.49%	Contre	AMB	AMB	840.0 kg/h	90.0 C	0.006
2	RLAX	1	0.25 m	100%						
3	SECH	6	0.25 m	86.49%	Contre	AMB	AMB	835.0 kg/h	90.0 C	0.006
4	RLAX	1	0.75 m	100%						
5	REFD	1	0.25 m	86.49%	Contre	AMB	AMB	260.0 kg/h	18.0 C	0.006
6	RLAX	1	0.625 m	100%						

Résultats simulés
débit de grain en sortie (selon réglages): **94.4 kg/h** à la place de 96.0 kg/h donné
débit de grain en sortie (à la consigne): **88.4 kg/h** à la place de 96.0 kg/h donné
Humidité finale du grain: 16.3 % b.h. (X: 0.194 b.s.)
Qualité finale du grain: 78.0% (0.108 abs.)
Température finale du grain: 18.4 C
Débit évaporatoire: 26.0 kg vapeur/h
Consommation thermique: 29330.9 kCal/h (34.1 kW)
Consommation Energétique Massique: 1126.7 kCal/kg vapeur (4716.6 kJ/kg vapeur)
Efficacité volumique: 21.3 kg vapeur/h/m3 grains
Profondeur efficace: 94.4 %
Saturation moyenne de l'air de sortie: 36.1 %

Lecture du fichier terminée

Bilan

- Développé en 1991, réécrit en 2004, ouvert sur :
 - Nouveaux produits (soja, pois, etc.)
 - Nouveaux OS
- Utilisé par très peu de gens (en dehors de l'enseignement)
- Rendement financier négatif !
- Quelle suite envisager ?