

# INAVI: Vers un outil pratique de simulation de la croissance des poulets de chair

Maxime QUENTIN  
*Thèse Cifre-ITAVI*

Sous la direction de : Michel Picard (INRA) & Isabelle Bouvarel (ITAVI)

## Sujet initial de la thèse :

« Réactualisation des besoins nutritionnels du poulet de chair »

A l'époque ...

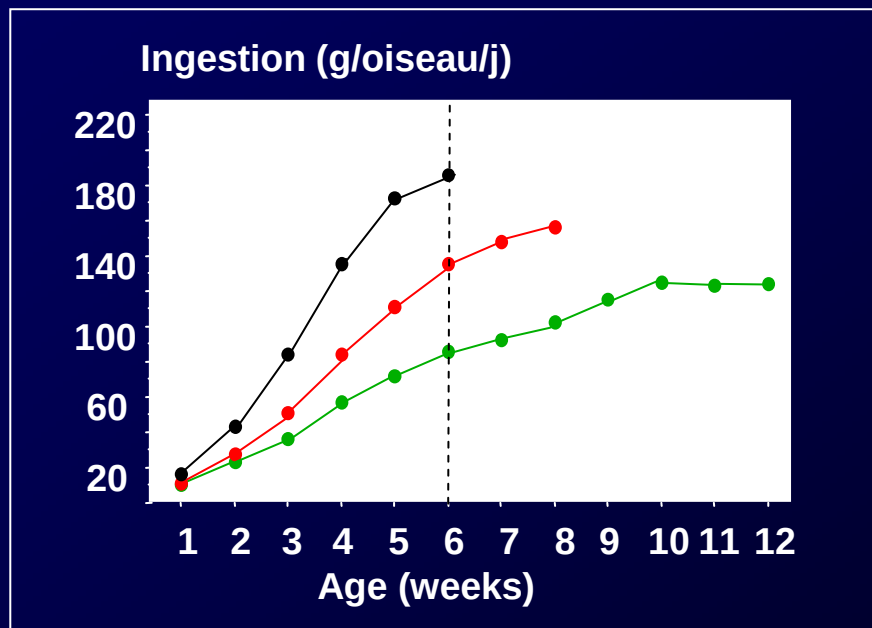
Un besoin  
nutritionnel



INRA, 1984; NRC 1994 etc...

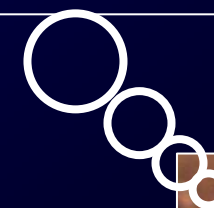


**Fermes**



**Genotypes**

**Diversité**



## En pratique : « complexité »

### Nutrition

(AA, EM, présentation physique etc...)

**Contraintes ?**  
(politiques etc...)

**Optimiser  
une norme**

**Croissance,  
Système de production,  
Profit...**

**Environnement d'élevage**  
(T°, lumière, humidité etc...)

**Environnement Économique**  
(Matières I, produits etc...)

### Un outil d'aide à la décision

**Professionnel :**

Une question  
Un problème



### Un outil qui valorise l'expérience de l'utilisateur

**Professionnel :**

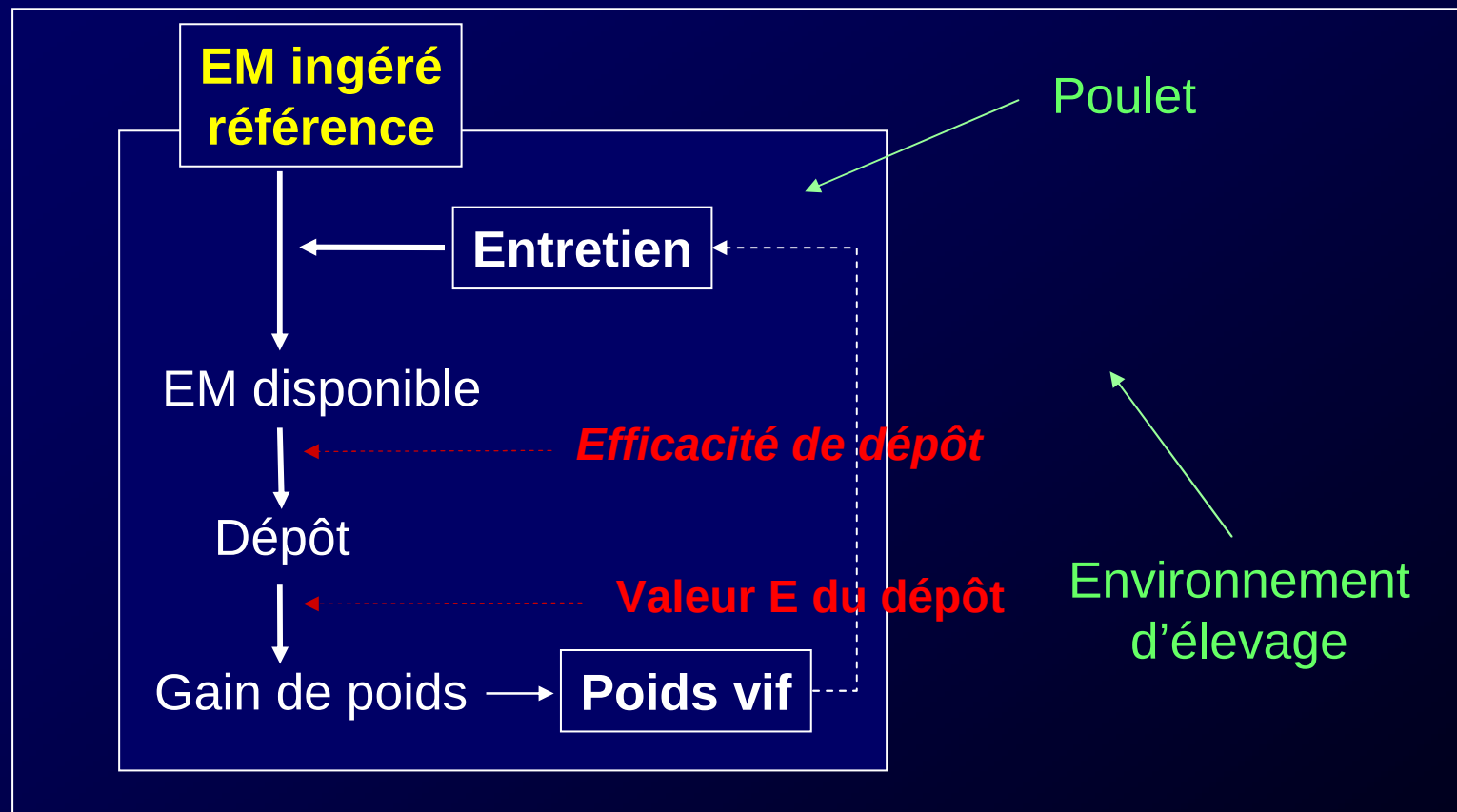
- ses normes
- ses données
- son expérience



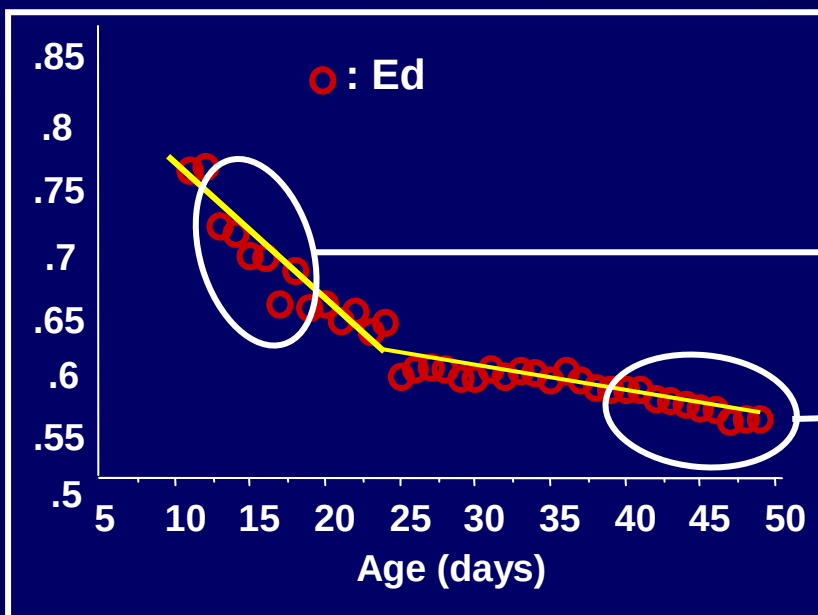
**Amélioration par l'utilisateur**

- 1. Mécanistique / Dynamique / Déterministe**
- 2. Pas de temps : l'heure**
- 3. L'ingestion comme force motrice**
- 4. Simplification :** Peu de paramètres  
Activité physique & Calibration  
« Thermostat »  
Sous-Modèles
- 5. Accessible aux utilisateurs**

## INAVI 1.0 : L'énergie comme nourriture



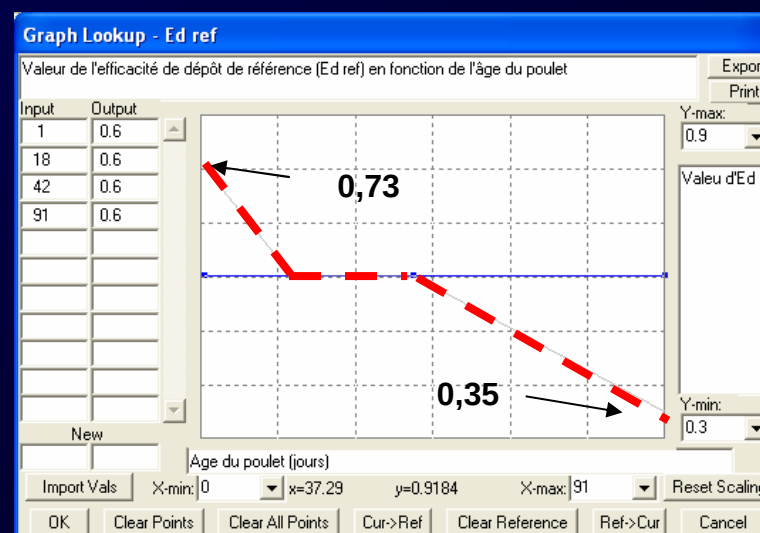
## 2. Calibration



- Jeunes poulets

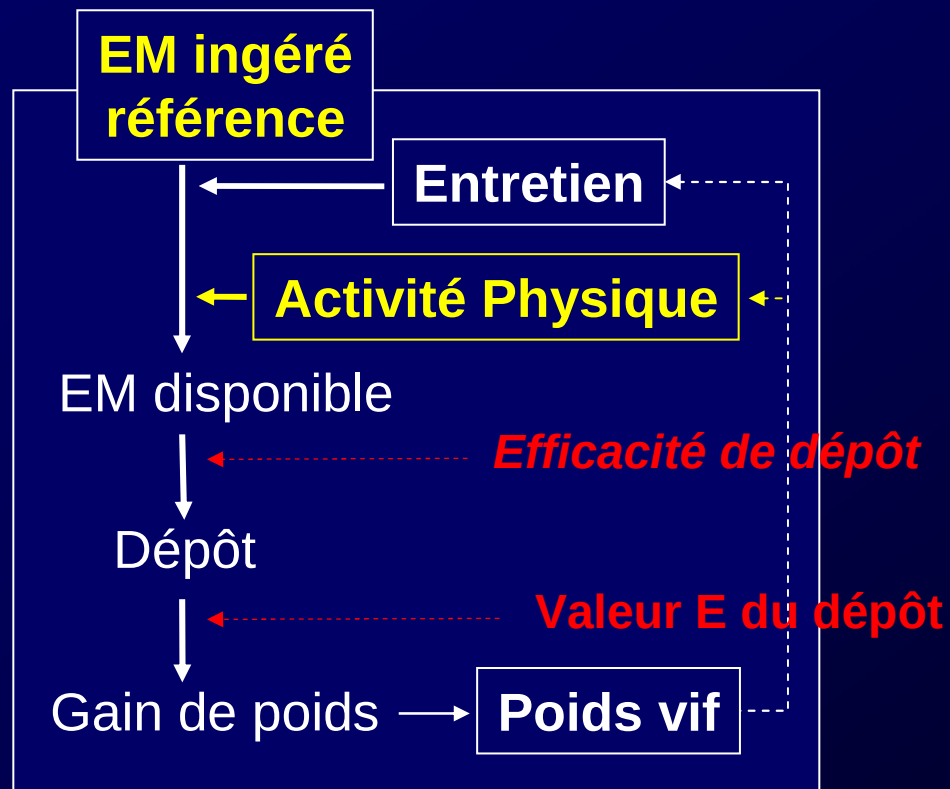
- Poulets Label

Ajustement : Quelle Signification d'Ed ?





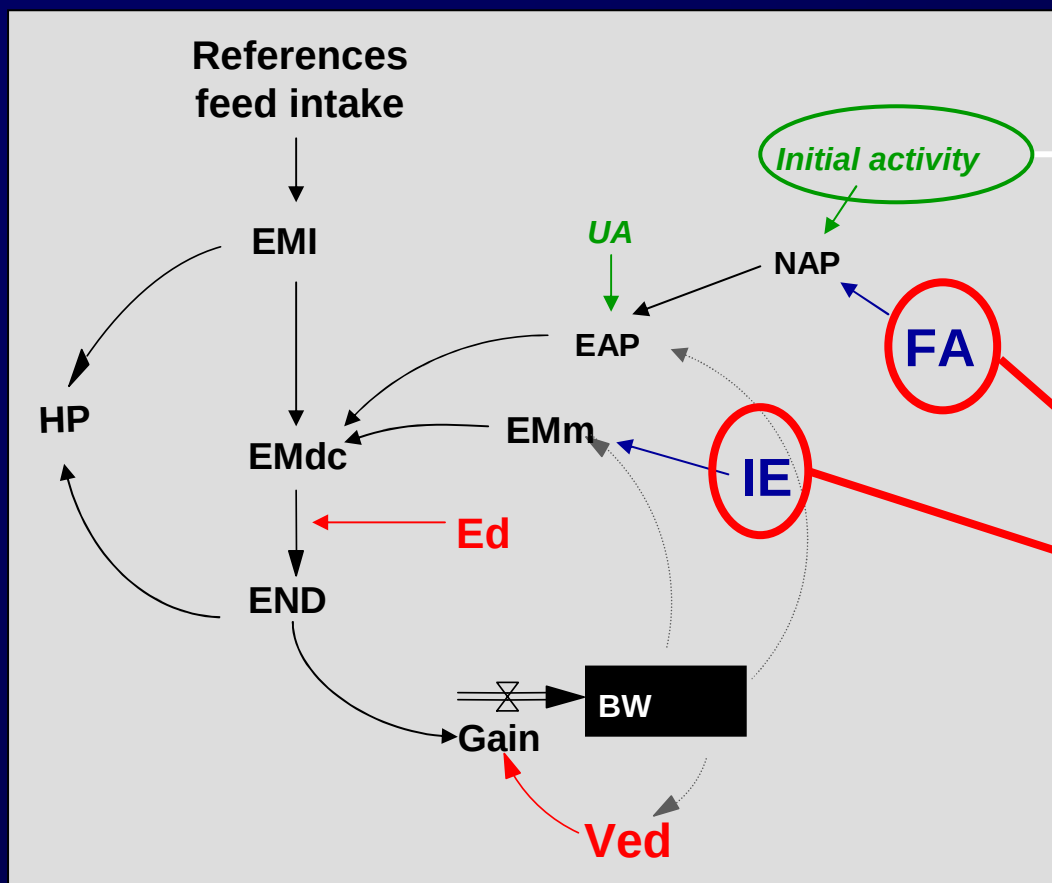
## Pourquoi dissocier l'activité physique ?



- Comportement  
= lot ou génotype
- Parcours  
= mode de production
- Granulométrie  
(Savory, 1978)

## Peu de paramètres : Activité Physique

7 à 15% de l'EM ingérée (Wenk et Vans Es, 1976)



Scan-Sampling

Calibration

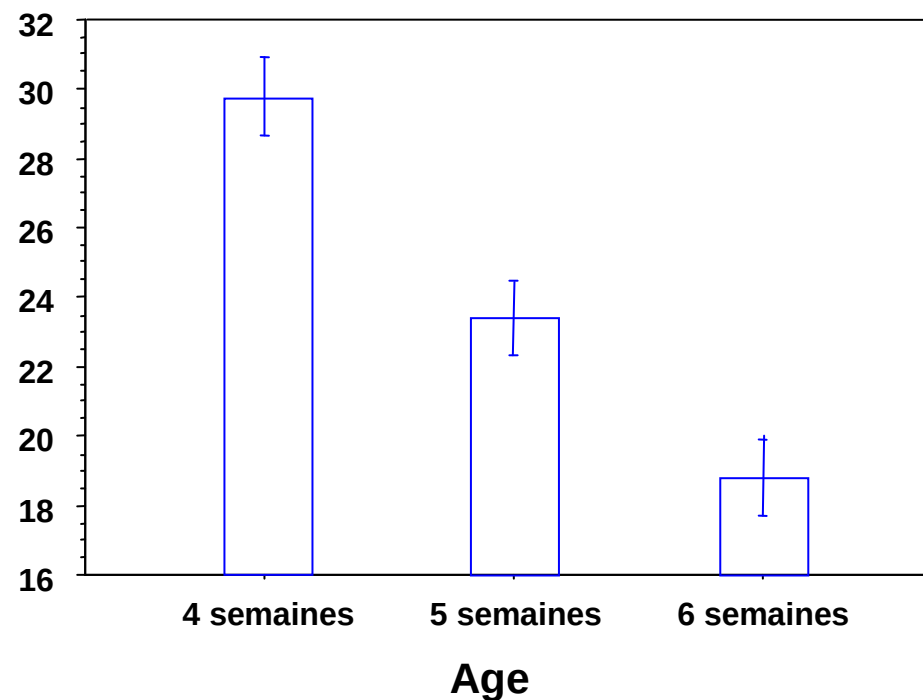
**INAVI**

## Peu de paramètres : Activité Physique

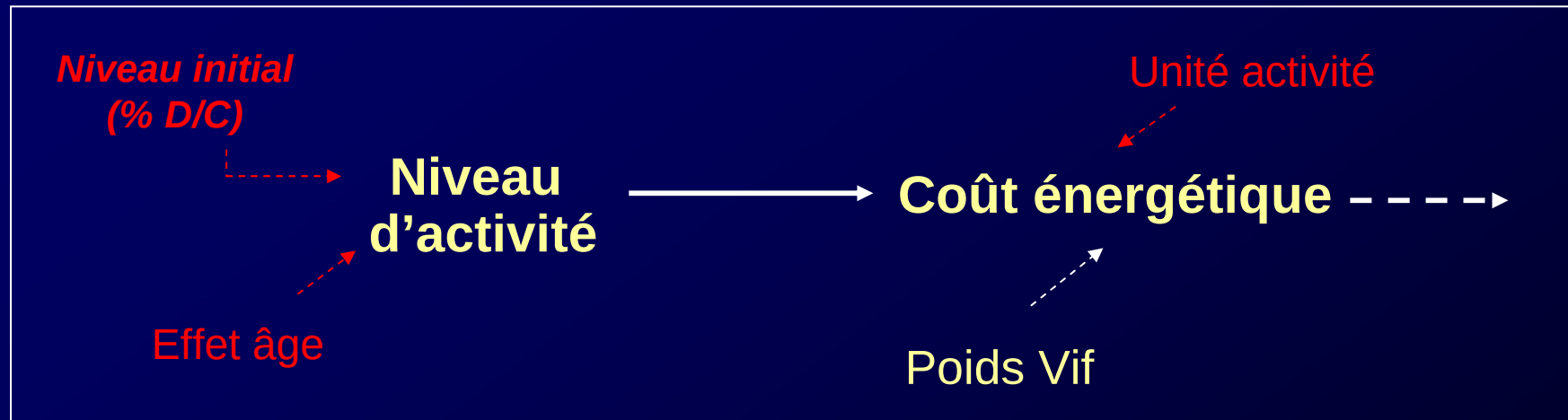
7 à 15% de l'EM ingérée (Wenk et Vans Es, 1976)

### Mesure de l'activité physique (Ross)

Proportion de poulet debout (%)



**INAVI**

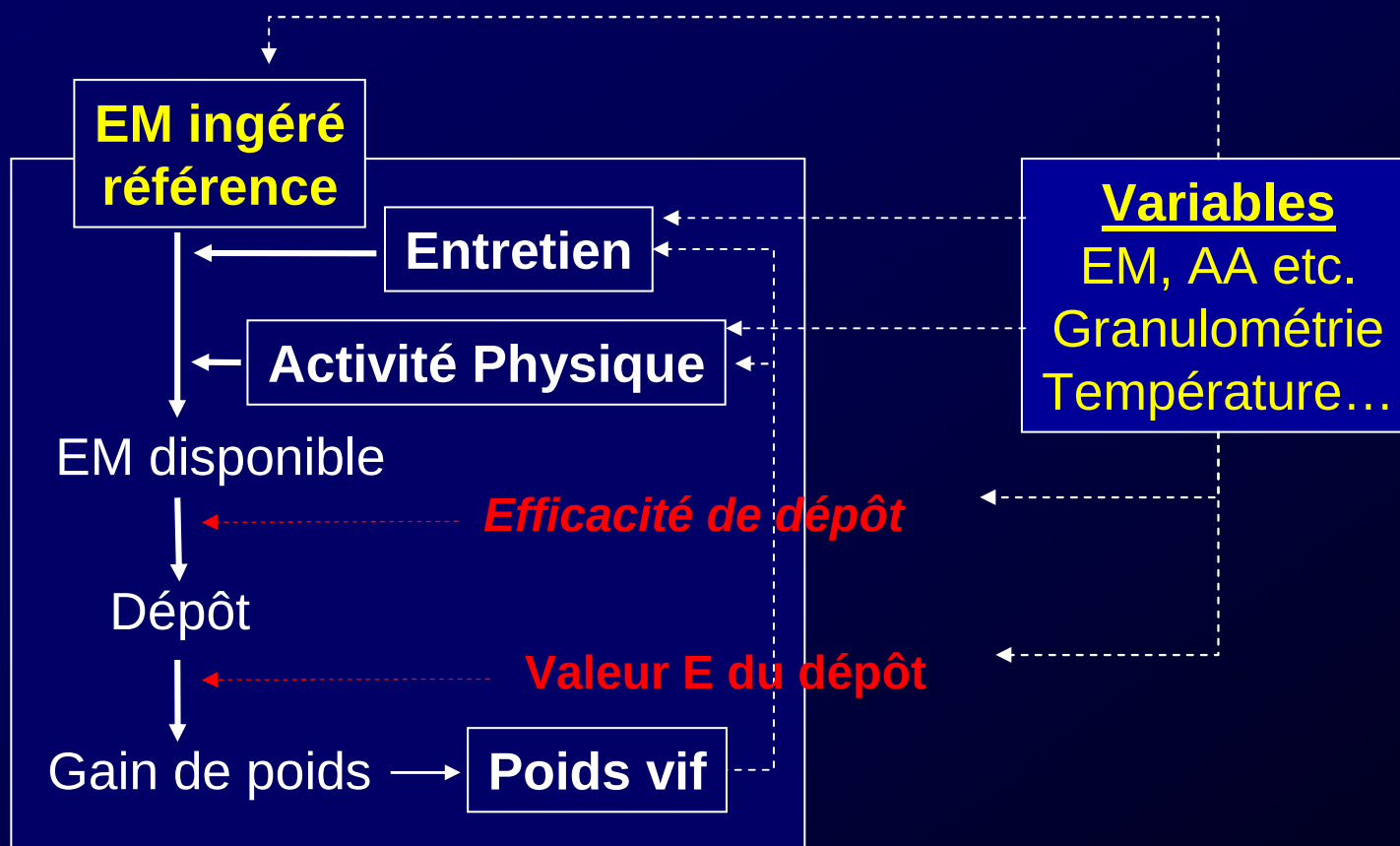


## Combien ça coûte ?

Porc croissance : Jusqu'à 20% de l'EM ingérée (Noblet, 1993)

Pondeuse : 18 à 25% de la prod chaleur (Boshouwers, 1985; Yuzhi, 1991)

Poulet : 7 à 15% de l'EM ingérée (Wenk et Vans Es, 1976)



### Quel contrôle de l'ingestion ?

Un changement d'EM de l'aliment = ajustement de l'ingestion

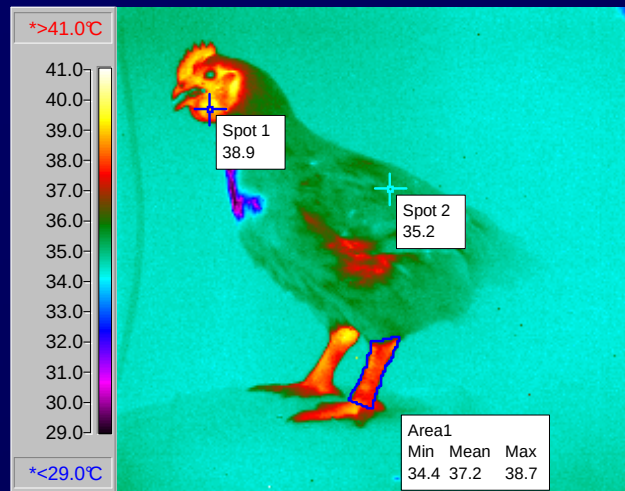
Une sub-carence en AA = modification de l'ingestion



Hypothèse de l'homéostasie thermique

Production de chaleur  $\longleftrightarrow$  Thermolyse

« Les poulets à croissance rapide ont toujours faim et sont hyperthermiques »



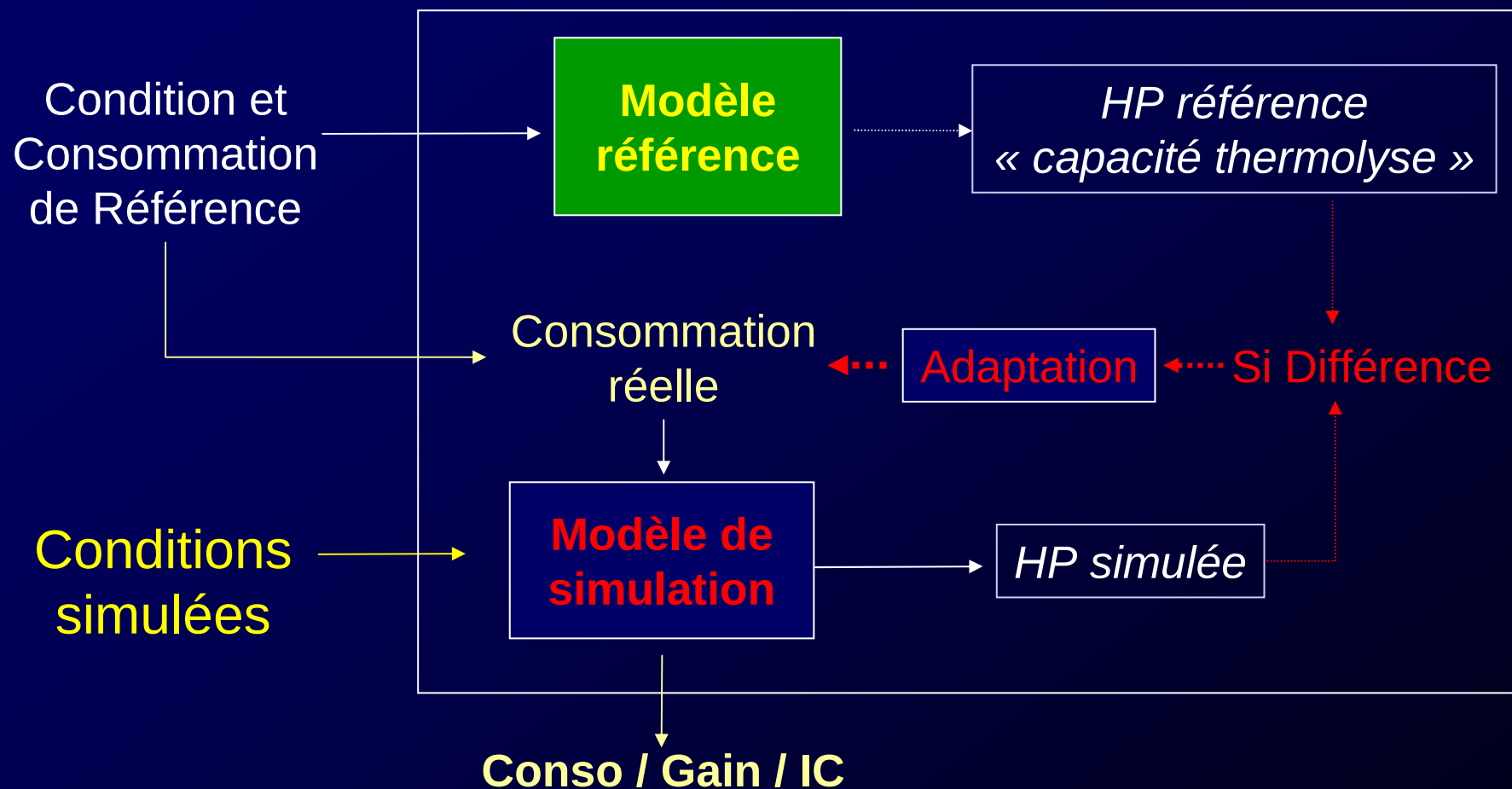
(Yahav et al., 2001)

Homéostasie Thermique :

Thermolyse  $\rightleftharpoons$  Thermogenèse

L'ingestion est ajustée à une capacité de thermolyse de référence :

....Le thermostat

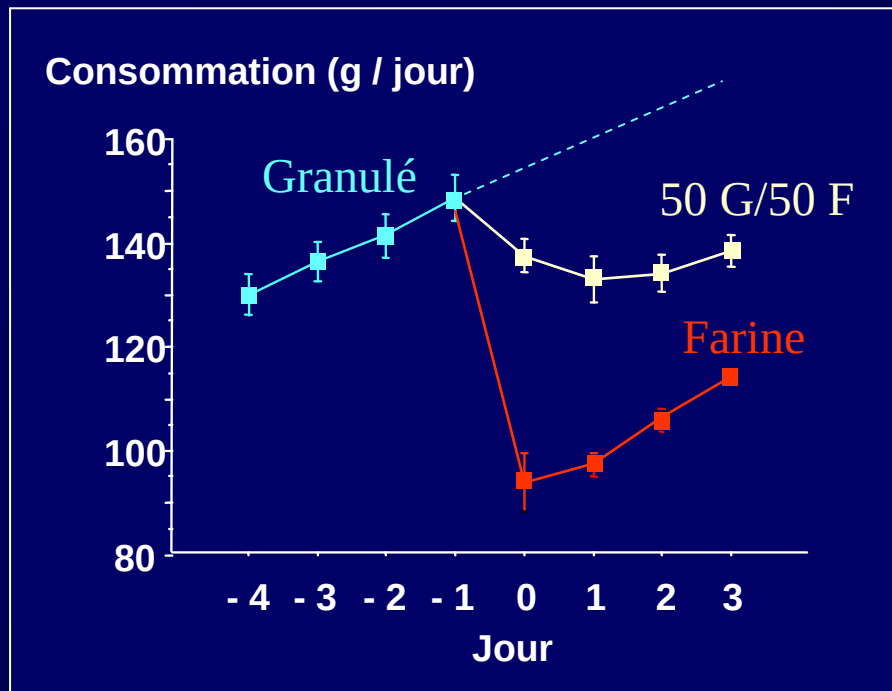




## Quel paramètre physique ?...

= Le taux de fines particules

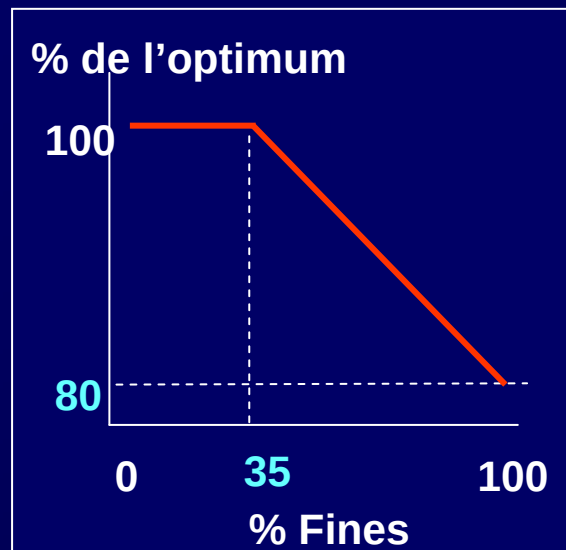
### Expérience n°1



### Expérience n°2

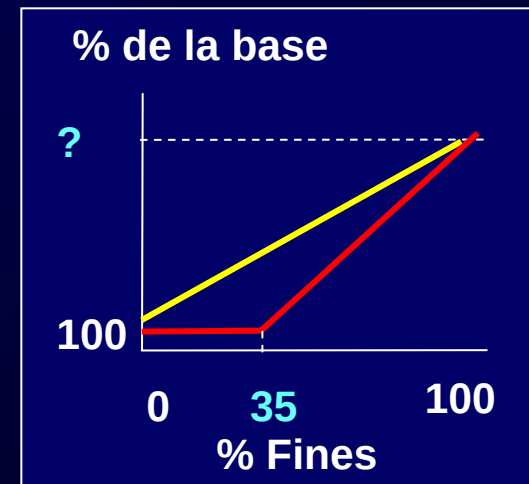
|       | PV<br>42 j | Période 21-42 j |     |
|-------|------------|-----------------|-----|
|       |            | Conso           | IC  |
| < 10% | 100        | 100             | 100 |
| 35%   | 99         | 99              | 101 |

Effet / Consommation : « préhensibilité »



- Augmentation de l'**activité physique**  
(Savory, 1978)

Niveau seuil...  
mais quel seuil ?  
(cf. -1 heure)



## - Implémentation / Amélioration

Du modèle = les rendements, régulation du thermostat etc...

Des sous-modèles = Le jeune poussin, effet démarrage..

## - Interface & distribution

CD rom, mise en forme du modèle pour utilisation pratique

**Les utilisateurs sont  
essentiels**

**Recherche  
(essai d'explication)**



**Vs**

**Le poulet  
bondissant...**

**Sur le terrain  
(faits réels)**

# Fonctionnement

Petite balade dans

The INAVI logo, consisting of the word "INAVI" in a green, sans-serif font, enclosed within a light blue rectangular box with a thin black border.

Sous Vensim

# Page d'accueil



## Simulation de la croissance des poulets de chair

Version Professionnelle

Cliquez pour accéder aux différentes parties du modèle

Voir le modèle

[Structure du modèle de référence](#)

[Structure du modèle de simulation](#)

[Structure du thermostat](#)

Voir les sous-modèles

[Sous-Modèle Aliment](#)

[Sous-Modèle Lumière](#)

[Sous-Modèle Environnement](#)

[1. Calibration](#)

[2. Simulations](#)



INAVI est un outil de calcul, de réflexion et de recherche entièrement paramétrable par l'utilisateur. Le but d'INAVI est exclusivement de faciliter l'analyse de problèmes d'élevage et non la prédiction de normes nutritionnelles. Toute utilisation d'INAVI se fait sous la responsabilité exclusive de l'utilisateur, et ne peut engager la responsabilité de l'INRA et de l'ITAVI.

*Sous Excel*

**Renseignements des données de  
référence, de calibration et de simulation**

# 1. Définir une situation de référence

Ross PM3

|            |    |                                   |    |
|------------|----|-----------------------------------|----|
| Age départ | 21 | Activité Physique initiale<br>(%) | 30 |
| Age Fin    | 42 |                                   |    |

| Données de référence Quotidienne |               |                  |                   |                        |
|----------------------------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| Age                              | Poids Vif (g) | Consommation (g) | Gain de poids (g) | Indice de consommation |
| 7                                | 138           | 25               | 24                | 1,042                  |
| 14                               | 388           | 58               | 44                | 1,318                  |
| 21                               | 767           | 95               | 61                | 1,557                  |
| 28                               | 1274          | 136              | 79                | 1,722                  |
| 35                               | 1868          | 166              | 88                | 1,886                  |
| 42                               | 2502          | 195              | 91                | 2,143                  |
| 49                               | 3131          | 215              | 88                | 2,443                  |
| 56                               | 3731          | 226              | 83                | 2,723                  |

| Caractéristique calculée de l'Aliment |         |                 |                  |                    |                              |
|---------------------------------------|---------|-----------------|------------------|--------------------|------------------------------|
| Age (j)                               | Age (h) | EMA (kcal / kg) | Tx Protéique (%) | Niveau du limitant | Taux de particules fines (%) |
| 1                                     | 24      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 2                                     | 48      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 3                                     | 72      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 4                                     | 96      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 5                                     | 120     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 6                                     | 144     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 7                                     | 168     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 8                                     | 192     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 9                                     | 216     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 10                                    | 240     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 11                                    | 264     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 12                                    | 288     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 13                                    | 312     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 14                                    | 336     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 15                                    | 360     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 16                                    | 384     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 17                                    | 408     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 18                                    | 432     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 19                                    | 456     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 20                                    | 480     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 21                                    | 504     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 22                                    | 528     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 23                                    | 552     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 24                                    | 576     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 25                                    | 600     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 26                                    | 624     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 27                                    | 648     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 28                                    | 672     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |



## 2. Calibration du modèle

La calibration consiste à ajuster le modèle et les données de référence

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Niveau d'entretien          | 64,00 |
| Facteur d'activité physique | 0.23  |

### 3. Simulation

#### Caractéristique calculée de l'Aliment

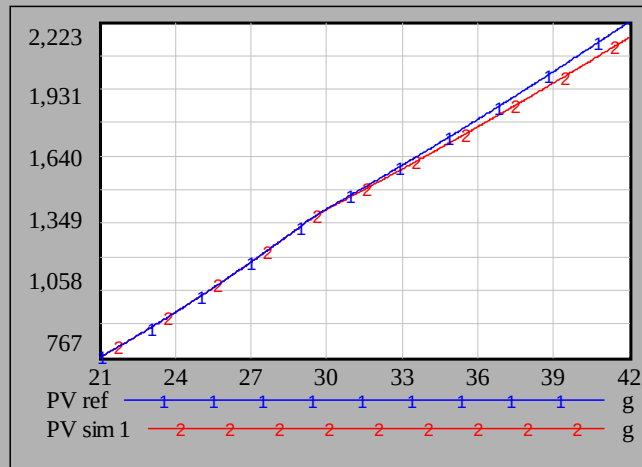
| Age (j) | Age (h) | EMA (kcal / kg) | Tx Protéique (%) | Niveau du limitant | Taux de particules fines (%) |
|---------|---------|-----------------|------------------|--------------------|------------------------------|
| 1       | 24      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 2       | 48      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 3       | 72      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 4       | 96      | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 5       | 120     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 6       | 144     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 7       | 168     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 8       | 192     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 9       | 216     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 10      | 240     | 3010            | 22,00            | 1                  | 0                            |
| 11      | 264     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 12      | 288     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 13      | 312     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 14      | 336     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 15      | 360     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 16      | 384     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 17      | 408     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 18      | 432     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 19      | 456     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 20      | 480     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 21      | 504     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 22      | 528     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 23      | 552     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 24      | 576     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 25      | 600     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 26      | 624     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 27      | 648     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 28      | 672     | 3175            | 21,00            | 1                  | 0                            |
| 29      | 696     | 3225            | 20,00            | 1                  | 0                            |
| 30      | 720     | 3225            | 20,00            | 1                  | 100                          |
| 31      | 744     | 3225            | 20,00            | 1                  | 100                          |
| 32      | 768     | 3225            | 20,00            | 1                  | 100                          |
| 33      | 792     | 3225            | 20,00            | 1                  | 100                          |

| Environnement d'élevage |         |             |                  |                 |                     | Densité (poulet/m²) |
|-------------------------|---------|-------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Age (j)                 | Age (h) | Lumière (h) | Température (°C) | Hygrométrie (%) | Ventilation (m.s-1) |                     |
| 1                       | 24      | 24          | 32               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 2                       | 48      | 24          | 32               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 3                       | 72      | 24          | 31               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 4                       | 96      | 24          | 31               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 5                       | 120     | 24          | 30               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 6                       | 144     | 24          | 30               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 7                       | 168     | 24          | 29               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 8                       | 192     | 24          | 29               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 9                       | 216     | 24          | 28               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 10                      | 240     | 24          | 28               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 11                      | 264     | 24          | 27               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 12                      | 288     | 24          | 27               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 13                      | 312     | 24          | 26               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 14                      | 336     | 24          | 26               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 15                      | 360     | 24          | 26               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 16                      | 384     | 24          | 26               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 17                      | 408     | 24          | 25               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 18                      | 432     | 24          | 25               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 19                      | 456     | 24          | 25               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 20                      | 480     | 24          | 25               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 21                      | 504     | 24          | 24               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 22                      | 528     | 24          | 24               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 23                      | 552     | 24          | 24               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 24                      | 576     | 24          | 24               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 25                      | 600     | 24          | 23               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 26                      | 624     | 24          | 23               | 60              | 0,00                | 5                   |
| 27                      | 648     | 24          | 23               | 60              | 0,00                | 5                   |

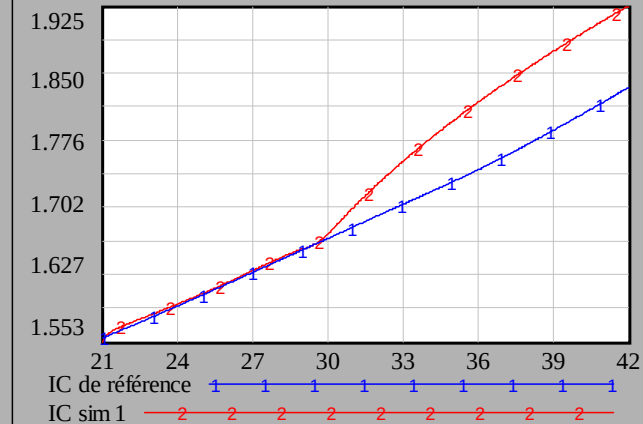
# Un exemple de simulation

## *Passage d'un aliment granulé à farine à partir de 30 jours*

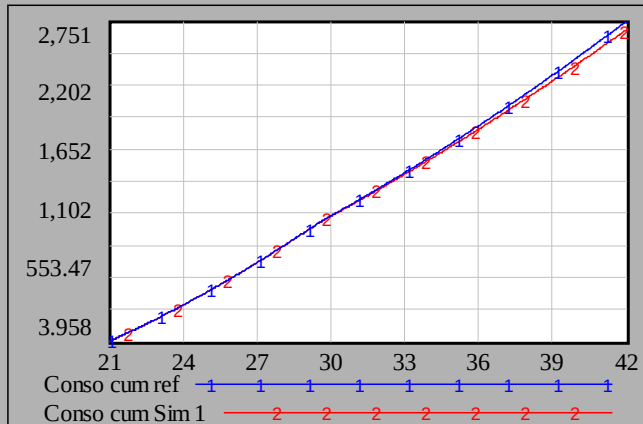
Poids vif



Indice de consommation cumulé



Consommation cumulée



### Paramètres environnementaux

Température

Hygrométrie

Vitesse d'air

Densité

Durée éclairement

Cycle  
Température

### Paramètres nutritionnels

Teneur en EM

Niveau en AAE

Taux protéique

Fines

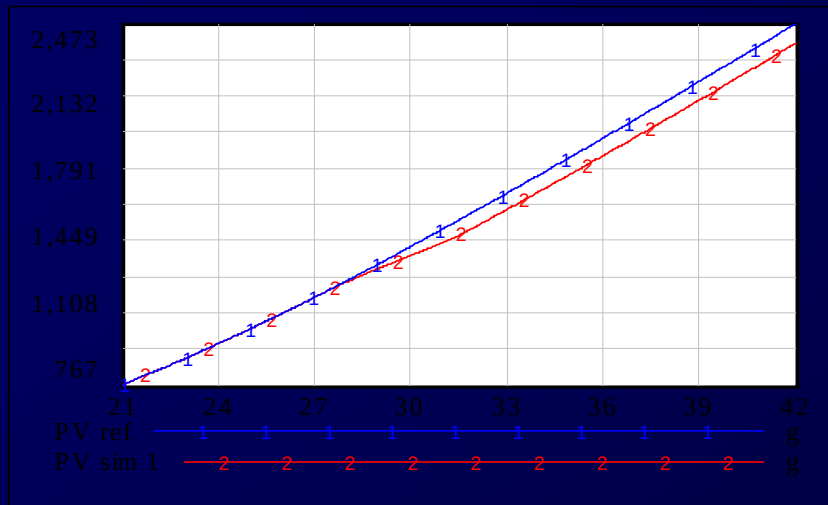
[Retour Accueil](#)

[Retour simulation chiffrée](#)

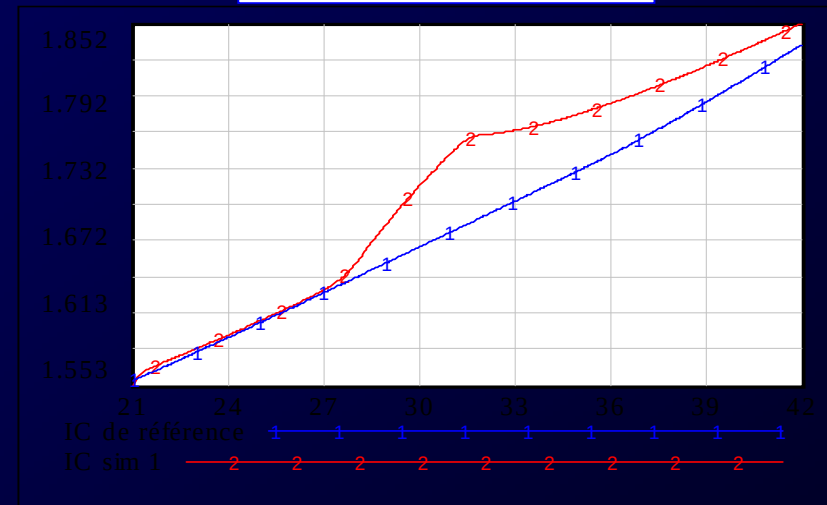
# Un exemple de simulation

*Coup de chaleur (passage de 23 à 30° de 28 à 31 jours)*

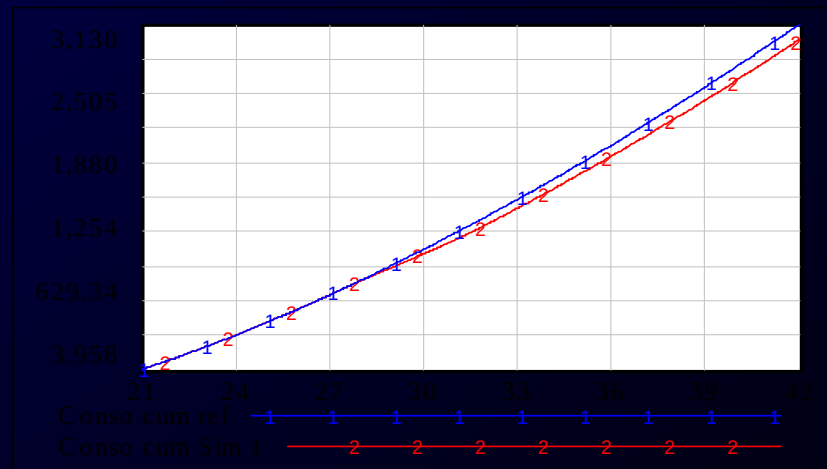
Poids vif



Indice de consommation cumulé



Consommation cumulée



## Paramètres environnementaux

Température

Hygrométrie

Vitesse d'air

Densité

Durée éclairement

Cycle  
Température

## Paramètres nutritionnels

Teneur en EM

Niveau en AAE

Taux protéique

Fines

[Retour Accueil](#)

[Retour simulation chiffrée](#)

**« La théorie, c'est quand on sait tout et que rien ne fonctionne. La pratique, c'est quand tout fonctionne et que personne ne sait pourquoi.**

**Ici, nous avons réuni théorie et pratique : rien ne fonctionne... et personne ne sait pourquoi ! »**

*Albert Einstein*