

RMT
RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS



Microbiologie Prévisionnelle : un outil opérationnel, Sym'Previus

Anthony PINON Olivier COUVERT
Institut Pasteur de Lille ADRIA Développement

RMT
RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS



Maîtrise des dangers microbiologiques

- Bonne connaissance des flores microbiennes et de leurs évolutions dans les produits
- Procédures expérimentales
 - Délais, coûts
- Simulation du comportement : **Microbiologie prévisionnelle**
 - ✓ Orienter et Optimiser l'approche expérimentale
 - ✓ Actions *a priori*, études à long terme : acquisition de connaissances sur le comportement des microorganismes

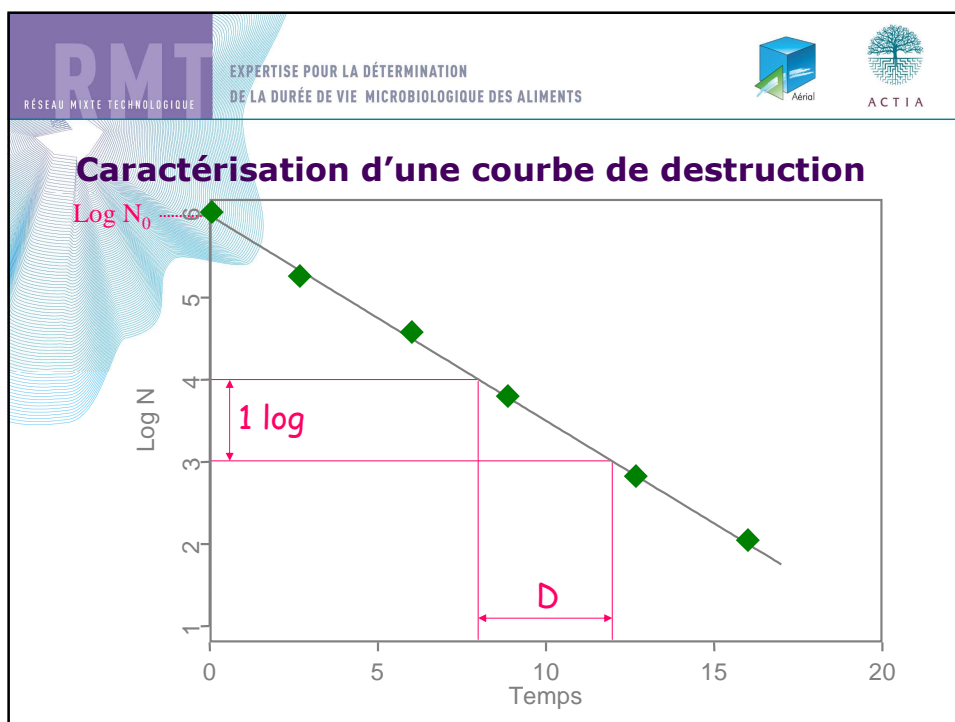
RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

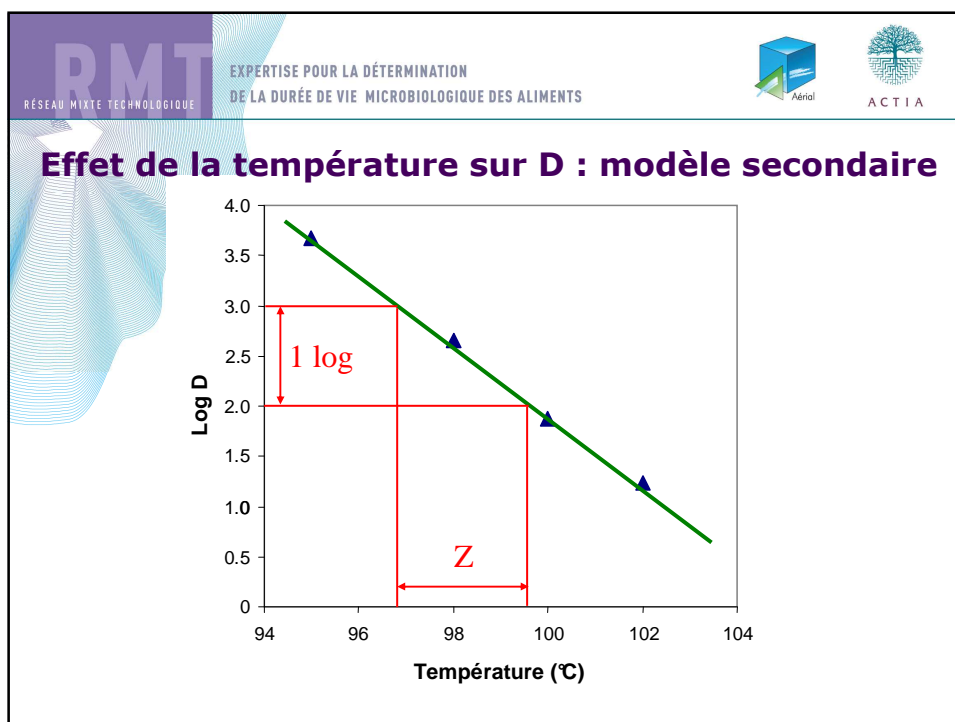
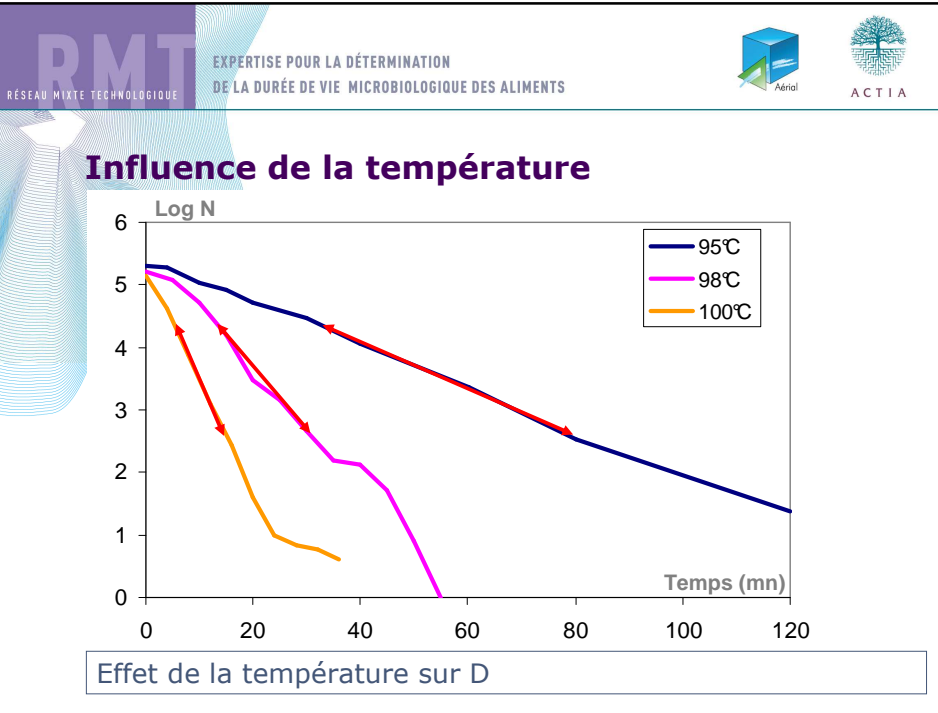
EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

Aérial ACTIA

Historique

- Premiers travaux
 - ✓ Maîtriser la stérilisation des aliments par la chaleur
- Bigelow
 - ✓ Cinétiques de destruction thermique de spores
 - ✓ Notions de D et z
 - ✓ Transposition de barèmes thermiques

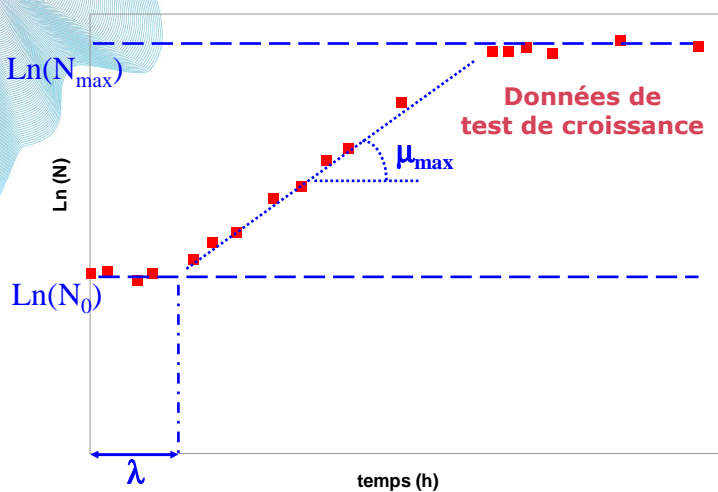


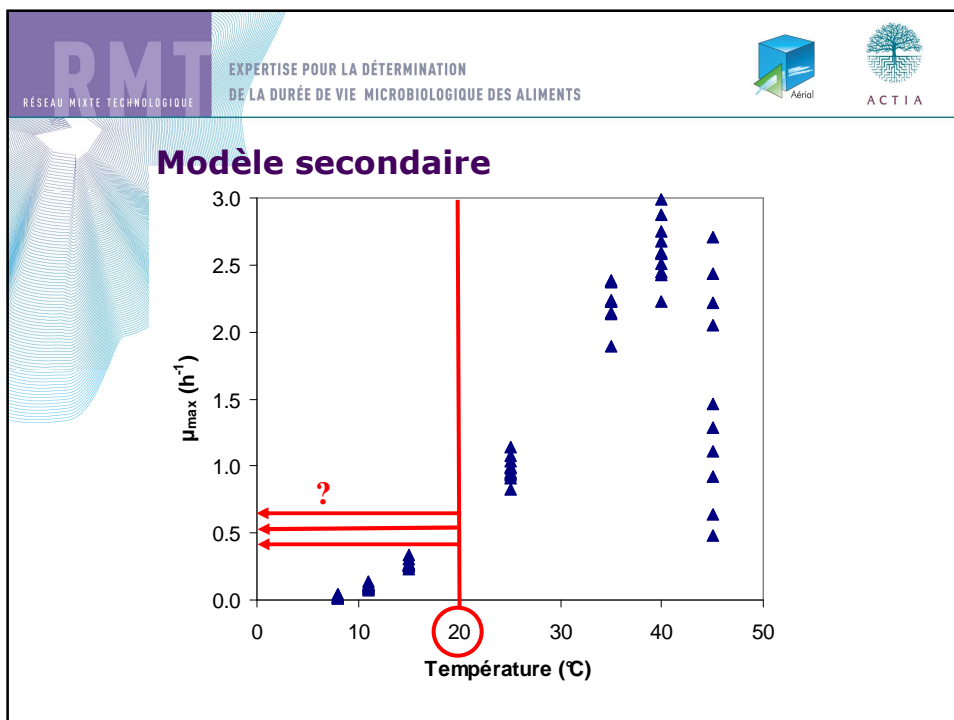
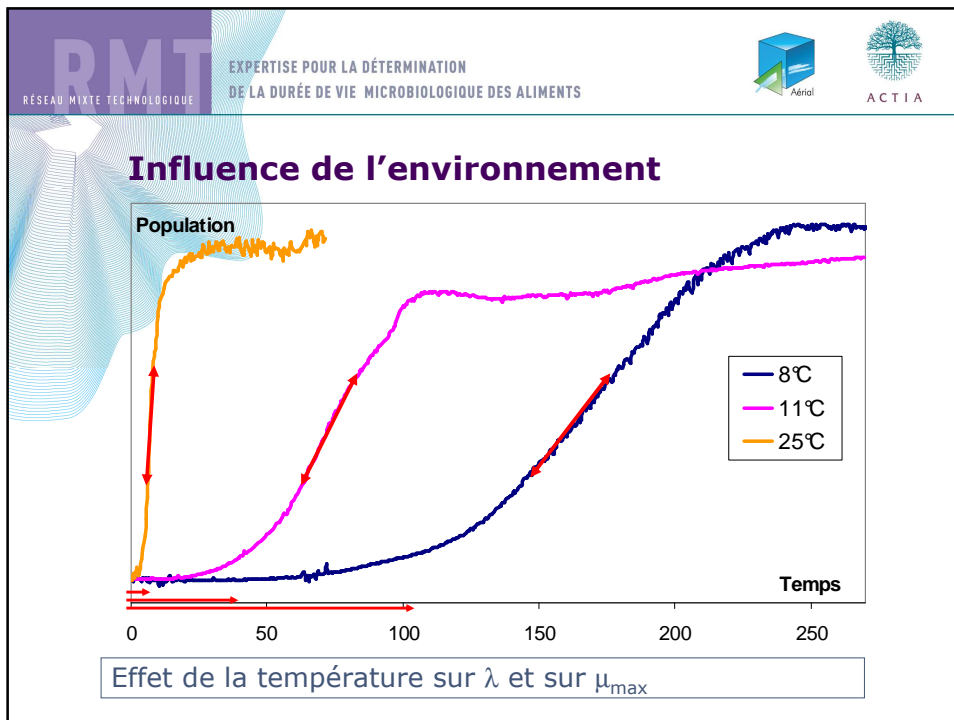


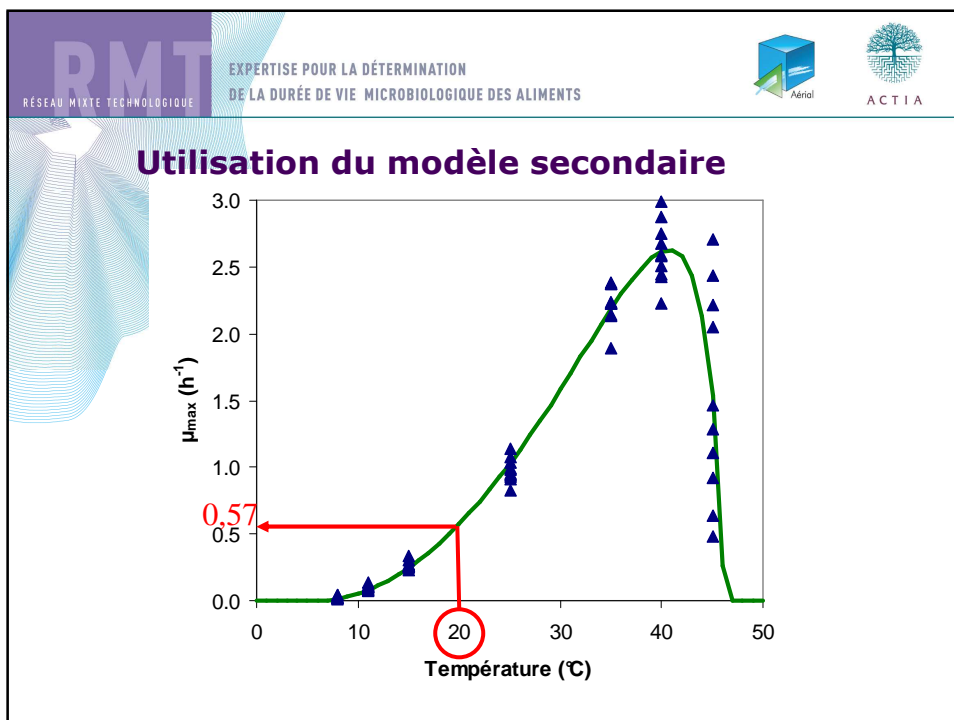
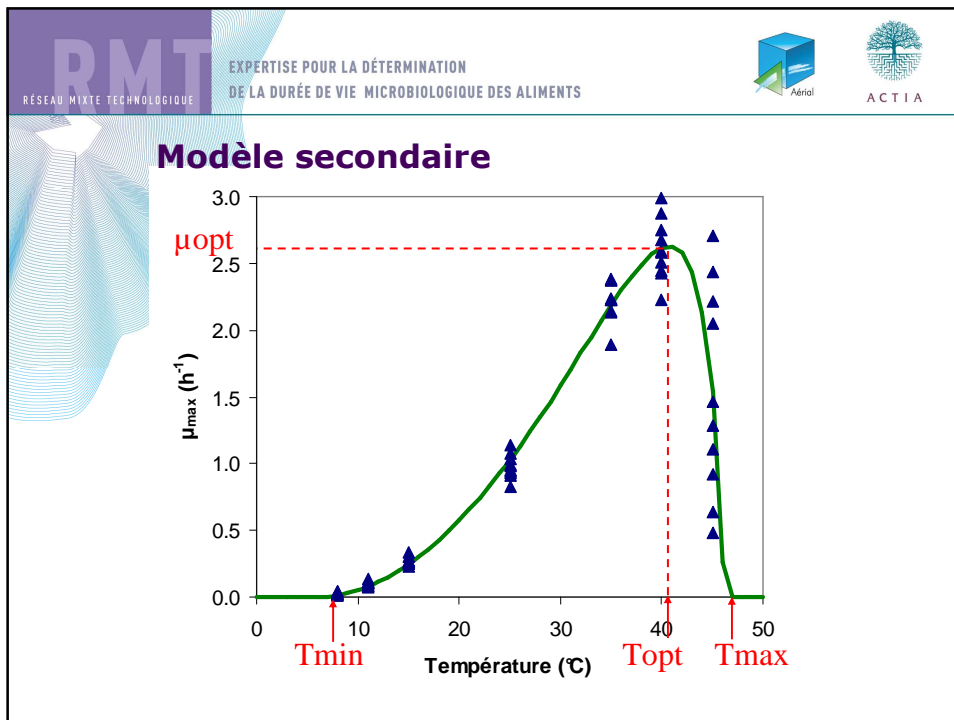
Historique

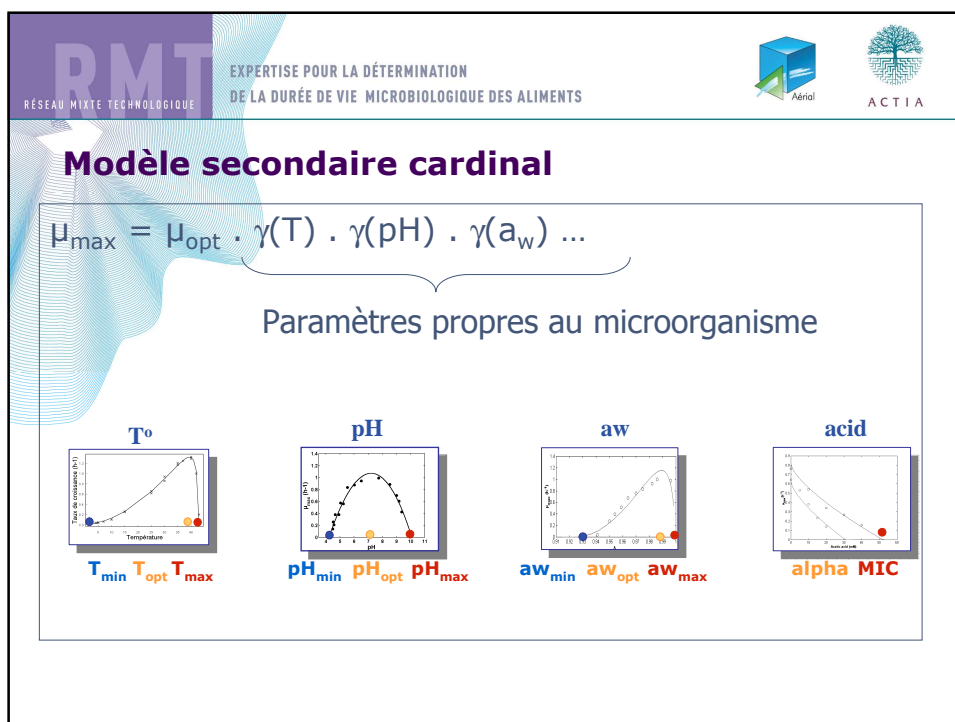
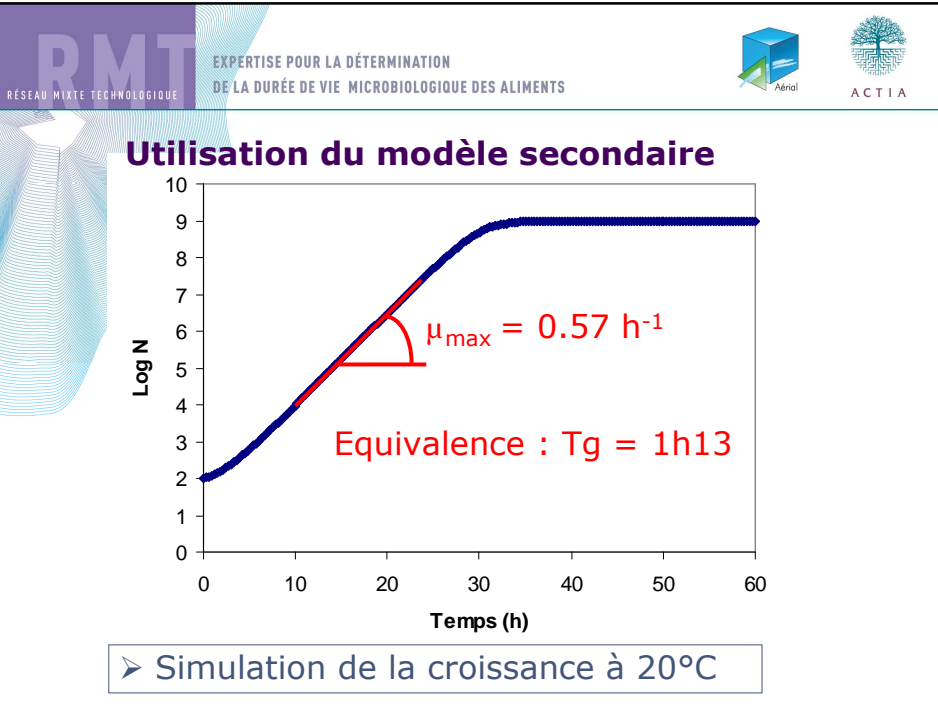
- Au début des années 80
 - ✓ Nécessité de décrypter les règles de comportement de microorganismes (décroissance, **croissance**)
 - ✓ Données existantes : diversité des approches méthodologiques utilisées
- Analyse systématique des cinétiques observées pour différentes conditions écologiques

Caractérisation d'une courbe de croissance









Modèle secondaire cardinal

$$\mu_{\max} = \mu_{\text{opt}} \cdot \gamma(T) \cdot \gamma(\text{pH}) \cdot \gamma(a_w) \dots$$

Paramètres propres au microorganisme

Paramètre lié au **couple** microorganisme - aliment



$\mu_{\text{opt} 1}$



$\mu_{\text{opt} 2}$

2 aliments avec des T° , pH, a_w , conservateurs identiques ne vont pas induire une même croissance microbienne.

Modèle secondaire cardinal

$$\mu_{\max} = \mu_{\text{opt}} \cdot \gamma(T) \cdot \gamma(\text{pH}) \cdot \gamma(a_w) \dots$$




Paramètres propres au microorganisme

Paramètre lié au **couple** microorganisme - aliment

Connaissance des paramètres :

☞ Possibilité de simuler dans de nouvelles conditions

☞ Nouvel aliment = nouveau μ_{opt} : **test de croissance**

 RMT <small>RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE</small>		<small>EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS</small>		 Aerial		 ACTIA		
Logiciels	Centres support	Applications	Croissance	Décroissance	Destruction thermique	Application sur aliment	Logiciel commercial	Expertise associée
Food MicroModel	MAFF (Agric. Minist. UK)	1er logiciel commercialisé, puis abandonné, Simulation sur milieu de culture, Pas de prise en compte de l'aliment	x	x	x		x	
PMP	USDA	Simulation sur milieu de culture, Pas de prise en compte de l'aliment	x	x	x			
ComBase Predictor	IFR	Simulation sur milieu de culture, Prise en compte de l'aliment via l'expertise de l'IFR	x	x	x			x
Seafood Spoilage and Safety Predictor	DIFRES	Logiciel spécifique des produits de la mer , Simulation de croissance de microorganismes pathogènes et d'altération	x					x
Sym'Previus	GIS Sym'Previus	Simulations avec prise en compte de l'aliment	x	x	x	x	x	x

 RMT <small>RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE</small>		<small>EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS</small>		 PREVIUS		 ACTIA	
<h2>Sym'Previus</h2> <h3>Système de prévision du comportement des micro-organismes dans les aliments</h3> <p><u>Domaines étudiés :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Croissance bactérienne (cinétique & interface) . Destruction thermique (pasteurisation / stérilisation) . Décroissance 							

RMT
RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Les partenaires du projet

- **Pouvoirs publics**
 - . Ministère de la Recherche & DGAL
 - . Région Bretagne
- **AFSSA**
- **Centres recherche publics**
 - . INRA, ENV Alfort
- **Centres ACTIA**
 - . Actilait, ADRIA Développement, ADRIA Normandie, Aériat, Ifip institut du porc, Institut Pasteur de Lille
- **Industriels**
 - . Bel, Bongrain, Danone, Pernod Ricard

RMT
RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Objectifs

Créer un logiciel de Microbiologie Prévisionnelle

- Opérationnel et accessible aux industriels
- Permettant l'exploitation des données industrielles (autocontrôles, tests de croissance, données bibliographiques...) dans le but de donner une réponse personnalisée, proche de l'aliment et du site de production
- Aide à la décision
 - . Estimation des durées de vie
 - . Optimisation des procédés
 - . Développement de nouveaux produits (accélérer l'innovation)
 - . Assurer la sécurité sanitaire
 - . Argumenter les plans HACCP (identifier les CCP, fixer des limites critiques)

RMT EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PRÉVIUS ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation

RMT EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

Tools package

PRÉVIUS ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation

Hierarchy of food products

- ☐ Culture medium
- ◆ En attente de validation
- ☐ Environment and others
- ☐ Food products
 - ☐ Animal products
 - ☐ Egg and egg products
 - ☐ Meat products
 - ☐ Fresh Meat
 - ☐ Meat: primary transformation products
 - ☐ Meat cuts (secondary industry sector)
 - ☐ Meat products
 - ☐ Meat products
 - ◆ Mechanically-separated meat (MSM)
 - ☐ Pork meat products
 - ◆ Bacon

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

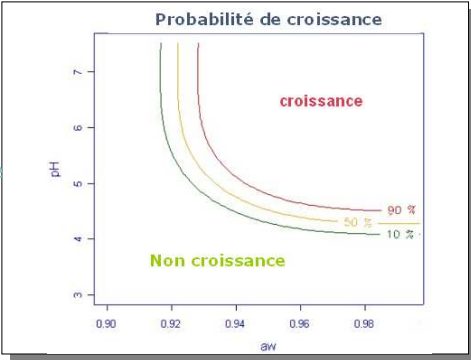
Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation



RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

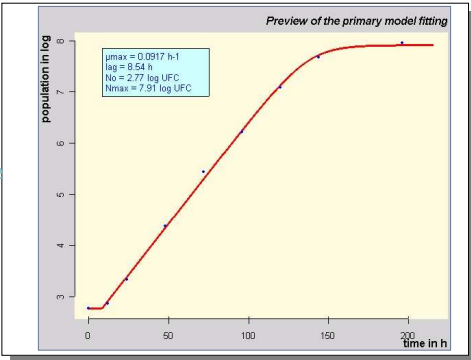
Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_{hr} , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation



RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS ACTIA

Les outils Sym'Previus :

Base de données

- données bibliographiques
- données industrielles
- résultats de projets de recherche

Logiciel de destruction thermique

- Ajustement
- Simulation
- Calcul de VP / VS
- Paramètres de Ball (f_h , j_h)

Interfaces Croissance / Non croissance

Logiciel de simulation de croissance

- Ajustement
- Simulation

Evolution de la taille de la population, avec bande de confiance à 90%

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS ACTIA

Microorganismes disponibles dans le logiciel de simulation

- **Principaux micro-organismes pathogènes d'intérêt en agro-alimentaire :**
 - . 12 souches de *Listeria monocytogenes*,
 - . 5 souches de *Salmonella*,
 - . 10 souches de *Escherichia coli*,
 - . 9 souches de *Bacillus cereus*
 - . 7 souches de *Staphylococcus aureus*

→ plusieurs souches par espèces bactériennes, permettent de prendre en compte la variabilité biologique
- **Micro-organismes d'altération :**
 - . Bactéries lactiques : *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc spp*
 - . Coliformes : *Serratia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*
 - . *Bacillus licheniformis*
 - . *Pseudomonas putida* et *P. fluorescens*,
 - . *Shewanella*

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Évaluer le comportement d'un microorganisme dans un aliment, sous l'effet de différents facteurs :

- ⇒ *la température*
- ⇒ *le pH*
- ⇒ *l'activité de l'eau (a_w)*
- ⇒ *Les acides organiques*

- en conditions de conservation statiques
- en conditions de conservation dynamiques (rupture de la chaîne du froid, affinage d'un produit...)

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Intérêts de Sym'Previus

Aide à la décision en cas de lots détectés positifs

- ⇒ Temps de réaction réduits

HACCP et quantification des dangers

- ⇒ Aide à la détermination des points sensibles au cours d'un procédé
- ⇒ Mesurer l'impact d'une rupture de chaîne du froid :
 - Camion frigorifique défectueux
 - Mode de consommation

Qualification des procédés

- ⇒ Quantification et optimisation des traitements thermiques

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Intérêts de Sym'Previus

Aide à la détermination de la DLC

- ⇒ Tester différents scénarii de conservation

Aide à la formulation

- ⇒ Comment conserver en tenant compte de l'aspect nutrition
 - réduction des taux de sucres et de sels des aliments
 - quelles conséquences sur le développement bactérien ?
- ⇒ Maîtriser le développement bactérien par les « bons » inhibiteurs
- ⇒ Développer des produits encore plus sûrs
 - à partir de quelle acidité ou taux de sucre / sel,
 - tel pathogène sera totalement inhibé

RMT RÉSEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE

EXPERTISE POUR LA DÉTERMINATION
DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS

PREVIUS

ACTIA

Un outil évolutif

Travail permanent sur la base de données

- Veille bibliographique
- Ajout de nouvelles espèces bactériennes

Développement continu de la microbiologie prévisionnelle

- Acquisition de nouveaux modèles et nouveaux paramètres

Extension des prévisions

- Milieux de non croissance ou de destruction athermique
- Approche probabiliste de l'estimation de l'exposition du consommateur aux dangers microbiologiques

Accès à Sym'Previus

www.symprevius.org

