

# Evolution au cours d'une lactation des courbes d'acidification de 5 exploitations fermières fabriquant des fromages de chèvre à coagulation lactique

## Evolution of acidification curves during lactation for 5 herds producing goat cheeses with lactic coagulation

C. LAITHIER (1), Y.M. CHATELIN (2), H. TORMO(3), Y. LEFRILEUX (4), Y.GAUZERE (5)

(1) Institut de l'Elevage Actipôle, 5 rue Hermann Frenkel 69 364 Lyon cedex 07

(2) Institut de l'Elevage 149 rue de Bercy 75 595 Paris cedex 12

(3) Centre Fromager de Carmejane 04 510 Le Chaffaut Saint Jurson

(4) PEP Caprin Rhône Alpes 4 avenue de l'Europe Unie BP 114 07 001 Privas

(5) ENIL de Poligny Place du Champs de Foire BP 49 39 801 Poligny cedex

### INTRODUCTION

Les fromages à coagulation lactique représentent la moitié de la production fromagère fermière. Pour maîtriser la qualité de ces produits, l'acidification est essentielle. Celle-ci est traditionnellement assurée par l'utilisation de lactosérum. Ainsi, cinq exploitations en utilisant de manière régulière ont été sélectionnées et suivies dans le but de décrire leurs courbes d'acidification, d'en dégager les facteurs de maîtrise et permettre ainsi de pérenniser l'utilisation de lactosérum.

### 1. MATERIEL ET METHODES

#### 1.1. SUIVIS DES EXPLOITATIONS

Cinq suivis d'exploitations fromagères caprines ont été réalisés sur une lactation au cours de 4 périodes (1 exploitation dont les deux premières périodes sont confondues) choisies en fonction de moments clefs (début de lactation, changement de régime alimentaire au printemps et en été, fin de lactation). Pour chacun des élevages, sur toute la période de suivi de 35 jours, des enregistrements automatiques de pH et de température ont été effectués toutes les 30 minutes pendant le caillage (durée totale moyenne : 24 heures). Pendant chacune des périodes, les pratiques en élevage et en fabrication ont été enregistrées de même que des analyses ont été réalisées sur les laits et les lactosérums.

#### 1.2. TRAITEMENT DES RESULTATS DE COURBES D'ACIDIFICATION ET DE TEMPERATURE

##### 1.2.1. Extraction de paramètres des courbes

Pour remédier au problème d'artefacts de mesure au niveau des données d'acidification, la fonction de densité cumulée de la loi de Weibull, dont les ordonnées varient entre 0 et 1 a été utilisée pour modéliser les courbes. Une adaptation de cette loi a été réalisée. L'ajustement minimisant les sommes des carrés des écarts a été réalisé à partir de deux paramètres : B et N (temps nécessaire pour arriver au point d'inflexion de la courbe). D'autres paramètres caractérisant l'acidification ont ensuite été extraits : durée entre le point d'inflexion et la fin de la courbe (DIF), ralentissement en fin de courbe (durée entre pH final+0,1 et pH final = RFC), pH final (pHf), vitesse maximale d'acidification, la durée entre pH=5,5 et pH =4,8 (tps 5,5-4,8)

##### 1.2.2. Températures enregistrées

Une classification ascendante hiérarchique a été réalisée sur les données de température du bac de caillage.

##### 1.2.3. Analyse de variance

Une analyse de variance en effets fixes a été réalisée sur chacun des paramètres extraits des courbes, en prenant comme facteurs la classe de température, l'éleveur, la période et l'interaction entre l'éleveur et la période.

### 2. RESULTATS

#### 2.1. EXTRACTION DES PARAMETRES ET CLASSIFICATION DES TEMPERATURES

Sur les 511 courbes enregistrées en élevages, 455 ont pu être modélisées selon la procédure décrite ci-dessus (pour les autres : absence de point d'inflexion). Les R<sup>2</sup> (expliquant la part du modèle) sont > à 0,95 pour 453 des courbes modélisées. Six classes de température ont pu être décrites. Les analyses de variance réalisées ont montré qu'il existait des effets significatifs (p<= 0,05) de la Période, l'Éleveur, l'interaction entre l'éleveur et la période, la classe de température pour chacun des paramètres extraits des courbes étudiées.

#### 2.2. DESCRIPTION DES PARAMETRES

Tableau 1 : Vmax et N par période et par éleveur

| Éleveur | Vmax (unités pH/heure) |       |       |       | N (durée jusqu'au point d'inflexion) en minutes |     |     |      |
|---------|------------------------|-------|-------|-------|---|-----|-----|------|
|         | 1                      | 2     | 3     | 4     | 1   | 2   | 3   | 4    |
| 1       | 0,182                  | 0,237 | 0,183 | 0,181 | 498   | 560 | 712 | 1038 |
| 2       | 0,106                  | 0,105 | 0,131 | 0,126 | 560   | 612 | 534 | 605  |
| 3       | 0,171                  | 0,242 | 0,231 | 0,152 | 504   | 499 | 500 | 763  |
| 4       | 0,227                  | 0,171 | 0,188 | 0,160 | 481   | 477 | 336 | 657  |
| 5       |                        | 0,183 | 0,124 | 0,155 |   | 362 | 390 | 704  |

Tableau 2 : RFC et pH final par période et par éleveur

| Éleveur | RFC (minutes) |     |     |     | pH final |      |      |      |
|---------|---------------|-----|-----|-----|----------|------|------|------|
|         | 1             | 2   | 3   | 4   | 1        | 2    | 3    | 4    |
| 1       | 565           | 546 | 248 | 107 | 4,55     | 4,42 | 4,56 | 4,82 |
| 2       | 372           | 285 | 356 | 321 | 4,72     | 4,77 | 4,62 | 4,63 |
| 3       | 501           | 614 | 600 | 268 | 4,52     | 4,48 | 4,47 | 4,54 |
| 4       | 590           | 488 | 623 | 340 | 4,32     | 4,46 | 4,38 | 4,50 |
| 5       |               | 459 | 426 | 273 |          | 4,49 | 4,41 | 4,63 |

Selon les paramètres, certains éleveurs sont classés dans le même ordre d'une période à l'autre (même si les valeurs changent) ou il y a au contraire inversion de tendance pour certains. La période 4 semble se distinguer par des valeurs globalement plus élevées pour B, N et le pH final et plus faibles pour RFC, DIF, tps 5,5-4,8.

### CONCLUSION

Les courbes enregistrées en élevage ont pu être modélisées pour en extraire des paramètres clefs de l'acidification. Ces premiers résultats montrent que leurs valeurs dépendent de l'éleveur en suivi, de la période étudiée, de la température de caillage et que l'effet de la période n'est pas le même suivant l'éleveur considéré. Ces différences seront analysées en mettant en relation les paramètres avec des facteurs potentiellement explicatifs (pratiques en fabrication et en élevage, analyses).