

République Algérienne Démocratique et populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université de JIJEL

جامعة محمد الصادق بن عبد  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
المكتبة  
رقم الجرد : 1448



Faculté des Sciences Exacte et Sciences de la Nature et de La vie  
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire

Mémoire de fin d'Etude en vue de l'Obtention du diplôme  
d'Etudes Supérieures en Biologie

Option : Microbiologie

Thème :

*L'intérêt de *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii* et *Geotrichum candidum* dans la fabrication des fromages.*

Membre de jury :

Examinatrice : D<sup>r</sup> Ouled Haddar H.

Encadreur : M<sup>elle</sup> Akrom S.

Réalisé par :

\*M<sup>elle</sup> Zaiter Nedjla.

\*M<sup>elle</sup> Benaziza Siham.

Promotion 2009



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## Remerciements

*Tout d'abord nous tenons à remercier Allah tout puissant de  
part sa bonté et sa gratitude*

*De nous avoir donné le courage et la force pour réaliser se  
mémoire.*

*Nous tenons au terme de ce travail à exprimer notre  
remerciement à Melle : AKROM SOUAD qui a suivi et dirigé  
notre travail.*

*Nous remercions beaucoup Mme : OULED HADDAR  
HOURLIA qui a accepté de juger notre travail.*

*De plus nous remercions tous ceux qui nous aidé près ou loin.*

*EN Fin : nous dirons à tous :*

*Merci beaucoup*

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Présentation des moisissures et fromages étudiés</b>	
<b>I- Présentation des moisissures étudiées.....</b>	<b>2</b>
I. 1 - <i>Penicillium camembertii</i> .....	2
I. 2 - <i>Penicillium roquefortii</i> .....	4
I.3- <i>Geotrichum candidum</i> .....	6
<b>II -Présentation des fromages produits.....</b>	<b>8</b>
II.1-le Roquefort.....	8
II.2-le Camembert.....	10
<b>Chapitre II: Culture et préparation des moisissures</b>	
<b>I- Culture et préparation des moisissures.....</b>	<b>12</b>
<b>I.1- Culture des moisissures.....</b>	<b>12</b>
I.1.1 - <i>Penicillium camembertii</i> .....	12
I.1. 2 - <i>Penicillium roquefortii</i> .....	12
I.1.3 - Sporulation .....	12
I.1.4 - Récolte des spores.....	13
<b>I.2 - Culture à grande échelle.....</b>	<b>13</b>
<b>I.3-<i>Geotrichum candidum</i>.....</b>	<b>14</b>
<b>II- Application des souches.....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre III : Rôle des moisissures étudiées</b>	
<b>I- Rôle de ces espèces dans la production .....</b>	<b>17</b>
I.1 - La lipolyse.....	18
I.2 - La protéolyse.....	19
<b>II- Affinage par les moisissures considérées .....</b>	<b>23</b>
II.1- <i>Penicillium camembertii</i> .....	23
II.2- <i>Penicillium roquefortii</i> .....	24
II.3- <i>Geotrichum candidum</i> .....	24
<b>IV. Discussion et conclusion.....</b>	<b>26</b>
<b>Références.....</b>	<b>28</b>

# Introduction

---

## Introduction :

Les moisissures qui croissent sur les aliments peuvent être bénéfiques ou néfastes pour la qualité de l'aliment lui-même et/ou pour son consommateur. En effet, les moisissures peuvent former des substances toxiques nommées mycotoxines dont certaines sont cancérigènes et donc très dangereuses pour l'être humain. Jusqu'à aujourd'hui, plus de 300 différentes mycotoxines ont été dénombrées. Elles ont été attribuées à environ 25 classes fongiques et possèdent, en raison de leur structure chimique différente, des effets toxiques très distincts. En règle générale, elles résistent bien à la chaleur et ne sont pas détruites lors de la cuisson, ce qui les rend plus redoutables (Lacey, 1991).

Néanmoins, de nombreuses moisissures ne forment pas de mycotoxines ou uniquement lors de conditions bien déterminées. Ce qui permet leur utilisation dans plusieurs industries, dont principalement les industries agroalimentaires et particulièrement l'industrie fromagère.

Comme exemple de ce deuxième type d'espèces, nous nous sommes intéressées dans ce travail à *Penicillium roquefortii*, *P. camembertii* et *Geotrichum candidum*. Ces moisissures sont soumises, avant leur application sur les fromages, à de nombreux contrôles pour s'assurer qu'elles ne forment pas de toxines sur les caillés. Ceci bien qu'elles soient réputées pour être inoffensives dans ce genre d'utilisation.

Dans ce travail, nous tenterons de définir et caractériser convenablement les trois moisissures citées, puis nous essayerons de déterminer les rôles précis qu'elles jouent dans la fabrication des fromages de types camembert et roquefort. Un autre point très important dans ce travail concerne la préparation de *Penicillium roquefortii*, *P. camembertii* et *Geotrichum candidum* au laboratoire avant leur application dans ou sur le caillé.

# **Chapitre I : Présentation des moisissures et fromages étudiés**

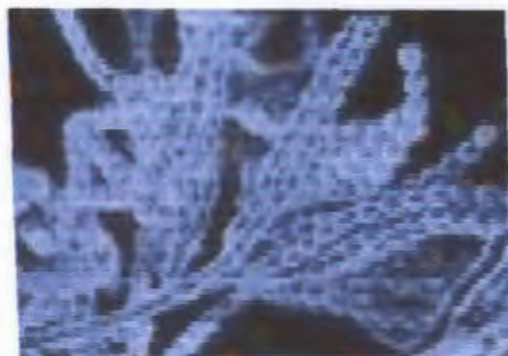
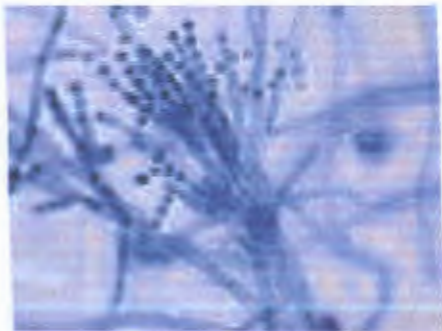
## I- Présentation des moisissures étudiées:

### I.1- *Penicillium camembertii* :

Les souches de cette espèce sont des champignons blancs ou légèrement gris dont le thalle à croissance lente est floconneux, blanc, mais pouvant virer lentement au vert grisâtre pâle. Le revers varie de incolore à crème. L'exsudat est par fois présent (figure 1). Ces moisissures sont responsables du feutrage de surface des fromages à pâte molle et à croûte fleurie (camembert). De nombreuses dénominations peuvent être utilisées:

\* *Penicillium caseicolum* ou *Penicillium candidum* regroupe les souches parfaitement blanches.

\* *Penicillium camembertii* ou *Penicillium album* : sont identifiées aux souches blanches devenant grises. Le terme de *Penicillium album* est principalement réservé aux fromages de chèvre. Les travaux plus récents de la taxinomie ne retiennent que le nom de *Penicillium camembertii* qui regroupe toutes les souches actuelles qui sont parfaitement blanches à l'exception de quelque unes d'entre elles qui sont utilisées pour les fromages de chèvre et qui prennent une coloration grisâtre après sporulations (Botton et al, 1990).

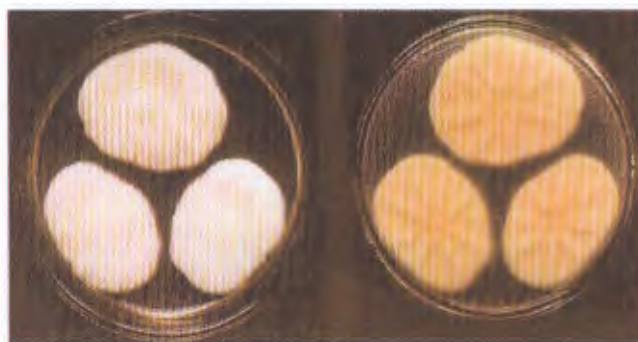


**Figure 1:** *Penicillium camembertii* :(site web 1)

---

### **-Croissance sur le milieu Czapek :**

Les mycéliums de 25 à 30 mm de diamètre ont une texture lisse ou légèrement plissée radicalement, sont très floconneux, avec des marges entières et profondes. Le mycélium est de couleur blanche, avec une conidiogénèse absente ou faible, gris vert pale ou blanc sur quelques isolats. Quelque fois, il y a présence d'exsudat enfoncé dans le tapis mycélien absence de pigments solubles, revers pâle, jaune ou faiblement rouge brun (figure2).



**Figure 2 :** Colonies sur milieu czapek (CYA) à 25°C : (site web 2).

**- Croissance sur milieu malt-agar :** Un mycélium de 25 à 35 mm de diamètre. Le mycélium est lisse, possède les mêmes caractéristiques que sur le milieu Czapek mais sans exsudat.

**- Croissance sur G25N :** Les mycéliums de 20 à 22mm de diamètre. Ils ont une texture lisse ou avec de légers sillons radiaux. Ils possèdent les mêmes caractéristiques que sur le milieu Czapek mais sans exsudat.

A 5°C, cette espèce donne la formation de colonies microscopiques généralement de 3 à 6 mm de diamètre. Le mycélium est alors blanc très floconneux.

A 37°C pas de croissance (Dominique et al, 2008).



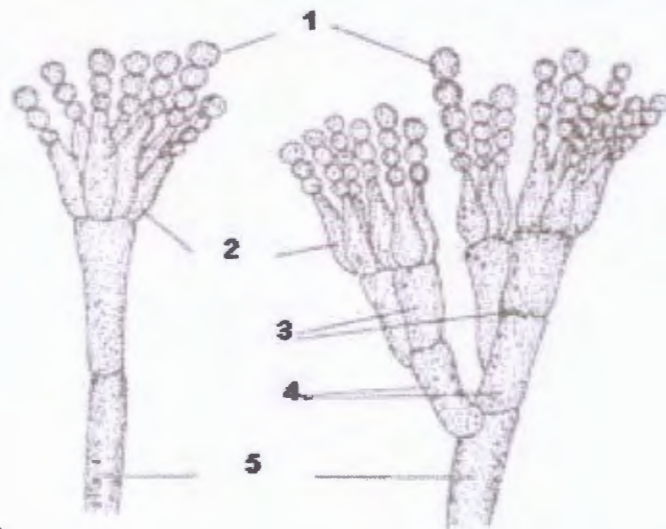
## ***1.2- Penicillium roquefortii:***

Ce sont des moisissures saprophytes, elles se retrouvent dans pratiquement tous les milieux naturels : air, sol, nombreux produits alimentaires, céréales, ensilages. Ces moisissures gris bleues à gris vertes dont le thalle a une croissance très rapide ; est velouté vert bleu à la marge et vert sombre ailleurs (figure 3), le revers est pâle brun ou vert très foncé presque noire sans odeur.

Cette espèce est utilisée pour la fabrication des fromages à pâte persillée du type roquefort, forme d'Ambert bleu, d'Auvergne Stilton bleu d'Anois... (Botton et al, 1990).



**Figure 3 : *Penicillium roquefortii* :(site web 2).**



1. Conidie
2. Sterigma
3. Metule
4. Branches
5. Conidiophore



**Figure 4: L'observation microscopique de *Penicillium roquefortii* :(site web 3).**

---

**- Croissance sur milieu Czapek :**

Un mycélium de 40 à 70 mm de diamètre a une texture lisse ou avec de légers sillons radiaux, ras, strictement velouté, avec une marge rase irrégulière. Le mycélium peut être blanc, vert turquoise en marge ou bleu ciel glauque, vert terne, ou entre vert pistache et bleu vert glauque. De temps en temps, il est brun olive au centre. Cette espèce a une conidiogénèse modérée à importante, avec absence de pigments solubles et d'exsudats (figure4). Le revers peut être pâle brun, ou vert à bleu vert profond, par fois même noir.

**- Croissance sur milieu malt-agar :**

Un mycélium de 40 à 70 mm de diamètre. La texture est lisse et strictement veloutée. Le mycélium est ras et clairsemé, marge sous la surface gélosée, souvent irrégulière ; mycélium peu en évidence, blanc, souvent sous la surface gélosée.

La conidiogénèse peut aller de modérée à importante, vert terne ou entre vert pistache et bleu vert glauque, et de temps au temps brun olive au centre. Il y a absence de pigments solubles et d'exsudats. Le revers peut être pâle, brun ou vert profond.

**- Croissance sur G25N :**

Le diamètre varie de 20 à 22 mm, mais parfois il y a présence d'une marge submergée étendue : le diamètre peut alors atteindre 28 mm. La texture est lisse ou avec de légers sillons radiaux, modérément profonds, dense veloutée à légèrement floconneuse. La marge est généralement large, faite de mycélium blanc. La conidiogénèse varie de modérée à importante, avec des couleurs similaires que sur CYA. Absence de pigments solubles et d'exsudat. Le revers pâle, brun ou vert profond .

A 5°C, nous avons la formation de mycéliums microscopiques généralement de 2 à 5 mm de diamètre, la présence d'un amas central avec une marge clairsemée, composée uniquement de mycélium blanc.

A 37°C pas de croissance (Dominique et al, 2008).

### **I.3- *Geotrichum candidum*:**

Ce sont des champignons cosmopolites très réponsus dans la nature et sur de nombreux aliments dont les produits laitiers. Cette espèce entre dans la fabrication du fromage camembert. Elle est saprophyte du tube digestif de l'homme et des animaux (Dominique et al, 2008).

Le mycélium est blanc sur milieu malt-agar, levuriforme ou légèrement duveteux. Les filaments se désarticulent en donnant des chaînes d'arthroconidies unicellulaires à paroi lisse. Les formes qui en résultent sont de arrondies à cylindriques et de taille variable (figure 5). Les arthrospores peuvent germer mais il ne s'agit pas d'un bourgeonnement.

Donc, *Geotrichum candidum* se présente sous trois morphologies possibles :

- Aspect levuriforme de couleur crème, hyphes sporulant donnant peu de mycélium, température optimale entre 22°C et 215°C, croissance réduite à 30°C. Se développant en surface et au sein des milieux liquides (lait, lactosérum) jouant un rôle acidifiant et faiblement protéolytique .

- Aspect intermédiaire d'apparence laineuse rappellent la variété à poiles courts de *Penicillium camembertii var caseicolum*, moisissure présente sur le camembert.

- Aspect mycélien de couleur blanche plus ou moins feutrant, duveteux, peu sporulant. La température optimale est de 25°C à 35°C. Se développant surtout en surface des liquides (ex : lactosérum) produisant plus de biomasse. Plutôt alcalinisant, faiblement protéolytique (Dominique et al, 2008).



**Figure 5 :** Souches de *Geotrichum candidum* : (site web 1).

---

**- Croissance sur milieu malt-agar :**

Le mycélium va de blanc à crème, ras, d'aspect muqueux ou velouteux selon les souches. Le revers est clair. A la loupe, les hyphes apparaissent découpées en articles successifs. Et au microscope, les conidies apparaissent cylindriques (5-8 x 2-5  $\mu\text{m}$ ) juxtaposées ou dispersées, provenant de la fragmentation des filament (Molard, 1998).

---

## II- Présentation des fromages produits :

### II.1-Le roquefort :

Le roquefort est fabriqué à partir du lait de brebis : le lait est réceptionné en citerne, des contrôles bactériologiques et chimiques sont effectués quotidiennement, le lait est chauffé à une température de 28°C à 32°C puisensemencé avec *Penicillium roquefortii* et les ferments lactiques. Le caillé obtenu est découpé est brassé en cuve après un premier égouttage, et la mise en moule est effectuée. Stockés à une température de 18°C, les fromages ainsi obtenus sont égouttés et retournés cinq fois par jour. Une fois correctement égouttés, les fromages sont maintenus à une température de 10°C. Les fromages sont ensuite piqués avant d'être expédiés vers caves naturelles à roquefort ou ils seront affinés à une température moyenne de 11°C pendant environ trois semaines. A la fin, les fromages sont mis sous feuille d'étain et stockés à température dirigée, après une période de 90 jours minimum. Les fromages ont droit à l'appellation d'origine « Roquefort » avant l'intervention du froid mécanique, il n'existe que deux méthodes pour conserver et reporter cette précieuse et nécessaire denrée alimentaire :

- Soit dessécher le fromage au maximum afin que comme un fruit sec, il puisse se conserver à température ambiante de nombreux mois. C'est l'origine des fromages durs à râper de type Pécorino Romano (fromage italien très ancien).

- Soit comme la morue, le mettre frais dans des barils en bois. Recouvert de sel et saumure, c'est l'origine de la feta (l'un des plus anciens fromage d'Europe, très consommé surtout en Grèce).

Le fromage roquefort doit sa réputation à la tradition fromagère et à la présence des chambres frigorifiques naturelles aménagées dans des éboulis de rocher. Son appellation est protégée par la législation française et sa fabrication est strictement contrôlée avec une production de 17000 tonnes. Il représente 61% des fromages au lait de brebis français.

Le fromage roquefort est mis à l'état cru emprésuré sous forme cylindrique. Sa pâte persillée est ensuiteensemencée avec des spores de *Penicillium roquefortii*. Elle est non pressée, non cuite, fermentée et salée, avec une croûte humide renfermant au minimum 52 grammes de matières grasses pour 100 grammes de fromage après complète

---

Le roquefort doit son originalité à ses célèbres caves naturelles aménagées dans les éboulis d'un rocher le « combalou » et où circule dans les « fleurines » un courant naturel à une température à peu près constante toute l'année, avoisinant 8°C. Ces immenses salles frigorifiques naturelles ont donc permis de conserver un fromage de brebis, si différent des autres fromages .

L'originalité du roquefort est aussi due à l'ensemencement de son caillé avec *Penicillium roquefortii* qui par ses propriétés caséolytiques et lipolytiques développe les arômes typiques et bien connus de ce fromage (Pinchon, 1987).



**Figure 6 :** Fromage de roquefort :  
(site web 4).



**Figure 7:** *Penicillium roquefortii*  
dans le fromage stilton (bleu stilton) :  
(site web 4).

---

## II.2-Le camembert :

Le camembert est un fromage à pâte molle et à croûte fleurie. Il est fabriqué à partir du lait standardisé.

La fabrication du camembert prend environ deux jours : la première journée est réservée au retournement et la deuxième au démoulage, puis le fromage est laissé au repos pour la nuit.

Le lait est bien entendu le composant essentiel pour la fabrication d'un camembert. Il est cru et ne doit jamais être chauffé à plus de 37°C. L'est tout d'abord versé dans de grands récipients afin de faire coller le lait. Puis, dans des conditions qui sont propres à chaque laiterie, la présure animale est ajoutée. Cette opération dure environ 1h30 et porte le nom d'emprésurage. Après ça, vient le moulage qui constitue l'une des spécificités du camembert. Il est réalisé à l'aide de louches particulières. Il se fait en, au minimum, quatre passes successives qui se répartissent dans le temps sur une période d'environ cinq heures. Ce moulage très particulier a pour but de ne pas briser le caillé qui s'est formé dans les bassines.

Le rabattage suit immédiatement : cette opération consiste juste à égaliser la surface du caillé dans le moule. Après quatre ou cinq heures (période de temps qui correspond à l'égouttage), le fromage est retourné. On parle de retournement.

Le lendemain, le fromage qui a pris la forme définitive est sorti du moule, Il est alors disposé sur des claies dans le saloir, où comme le nom de la pièce l'indique il est recouvert d'une légère couche de sel (c'est le salage pour d'assurer leur conservation et d'affiner leur goût). C'est après cette phase que le Camembert est recouvert sur toutes ses surfaces de *Penicillium candidum* (Leclercq-Perlat et al, 2006).

La fabrication se termine à ce stade, ce pendant le camembert n'est pas encore consommable, il doit être encore élevé pendant une douzaine de jour dans des haloirs pour acquérir le titre de camembert moussé blanc. Il est ensuite finement emballé puis expédié aux consommateurs (Gripon et al, 1976).

Il est dit « affiné » entre 21 et 22 jours et à point entre 30 et 35 jours (Leclercq-Perlat et al, 2006).



**Figure 8 : Fromage de camembert :**  
(site web 1) .



**Figure 9 : Fromage a croûte fleurie :**  
( site web 1) .



## **Chapitre II : Culture et préparation des moisissures**

## I- Culture et préparation des moisissures :

### I.1- Culture des moisissures :

La culture au laboratoire avant l'inoculation sur le fromage se fait selon différents protocoles parmi les plus répondus et les plus récents, nous citons le protocole suivant :

#### I.1.1-*Penicillium camembertii*:

Le milieu utilisé pour la culture de ce microorganisme est constitué comme suit : Glucose 4g/l, Acides aminés, Glutamate 3g/l, Arginine 4g/l ou lysine 6.24g/l, Phosphates inorganiques Pi : 25mM de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  et 25mM de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Solution d'oligo-éléments (mg/l): EDTA (Ethylène Diamine Tétra Acétate) ,585 ;  $\text{Mg}^{++}$ ,25 ;  $\text{Fe}^{++}$ ,20 ;  $\text{Ca}^{++}$ ,18 ;  $\text{Zn}^{++}$ ,4.5 ;  $\text{Mo}^{6+}$ ,2 ;  $\text{Cu}^{++}$ ,1.3 +Agar agar.

Le pH du milieu est ajusté à 4.6 soit avec de l'acide chlorhydrique 11 molaires (milieu à base d'Arginine ou de lysine). Le milieu est ensuite stérilisé à 121°C pendant 20 min (Adour et al, 2006).

Le microorganisme est cultivé sur ce milieu dans des boites de pétri, jusqu'à recouvrement de toute la surface.

#### I.1.2-*Penicillium roquefortii* :

Le *Penicillium roquefortii* estensemencé sur milieu de Sabouraud au Chloramphénicol. L'incubation est réalisée à 30 °C à température ambiante dans une chambre humide pendant 5 à 7 jours.

Le champignon est ensuite multiplié après inondation de plusieurs boites du même milieu jusqu'au développement d'une coloration verte sur toute la surface de la boite (Dominique, 2008).

#### I.1.3-sporulation :

Pour obtenir une grande quantité de spores, il faut recueillir en milieu liquide les spores de deux boites de culture dans environ 10 ml etensemencer le milieu de sporulation. Puis, laisser incuber de 10 à 15 jours à température ambiante en position inclinée.

---

Dans un erlen de 2 litres, mettre 500 g d'orge (ou sarrasin, riz, avoine, ...) et stériliser pendant 20 min à 120°C. Puis, ajouter 150 ml du milieu czapek stérile, dont leur composition est comme suit :  $\text{NaNO}_3$  2g/l ;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1 g/l ;  $\text{Mg SO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 g/l ;  $\text{KCl}$  0.5 g/l ;  $\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$  0.01 g/l ; Saccharose 30 g/l ; Eau distillée stérile 1litre. Repartir en flacons de 150 ml et autoclaver pendant 20min à 120°C. A cette étape, le milieu contenant les spores peut être conservé directement à 20°C (Blank et al, 1998).

#### **I.1.4-Récolte des spores :**

Les spores sont extraites par agitation du milieu de sporulation dans une solution stérile, le surnageant obtenu peut être utilisé tel quel ou centrifugé 15 min. à 2500G pour réduire son volume. La teneur en spores est déterminée par comptage sur cellule de Malassez (Blank et al, 1998).

#### **I.2- Culture à grande échelle :**

La fermentation en discontinu est réalisée dans un fermenteur en verre de 3 litres fabriqué au laboratoire et spécialement conçu pour la croissance des microorganismes filamenteux. Il est rempli avec 2.5 litres du milieu de culture stérilisé (121°C pendant 20 min). Durant la culture, la température est maintenue à 25°C par une circulation d'eau thermostatée dans la double enveloppe. Le fermenteur est continuellement aéré par un débit d'air de 1.66 l/h et agité à 850 tours/min. Le débit d'air est vérifié à la sortie du fermenteur à l'aide d'un débitmètre 110 Flow metre. Le fermenteur est équipé d'une boucle de circulation permettant d'enregistrer en continu la turbidité du milieu (mesurée  $\lambda = 650 \text{ nm}$ ) (Adour et al, 2006). La concentration en biomasse est déduite de la turbidité après calibrage par mesure de la masse cellulaire sèche obtenue en fin de culture. L'inoculation du milieu de culture est réalisée par addition aseptique d'une suspension de spores correspondant à une densité initiale de  $1.6 \cdot 10^8$  spores/ml. Les spores sont préalablement maintenues pendant 1h à température ambiante dans le milieu de culture afin de permettre leur germination. Après centrifugation des échantillons et récupération de la phase surnageante, les composés suivants sont analysés par dosage colorimétrique : Le glucose par la méthode au phénol et à l'acide sulfurique ; pour les sucres totaux généralement en utilise la méthode décrite par ( Harbert et al, 1971), et l'ammonium par la méthode de Nessler décrite par (Rodier 1975) et la quantité d'acide aminé (glutamate, arginine et lysine) est déduite par la mesure des groupes  $\alpha$ -aminés primaire

---

$N_aNH_2$  par la méthode au TNBS (Satake et al, 1960). Ceci nous permet un contrôle optimal de la vitesse de croissance et des changements effectués (Adour et al, 2006).

### I. 3- *Geotrichum candidum* :

*Geotrichum candidum* est utilisé pour diminuer l'acidité causée dans certains cas par *Penicillium camembertii* (Asses et al, 2009). Son application au camembert se fait soit par pulvérisation des solutions de levures (forme levurienne, unicellulaire) sur le fromage avant l'application de *Penicillium camembertii* soit par inoculation dans le caillé (Decker et Nielsen, 2005).

*Geotrichum candidum* s'implante très rapidement en facilitant ainsi (avec la présence des levures qui se trouvent déjà dans le caillé) l'implantation du *Penicillium camembertii* et des autres flores (ex : *Brevibacterium linens*) qui ont besoin d'un environnement neutre (Aziza, 2005).

L'incorporation de *Geotrichum candidum* dans le lait accélère et favorise son activité d'affinage (Leclercq Perlat et al, 2004).

Les *Geotrichum candidum* industriels apportés sous forme lyophilisée doivent être réactivés (16 h à 4°C) avant l'emploi, toujours en pulvérisation ou en inoculation dans le caillé (Gente et al, 2007).

GEO 13 LYO 10 D est une forme industrielle de *Geotrichum candidum* qui est intermédiaire « levure-moisissure ». Elle permet une désacidification rapide du caillé par consommation de l'acide lactique grâce à l'implantation en 24 H-48 H de cette souche (qui est facilement maîtrisable) (Gente et al, 2007).

L'activité enzymatique de cette espèce est faible par rapport à celle de *Penicillium camembertii* mais le rôle sur l'aromatisation et le goût de fromage est important. Elle favorise l'implantation des *Corynebacterium* par neutralisation du pH et par l'introduction des facteurs de croissance dans le milieu .

*Geotrichum candidum* joue un rôle important dans la fabrication de certains camemberts du fait qu'il en améliore l'aspect final: le feutrage de *Penicillium camembertii* devient moins dense, et la protéolyse causée par ce dernier devient limitée. De plus, il accentue la protection du fromage contre les microorganismes polluants (Gente et al, 2007).

---

## II- Application des souches :

L'ensemencement en microorganismes comporte l'adjonction au moins une moisissure en surface et éventuellement dans la partie interne (pâte) du fromage Comme par exemple un ensemencement par *Penicillium* ou *Cylindrocarpon* en

Particulier *Penicillium camembertii* ou *Penicillium roquefortii* (Aldarf et al, 2006).

L'ensemencement peut également comporter l'adjonction d'une ou de plusieurs levures, comme les levures de type *Geotrichum* (espèce sous forme unicellulaire). Cette étape entraîne la production de la flore superficielle en une durée de 9 à 11 jours. Ensuite le fromage est affiné, cette opération s'effectue à une température de 7 à 18 °C pendant 6 à 25 jours avec une hygrométrie contrôlée, en le retournant plusieurs fois à intervalles réguliers. La durée de l'affinage doit être comprise entre 8 et 20 jours, et encore plus préférentiellement entre 10 et 15 jours. Le degré d'hygrométrie favorable est de 75% à 99%, et de préférence environ de 95% d'humidité .

Selon une variante de l'invention, le fromage de départ est un fromage frais et doit être ensemencé en surface par une moisissure telle que *Penicillium camembertii* de façon à développer une croûte naturelle fleurie tout en conservant un cœur de fromage frais (Aldarf et al, 2006).

L'application des moisissures peut parfois se faire de manière naturelle en plaçant les fromages dans une ambiance chargée en spores : par ce procédé le développement du mycélium n'est pas toujours homogène, et peut s'en suivre un manque dans la régularité de la qualité organoleptique des fromage (Ramet, 1993).

De ce fait, il est souvent préférable de réaliser un ensemencement à partir de souches des moisissures commerciales. Les spores commerciales sont présentées sous forme de poudre ou sous forme liquide. Le recouvrement de la surface des fromages donne une couleur blanche due à la présence de *Penicillium camembertii* (associé ou non avec *Geotrichum candidum*) ou bleu, verte ou grise due à *Penicillium roquefortii* .

L'ensemencement des fromages en spores peut se faire en vingt quatre heures après le salage : tremper le fromage ou pulvériser à cette surface une suspension de spores dans de l'eau stérile ou pasteurisée, puis refroidie à (20- 25 °C) ; le matériel (pulvérisateur-bac) contenant la suspension doit être préalablement désinfecté pour éviter

---

toute contamination. Placer le fromage après ensemencement sur des claies à fromage qui permettent une bonne oxygénation de la surface, ce qui est favorable au développement de la moisissure (moisissure aérobie).

La température et l'hygrométrie doivent être proches des valeurs précitées sinon la croissance de la moisissure est entravée notamment par dessèchement superficiel.

La croissance des moisissures est lente, elle ne devient visible à l'œil nu qu'après 4 à 8 jours. Son développement complet (hauteur 4-6mm) nécessite de 15 à 25 jours.

Pour le roquefort, la moisissure (*Penicillium roquefortii*) est ensemencée, non à la surface mais à l'intérieur du caillé. L'ensemencement doit alors se faire soit dans le lait avant coagulation soit au moment du moulage en mélangeant intimement la suspension de spores aux grains de caillé déjà égoutté. Ceci afin d'éviter le tassement de la pâte après sa mise en moule pour assurer la persistance des trous où la moisissure pourra se développer ultérieurement (Ramet, 1993)

# **Chapitre III : Rôles des moisissures étudiées**

---

## I- Rôle de ces espèces dans la production :

Les enzymes participant à l'affinage des fromages présentés, sont des protéines globulaires produites par des moisissures vivantes biocatalyseurs des réactions biochimiques (Lebrs et al, 1975).

Leur activité spécifique est spécialisée d'un site de coupure spécifique d'un substrat donné, ces enzymes souvent dénaturés par la chaleur.

Certaines de ces enzymes se trouvent normalement dans la phase soluble et les cavités du fromage. Les autres sont élaborées au cours de l'affinage du fromage et sont actives au voisinage des cellules mycéliennes (enzymes extracellulaires). Les enzymes du lait cru sont retrouvées en partie dans les fromages : lipase, lysozyme (rôle antibactérien), xanthine-oxydase, sulfhydryle oxydase peroxydase, catalase, phosphatase acide et alcaline plasmine (hydrolyse des caséines b, aS<sub>1</sub>, aS<sub>2</sub>) estérases, lactoperoxydase, aldolase.

Les enzymes présentes dans les fromages viennent aussi de la présure rajoutée pour la coagulation (chymosine, pepsine) (Lebrs et al, 1975).

Ceci, dans le cas des pâtes molles. Alors que pour les pâtes dures, la présure est détruite par le chauffage du caillé (Riahi, 2006).

Mais ce sont surtout les bactéries, les levures et les moisissures qui vont alimenter le stock enzymatique du caillé. La chymosine est détruite par la cuisson en cuve à 56°C, il n'y a donc pas de chymosine résiduelle (Riahi, 2006).

L'affinage par *P. camembertii*, *P. roquefortii* et *G. candidum* se fait par les différentes réactions de lipolyse et de protéolyse (Boutrou et al, 2006). Offrant ainsi de très grands avantages de goût, saveur et texture. De plus, ces moisissures munissent les fromages par une protection très importante contre les contaminants (Molimard et al, 1995).

Ces espèces sont spécifiques de la phase de maturation. Elle représente la flore d'affinage. Elles se développent dans la pâte (comme dans le cas du célèbre fromage français Emmental Roquefort), mais surtout à la surface des fromages à croûte fleurie (camembert) (Gripon et al, 1972).

Souvent qualifiés de flore secondaire, après les bactéries et les levures, ces microorganismes ont pourtant une action spécifique de transformation de composés très importants du fromage. Ils contribuent, bien plus que les bactéries lactiques à donner à



chaque produit son aspect, sa texture, son goût et son arôme propres (Oumer et al, 1996).

### I.1- La lipolyse :

La lipolyse des triglycérides fournit des acides gras et du glycérol, les acides gras à chaînes moyennes ou courtes sont dégradés par B-oxydation en acides gras de plus courtes chaînes et en acide acétique. La B-oxydation réalisée par les espèces du genre *Penicillium*, dont *P. camembertii* et *P. roquefortii*, est très aromatisante grâce aux méthylcétones produites avec de CO<sub>2</sub>. La réduction enzymatique des méthylcétones fournit des alcools secondaires et l'estérification des acides gras à courtes chaînes fournit des esters (Larpent, 1997). (Figure 10 et tableau 1).

La lipolyse est une dégradation des lipides par la voie enzymatique. La présence de matières grasses dans les fromages à 3 fonctions essentielles :

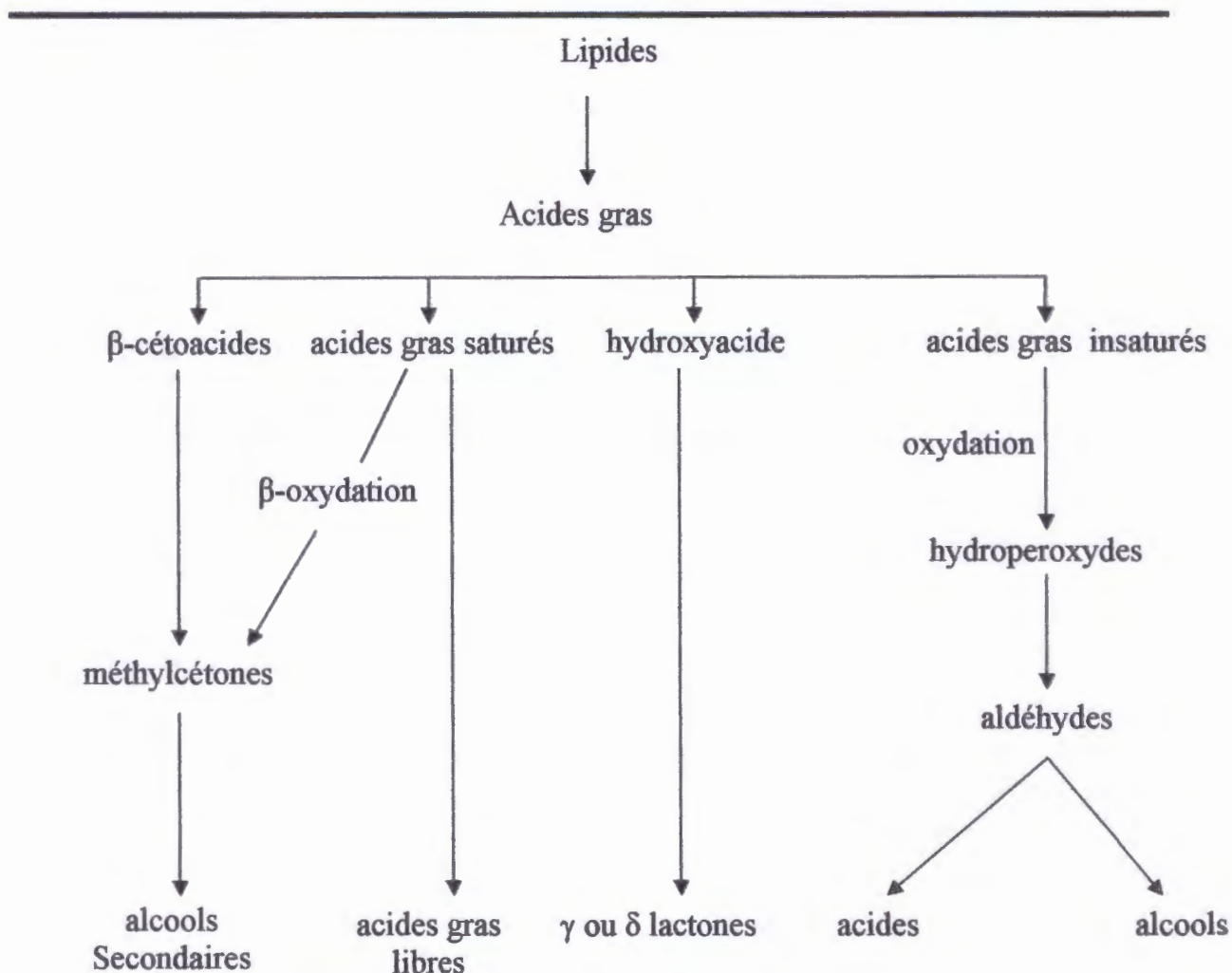
- Sur la texture, elles donnent une sensation moelleuse de gras et la stabilisation des phases du fromage par les monoglycérides (issus de la dégradation des triglycérides) fournit d'excellents émulsifiants ;

- Permettent de générer des arômes ;

- Fixent les arômes qui sont en général des composés aux propriétés hydrophobes, ils ont donc beaucoup d'affinité pour les matières grasses qui sont aussi hydrophobes (Boutrou et al, 2006).

**Tableau 1 : Principaux arômes dérivés de la lipolyse : (Larpent, 1997).**

Substrat	Molécules	Arômes
Acides gras volatils	acide méthyl-3 butyrique	fromage
	acide caproïque	fromage bleu



**Figure 10** : Formation des composés aromatiques à partir des lipides du lait (Larpent, 1997).

### I.2- La protéolyse :

Les protéines subissent une protéolyse et libèrent des peptides et éventuellement des acides aminés. Et la désamination des acides aminés produit du  $\text{NH}_3$  et des  $\alpha$ -cétones acides (Larpent, 1997).

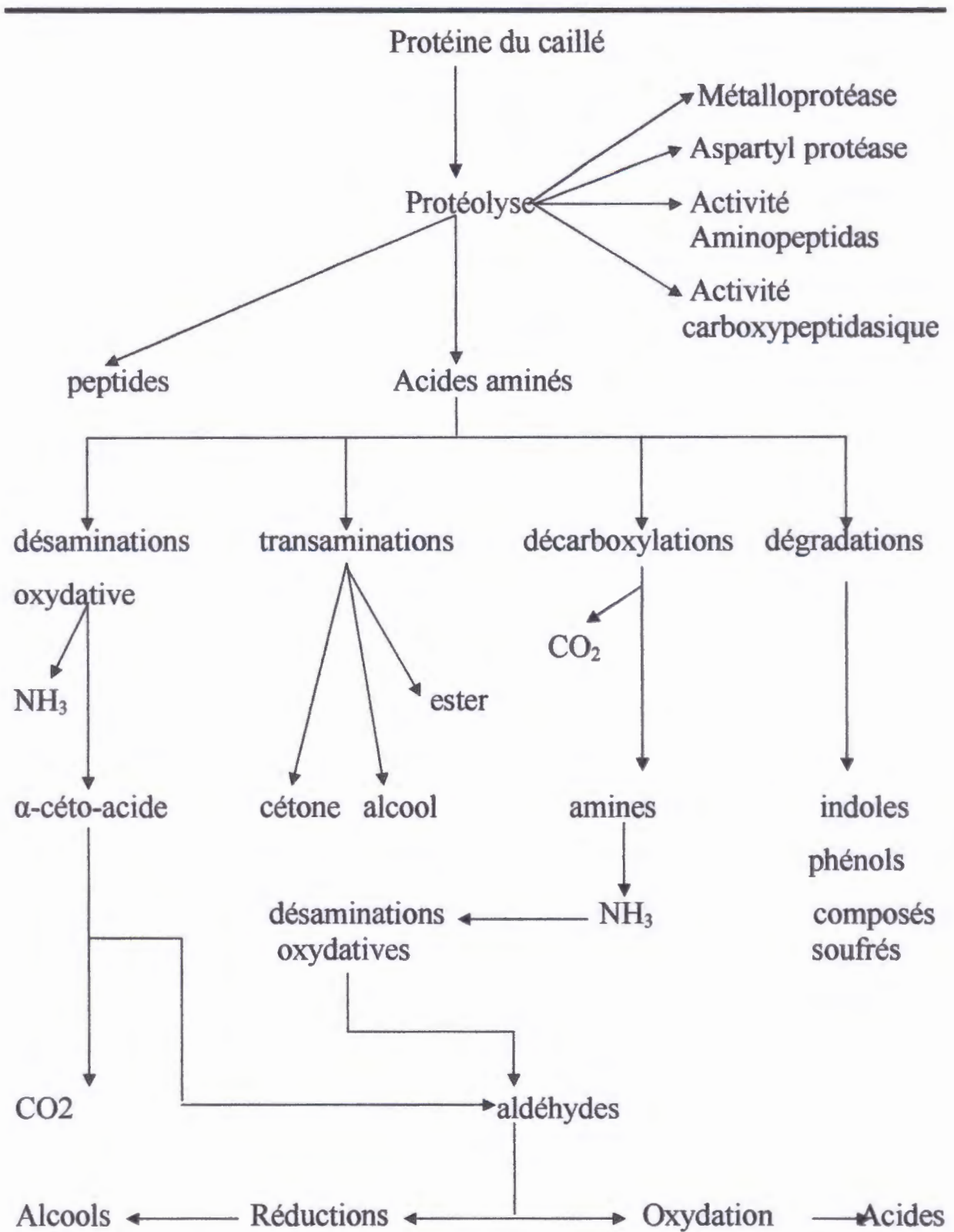
Le  $\text{CO}_2$  et les amines apparaissent par décarboxylation des acides aminés, la dégradation de leurs chaînes latérales conduits à des phénols, l'indole, du méthanthiol et d'autres composés soufrés. Le  $\text{NH}_3$  et des aldéhydes apparaissent par désamination oxydative des amines. Les aldéhydes apparaissent quant à eux, par réduction des  $\alpha$ -cétone-acides, des alcools ou des acides par réduction ou oxydation des aldéhydes

(Figure 11 et tableau 2) (Larpent, 1997).

**Tableau 2:** les composés aromatiques des fromages issus de la dégradation des acides aminés (Larpent, 1997).

classe	composés	acides aminés précurseur	fromage	Notes aromatiques
Amines	Ammoniaque	tous les a. a.		
	méthylamine	glycine	Cheddar	en faible quantité
	éthylamine	alanine	provolone	goût de
	n-propylamine		camembert	fromage affiné
	isopropylamine		bleu	
	2-méthylbutylamine	isoleucine		en forte quantité
	3-méthylbutylamine	leucine		défaut d'arôme
	Tyramine	tyrosine	pâte persillée	
	tryptamine	tryptophane	pâte molle	
	histamine	histidine	fleurie	
	cadavérine	lysine	pâte cuite	
	putrescine	arginine	croûte lavée	
	ornithine	arginine		
Aldéhydes	2- méthyl-butanal	isoleucine		maltée   arôme
	3-méthylbutanal	leucine		maltée   fades ou
	2-méthylpropanal	valine		pomme   éventés
	méthional	méthionine	cheddar	bouillon
	phénylacétaldéhyde	phénylalanine	camembert	rose +amère
	benzaldéhyde	phénylalanine	brie	amande amère
	hydroxybenzaldéhyde	tyrosine		vanillée
Cétones	acétone	glutamate		
		aspartate	camembert	
		leucine		
	acétophénone	tyrosine	croûte lavée	fleur d'oranger
		phénylalanine	livarot	
	tryptophane	pont l'évêque		
		maroille		
		langres		

Alcools et esters	phényléthanol phénylacétate	et	phénylalanine	croûte lavée camembert bleu	Florale rose En excès = Off -flavor
	indole phénol crésol		tryptophane tyrosine tyrosine	limburger camembert croûte levée livarot, maroilles pont l'évêque munster, gruyère	dilué = odeur plaisante en excès = amertume florale, médicale
Acides	$\gamma$ -amminobutyrate		glutamate	emmental saint-paulin camembert comté	



**Exemples :** Valine : Méthyl-2propalol- Leucine : Méthyl-3-butano-1

**Figure 11:** Catabolisme microbien des protéines (Larpent , 1997).

---

## II - Affinage par les moisissures considérées :

### II. 1- *Penicillium camembertii* :

Cette moisissure confère au fromage un aspect blanc duveteux très protéolytique (exo-peptidasique), il peut être responsable d'amertume, il est également très lipolytique : sa lipase libre de façon privilégiée des acides longs (allant de C13 à C18) et courts (C4 à C6) développant ainsi des saveurs piquantes et rances lipolysées ; ou conduisant à des défauts de saveurs ; à des goûts de champignons trop forts et de celluloids (quantité importante d'octène 1-3 ou de styrène produits) (Buchin et al, 1998). C'est pour cette raison qu'il est donc presque toujours associé à d'autres genres tel que *Geotrichum candidum* ou à des bactéries (Gente et al, 2007).

Mais, il a été tout de même noté, qu'une saveur de champignons très marquée est produite par une association de *Penicillium camembertii* avec *Debaryomyces hansenii* (levure très utilisée dans la fabrication des fromages), contrairement à une association de *Geotrichum candidum* avec *Debaryomyces hansenii* qui induit des fromages de chèvre lactiques (au goût acide) (Gente et al, 2007).

*Penicillium camembertii* est principalement rencontré en association avec *Geotrichum candidum* sur la surface des camemberts industriels (Buchin et al, 1998). Il existe peu de variations dans les procédés d'affinage induits par les différentes souches de *Penicillium camembertii* :

- Les enzymes protéolytiques sont toutes exocellulaires, elles sont regroupées en deux systèmes d'endopeptidases : une protéase acide de pH optimum 5.0 sur la caséine et une métalloprotéase de pH optimum 6 sur caséine. Aussi, une carboxypeptidase de pH optimum à 4 et une aminopeptidase de pH optimum à 7.5 et à 8.5 (Buchin et al, 1998).

Pour l'activité lipolytique, la variabilité entre les souches est beaucoup plus grande (de 1 à 10). Il a été mis en évidence que cette activité lipasique est relativement importante quand il s'agit d'une lipase exocellulaire. Son pH optimum d'action est alors de 8.5, mais elle reste encore active dans les conditions de pH et de température rencontrées dans les fromages.

Enfin, *Penicillium camembertii* peut, à partir des acides gras produit par la dégradation de la matière grasse, synthétiser des composés aromatiques du type métyl-

---

cétones, aldéhydes et alcools secondaires Ceci, par bêta-oxydation de ces acide gras (Botton et al , 1990).

## II. 2 - *Penicillium roquefortii* :

L'équipement enzymatique de *Penicillium roquefortii* est assez proche de celui de *Penicillium camembertii*. Mais, il existe une beaucoup plus grand variabilité sur le plan quantitatif entre les souches. Cette espèces possède deux endopeptidases, une protéase acide (pH optimum = 3.5) et une métalloprotéase (pH optimum = 5.5), Une carboxypeptidase acide (pH optimum = 3.5 à 4), et une aminopeptidase alcaline (pH optimum = 8). Toutes ces enzymes sont deux lipases exocellulaires. Le système lipasique est constitué d'une lipase alcaline (pH optimum à 8), et d'une lipase acide (pH optimum à 6.5). En comparaison, *Penicillium roquefortii* est donc une espèce moins lipolytique que *Penicillium camembertii*. Cette espèce présente également une grande capacité à produire des méthylcétone par oxydation des acides gras, ce qui conduit à l'arôme caractéristique des fromages à pâte persillée.

Des corrélations on été établies entre les différentes activités pour ces deux espèces. Pour *Penicillium camembertii* il existe une corrélation positive entre pouvoir protéolytique et lipolytique, ainsi qu'entre lipolytique et production d'arômes. En revanche, pour *Penicillium roquefortii*, la corrélation a été trouvée négative entre pouvoir protéolytique et lipolytique mais positive entre pouvoir lipolytique et production d'arômes (Botton et al, 1990).

## II. 3 - *Geotrichum candidum* :

Cette espèce est considérée à la fois comme levure et comme moisissure. *Geotrichum candidum* peut conférer au fromage un aspect blanc et duveteux (sous forme mycélienne), un aspect crème (forme lévuriforme) ou intermédiaire. Il se développe sur les fromages justes après les levures et permet une désacidification de la pâte (Asses et al, 2009).

*Geotrichum candidum* est assez sensible au sel (1.5%), sa lipase est plus spécifique de l'acide oléique et de l'acide 4-éthyl octanoïque (responsable de la flaveur de chèvre) .

*Geotrichum candidum* peut produire à partir des acides aminés des composé soufrés (méthanethiol et diméthylsulfide), et donc donner des flaveurs plus types « munster », « ail »... plus que d'autres levures) (Asses et al, 2009). Ces flaveurs d'autant plus

---

marquées quand l'association des *Geotrichum candidum* est réalisée avec des levures et non des bactéries (Decker et Nielsen, 2005).

par ailleurs, son activité aminopeptidasique dix fois plus forte que celle de *Penicillium camembertii* permet de diminuer l'amertume par dégradation des peptides amers produits par *Penicillium camembertii*. En revanche, si la croissance de *Geotrichum candidum* est mal maîtrisée la surface des fromages devient grasseuse (Decker et Nielsen, 2005).

*Geotrichum candidum* est une moisissure qui possède des activités enzymatiques importantes dont le taux de production semble lié au type de souches considérées (levuriforme ou mycéloïdes).

Pour cette moisissure, un système exocellulaire endopeptidasique de pH 5.5 à 6.0 a été identifié, ainsi qu'une lipase exocellulaire de pH 5.5 à 7. Cette espèce a également de grandes capacités d'aromatisation, mais on connaît peu la nature de ses produits aromatiques synthétisés (Botton et al, 1990).



## **Discussion et conclusion**

---

## Discussion et conclusion :

Les moisissures contrairement aux bactéries ne jouent pas un rôle dans la transformation du lait en caillé ; précurseur des fromages ; mais plutôt dans l'affinage de ces derniers.

En effet, les bactéries et les levures lactiques (*Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Saccharomyces cerevisiae* ...), effectuent les réactions nécessaires pour la production du caillé (fermentations homo et hétérolactiques), et ce n'est qu'après qu'interviennent les moisissures (Roopashri et Varadaraj, 2009).

L'affinage par les moisissures concerne le goût, l'aspect, la texture et la protection contre les microorganismes polluants (Molimard et al, 1995).

Comme ça l'a déjà été expliqué. Et selon les maisons de production, plusieurs critères interviennent pour la sélection des souches de moisissures d'affinage ; nous parlons de secret de fabrication permettant l'originalité des produits finis.

Concernant *P. camembertii*, les différentes souches permettent d'avoir un aspect plus ou moins duveteux, plus ou moins haut, plus ou moins dense ou plus ou moins blanc (Botton et al, 1990). Les différentes souches de *G. candidum*, quant à elles, servent à produire des fromages avec des degrés d'acidité caractéristiques (Asses et al, 2009). Et *P. roquefortii*, selon les souches et les conditions de préparation des inoculums, en obtient différentes couleurs de spores et donc différentes couleurs de la moisissure dans les cavités du roquefort (Ramet, 1993).

D'après les recherches réalisées dans ce travail, nous arrivons à la conclusion que *P. camembertii*, *P. roquefortii* et *G. candidum* jouent un rôle dans l'affinage pour les différents types de fromages présentés (à pâte persillée et à pâte molle et croûte fleurie). Mais cet affinage reste spécifique à chaque espèce utilisée du fait que la panoplie enzymatique de chacune lui est caractéristique. Exemple : Les amines sont dégradées par *P. camembertii* pour donner l'alanine et par *P. roquefortii* pour donner la tyrosine. (Larpen, 1997). Ces deux produits obtenus à partir du même substrat permettent d'avoir un affinage des fromages considérés, mais sous forme de deux textures différentes : *P. camembertii* rend le fromage plus mou et plus fluide, alors que *P. roquefortii* donne un fromage plus léger et facilement digestible. (Molimard et al, 1995).

Les dernières avancées dans l'affinage des fromages portent davantage sur l'utilisation combinée de *G. candidum* et *P. camembertii* dans la fabrication du camembert : Quelles concentrations de solutions de moisissures devons-nous utiliser pour

---

une bonne alliance ? Si nous augmentons ou que nous abaissons la concentration de telle ou telle solution de spores, quelles conséquences aurons-nous sur l'aspect, le goût et la texture du produit fini ? Et concernant la production du roquefort, la question tendance est quels milieux de cultures devons nous utiliser pour obtenir de nouvelles couleurs de spores pour *P. roquefortii*? Donc pour obtenir de nouvelles couleurs du roquefort.

# Références

## Références :

- Adour L, Couriol C, Amrane A. 2006. Etude en fermenteur de l'influence des acides amines sur la croissance de la moisissure *Penicillium camembertii* en présence de glucose. 12e colloque international de la recherche en IUT.
- Aldarf M, Fourcade F, Amrane A, Prigent Y. 2006. Substrate and metabolite diffusion within model medium for soft cheese in relation to growth of *Penicillium camembertii*. J Ind Microbiol Biotechnol : 33 (8) : 92 – 685.
- Asses N, Ayed L, Bouallagui H, Ben Rejeb I, Gargouri M, Hamd M. 2009. Use of *Geotrichum candidum* for olive mill wastewater treatment in submerged and static culture. Bior Technol : 100 (7) : 2182 - 2188 .
- Aziza M, Couriol C, Amrane A, Boutrou R. 2005. Evidences for synergistic effects of *Geotrichum candidum* on *Penicillium camembertii* growing on cheese juice. Enz Microbiol Technol : 37 (2) : 218 – 224.
- Blank G, Yang R, Scanlon MG. 1998. Influence of sporulation aw on heat resistance and germination of *Penicillium roquefortii* spores. Food Microbiol : 15 (2) : 151 - 156.
- Botton B, Breton A, Fevre M, Gauthier S, Guy PH, Larpent JP, Reymond P, Veau P, Sanglier JJ, Vayssier Y. 1990. Moisissures utiles et nuisibles, importance. 2e ed revue et complétée Masson. Paris. P : 349, 351, 356, 357, 358.
- Boutrou R, Guéguen M. 2005. Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology Int J Food Microbiol : 102 (1) : 1 – 20.
- Boutrou R, Kerriou L, Yves Gassi J. 2006. Contribution of *Geotrichum candidum* to the proteolysis of soft cheese . Int Dairy J 16 (7) : 775 – 78.
- Buchin S, Duboz G, Luc Le Quéré J, Grappin R. 1998. Développement des chèvres. Caractéristiques biochimiques et sensorielles des fromages de chèvre. tude inter espèce par échange de la matière grasse du lait écrémé de laits de vache. Le Lait (78 ) : 673 – 68.
- Decker M, Nielsen PV. 2005. The inhibitory effect of *Penicillium camemberti* and *Geotruchum candidum* on the associated funga of white mould cheese. Int J Food Microbiol : 104 (1) : 5 1- 60.

- **Dominique C , Contet-Audonneau N, Bouchara JP , Marie Basile A.** 2008. Moisissures, dermatophytes, levures-Du prélèvement au diagnostic. ed bioMérieux. France.
- **Gente S , La Carbona S , Guéguen M .** 2007. Levels of cystathionine gamma lyase production by *Geotrichum candidum* in synthetic media and correlation with the presence of sulphur flavours in cheese. *Int J Food Microbiol* : 114 (2) : 136 – 42.
- **Gripon JC, Bergere JL.** 1972. Le système protéolytique de *Penicillium roquefortii*. Conditions de production et nature du système protéolytique. *Le Lait* 52 (518) : 497-514.
- **Gripon JC, Lebars D, Bergere JL.** 1976. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence des micro-organismes (*Streptococcus lactis*, *Penicillium caseicolum* et *P. roquefortii*). *Le Lait* : 56 (557) : 379 - 396.
- Herbert D ,Phipps PJ, Strange RE.** 1971. chemical analysis of microbial cells. *Int. Methods in microbiol.* ed, 5B Academic press , Newyork . 265- 308.
- Lacey J .** 1991. Natural occurrence of mycotoxins in growing and conserved forage crops. *Int Mycotoxins and Animal Foods.* Smith, J E and Henderson, R S ed CRC Press. London. p : 363 – 397.
- Larpent JP, Larpent MJ.** 1997. Mémento technique de microbiologie.3e ed Lavoisier. Paris. p : 776 - 782.
- Lebars D, Desmazeaud MJ, Gripon JC, Bergere JL .**1975. Etude du rôle des micro-organismes et de leurs enzymes dans la maturation des fromages. *Le Lait* 55 (574) : 377 - 389.
- Leclercq Perlat MN, Buono F, Lambert D, Latrille E, Spinnler HE, Corrieu G.** 2004. Controlled production of Camembert-type cheeses. Part Microbiological and physicochemical evolutions. *J Dairy Res* 71 (3): 346-54.
- Leclercq-Perlat MN, Picque D, Riahi H, Corrieu G.** 2006. Microbiological and Biochemical Aspects of Camembert-Type Cheeses Depend on Atmospheric Composition in the Ripening Chamber. *J Dairy Sci* ( 89) : 3260 - 3273.
- Molard R .** 1998. Moisissures des aliments peu hydratés. Lavoisier. Paris .p : 67.
- Molimard P, Vassal L, Bouvier I, Spinnler HE.** 1995. Suivi de croissance de *Penicillium camembertii* et *Geotrichum candidum* en culture pure et en

**L'intérêt de *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii* et *Geotrichum candidum* dans la fabrication des fromages.**

Présenté par : M<sup>elle</sup> ZAÏTER Nedjla

M<sup>elle</sup> BENAÏZA Siham

**Résumé :**

L'utilisation biotechnologique des moisissures a connu une très grande ascension ces dernières années notamment pour leur métabolisme aussi diversifié qu'important. En effet, les nombreux métabolites produits par les moisissures sont très utilisés dans les différentes industries : pharmaceutique, thérapeutique, cosmétologique, agroalimentaire .....etc.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées à l'utilisation de *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii* et *Geotrichum candidum* en industrie fromagère. Nous avons commencé par définir convenablement chacune de ces moisissures ainsi que les fromages (le camembert et roquefort) dont elles assurent l'affinage. Puis, nous avons détaillé le rôle que joue précisément ces espèces, et donc leur intérêt dans la fabrication des fromages considérés.

**Mots clés :** *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii*, *Geotrichum candidum*, camembert, roquefort, affinage.

**Abstract:**

The use of biotechnology of moulds had a very large rise in recent years, particularly for its diverse and important metabolism. Indeed, many metabolites produced by moulds are widely used in various industries: pharmaceutical, therapeutic, cosmetic, food etc.

In this work, we are interested in the use of *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii* and *Geotrichum candidum* in cheese industry. We began by defining properly each mould and cheese (Camembert and Roquefort) which they have done the refining. Then, we detailed the precise role that these species realized and thus their interest in the manufacture of considered cheese.

**Keywords:** *Penicillium camembertii*, *P. roquefortii*, *Geotrichum candidum*, Camembert, Roquefort, refining.

**ملخص:**

إن إستعمال بيوتكنولوجيا الأعفان عرفت إرتقاء كبير في السنوات الأخيرة خاصة من أجل التحول الغذائي . هذه الأعفان لها دور في العمليات الأيضية والتي تستعمل في مختلف الإنتاجات مثل الصيدلانية ، الجلدية التجميلية ، الغذائية... الخ.

في عملنا هذا نهتم بإستعمال:

*Penicillium camembertii*, *Penicillium roquefortii*, *Geotrichum candidum*

في إنتاج الجبن لأجل ذلك نبدأ بتعريف دقيق لكل هذه الأعفان بالإضافة إلى تعريف الجبن.

(Camembert و Roquefort )

بعدها قمنا بتفصيل دقيق للدور الذي تلعبه هذه الأنواع من الأعفان و فائدتها في إنتاج الجبن المعتبر.

**الكلمات المفتاحية :**

*Penicillium camembertii*, *Penicillium roquefortii*, *Geotrichum candidum*

Camembert, Roquefort, تتعيم