SYNTHÈSE

Evaluation de la qualité technologique d'une pâte feuilletée

Anne-Marie Filloux, formatrice en génie alimentaire, responsable développement innovation "produit de cuisson céréalier", ENILIA - ENS MIC - BP 49 - 17700 Surgères - anne-marie.filloux@educagri.fr

Résumé

Actuellement, des tests de panification et biscuitier (type goûter...) sont utilisés par des minotiers et des entreprises de seconde transformation afin de déterminer les aptitudes technologiques des farines employées et l'influence des produits d'addition ajoutés. Ces tests permettent en tenant compte des interactions entre les différents composants de la pâte de pouvoir adapter cet élément de base (la farine), à l'utilisation attendue, en intégrant les spécificités et les contraintes industrielles.

Les critères physicochimiques, rhéologiques et sensoriels du concept (farine, pâte, produit fini), peuvent être mis en relation et des corrélations pertinentes entre les analyses directes (tests technologiques) et indirectes (tests physico-chimiques) ont été établies.

Ainsi, l'adaptation de la farine aux procédés de panification (pains, pizzas, viennoiserie) et de biscuiterie est globalement satisfaisante. Ce qui ne semble pas être le cas dans le domaine des pâtes ménagères (pâtes feuilletées, brisées, sablées).

Les pâtes feuilletées représentant plus de 50 % de la production de pâte ménagère, il est pertinent de mettre en place un test technologique fiable, reproductible et de routine. Il permettrait d'évaluer les qualités technologiques des farines de blé (machinabilité, absence de collant, aptitude au transfert sur des tapis, élasticité réduite, extensibilité satisfaisante, bonne stabilité) ainsi que celles des matières grasses (plasticité).

L'objectif du projet que nous avons démarré est donc d'acquérir une meilleure connaissance de l'influence des farines sur la rhéologie des pâtes ménagères laminées et de faire émerger des critères pertinents de prédiction de la qualité.

La première étape de ce projet nous a conduit à réaliser une synthèse bibliographique qui est présentée dans cet article.

Mots-clés : pâte feuilletée, détrempé, farine-hydratation, matières grasses de feuilletage, qualité du feuilletage

Définition et caractéristiques de la pâte feuilletée

Le principe du feuilletage consiste à intercaler, par pliages successifs, des couches de matière grasse entre des couches de pâte. Lors de la cuisson, l'eau de la détrempe se transforme en vapeur. Et ainsi, cette vapeur soulève chaque couche de pâte.

C'est alors que la matière grasse joue son rôle : en fondant, elle assure l'imperméabilisation de la pâte, qui retient ainsi la vapeur prisonnière. Celle-ci poussera et soulèvera chaque feuillet de pâte.

C'est alors que la magie s'opère, les feuilles superposées régulièrement offrent au palais le fondant, la friabilité et la légèreté qui caractérise un bon feuilletage. De même, les feuilles doivent être légèrement croustillantes et l'abaisse doit avoir pris du volume, être aérée pour répondre aux attentes du consommateur.

Une pâte feuilletée de qualité est généralement considérée avec un poids spécifique, un volume élevé et ayant une texture acceptable. Selon le New Zealand, il semble que les fragments de pâte ne doivent pas être ni raide ni collant (gluant) comme du chewing-gum au palais. De plus, il considère un nombre de satisfactions visuelles à remplir, comme la couleur (blanche ou légèrement jaune) et

l'absence de bran speck (morceaux, grumeaux). Elle est constituée pas la superposition de couches de pâtes (détrempes) et de matière grasse.

1. La pâte : une compétition entre différents constituants

La pâte associe les propriétés élastiques d'un solide et les propriétés visqueuses d'un liquide en raison d'une structure interne très particulière. Le pétrissage permet la formation d'une pâte homogène, lisse, tenace et viscoélastique à partir de ses principaux constituants : la farine et l'eau.

Au cours de cette opération, la pâte est soumise à des forces d'extension, de cisaillement et de compression qui sont fonction de la géométrie de l'ensemble du pétrin et de la vitesse de rotation de l'axe.

Lors du mélange de l'eau et de la farine, on peut observer l'hydratation des particules de farine et la perte du caractère humide et granuleux du mélange. La pâte se forme, devient lisse, homogène et s'affermit.

Une pâte est un système constitué de trois phases :

> liquide : c'est une solution concentrée de constituants solubles ; elle occupe 20 à 25% du volume de la pâte,

> solide : elle est composée de fractions insolubles et d'eau liée (0,4 à 0,5g/g de poids sec) où on décèle plusieurs phases qui sont des couches lipidiques, des gels, du gluten et de l'amidon,

> gazeuse : elle est constituée de micro alvéoles d'air dispersées au sein de la phase aqueuse et dont le nombre et le volume influeront sur le volume de la pâte.

La pâte est un système instable qui évolue en fonction des contraintes énergétiques et mécaniques qu'elle subit mais également au cours du temps en raison des réarrangements structuraux qui interviennent lorsqu'elle est maintenue au repos. Cette relaxation provient de la libération progressive de l'énergie accumulée au cours de la formation de la pâte. Cette évolution se manifeste par une modification de son élasticité et de sa viscosité et traduit :

évolution de la nature des liaisons hydrogènes et disulfures et des interactions hydrophobes qui associent les constituants de la pâte,
modification de la distribution de l'eau entre ces derniers.

La qualité des farines : la nature et la quantité des additifs et des auxiliaires technologiques ajoutés, la présence de chlorure de sodium et la teneur en eau de la pâte peuvent profondément modifier ses propriétés.

Le métier des industriels est d'élaborer les formules de pâtes et de caractériser l'état rhéologique optimale de ces dernières pour assurer une bonne qualité des produits finis.

La farine doit sa réactivité à la capacité des molécules qui la compose (protéines du gluten, pentosanes et lipides et à moindre titre l'amidon), à former de nouvelles liaisons en présence d'eau et à en rompre d'anciennes.

Le pétrissage remplit deux fonctions essentielles à la poursuite de la panification :

- formation d'un produit viscoélastique par dispersion et solubilisation des constituants, sorption d'eau, cisaillement et déformations élongationnelles, formation de liaisons covalentes et non covalentes entre les constituants, création de nouvelles structures orientées.
- incorporation de mini alvéoles d'air au sein de la pâte.

Formation d'un réseau protéique

Les fibrilles protéiques très extensibles, probablement du type gliadine, se forment dès que l'eau vient en contact avec la farine. Ensuite, et au cours du pétrissage, le phénomène provoque une transformation physico-chimique profonde du système :

- réarrangement des configurations spatiales des protéines,
- formation de liaisons non covalentes entre les protéines et les autres constituants de la farine,
- ruptures et reformations des liaisons disulfures.

Les agrégats de gluténines sont partiellement dissociés en fractions d'encombrement moléculaires plus réduits.

Des oligomères, structures intermédiaires entre des sous unités de gluténines et agrégats, se forment. On suppose que cette dissociation résulte d'une rupture mécanique des agrégats sous l'effet d'un cisaillement des macromolécules provoqués par l'action mécanique de l'axe du pétrin.

Lorsque le pétrissage se poursuit, un film protéique apparaît, celuici doit être homogène et régulièrement distribué autour des granules d'amidon. Si le pétrissage se poursuit au-delà de son optimum, des liaisons covalentes ou non, peuvent se rompre et modifier l'état du réseau protéique (la pâte colle).

Les interactions qui se développent entre les protéines, l'amidon et les lipides au cours du pétrissage contribuent également à la formation de la pâte.

L'addition de sel renforce la consistance de la pâte car il augmente l'intensité des liaisons hydrogène entre les chaînes polypeptidiques au fur et à mesure de la formation de nouvelles interactions entre l'eau et les ions sodium et chlore. Les nouvelles liaisons inter et intra moléculaires provoquées par l'addition de sel (NaCl) entre les protéines du gluten, qui pourraient ainsi se former, sont responsables de l'accroissement de la force de la pâte. De plus, l'augmentation de la force ionique diminue la capacité de rétention d'eau et la viscosité des pentosanes solubles.

Rôle de l'eau

Avec la farine et l'air, l'eau est l'un des trois éléments indispensable à la formation de la pâte. Elle fournit aux molécules présentes une mobilité leur permettant d'interéagir. Au fur et à mesure que l'eau est ajoutée à la farine et que la pâte se forme, les protéines passent d'un état vitreux à un état caoutchouteux.

Au sein de la pâte, l'eau se répartit en eau liée et en eau libre. L'eau liée contribue à l'organisation moléculaire de la pâte, l'eau libre quant à elle est responsable de sa fluidité.

On considère que les protéines ont la capacité d'absorber 1,5 à 2 fois leur masse en eau et le gluten d'avantage (2,2), les amidons intactes et endommagés respectivement 0,4 et 2 fois, les pentosanes de 10 à 15 fois.

La quantité d'eau apportée doit être adaptée aux caractéristiques des farines (teneur en protéines et degré d'endommagement de l'amidon), un déficit ou un excès en eau se traduit par un changement profond des propriétés des pâtes.

L'augmentation de la consistance de la pâte au cours du pétrissage, jusqu'à ce que soit atteinte la consistance maximale et avant destruction du réseau protéique, s'explique en partie par une fixation progressive de l'eau sur les constituants de la farine et donc par une diminution de l'eau libre responsable de la fluidité de la pâte. Au delà, une partie de l'eau est relarguée et la pâte devient collante.

Les particules de farine s'hydratent d'autant plus aisément et rapidement qu'elles sont de petite dimension ; leur environnement devient fortement hydrophile et la structure des protéines se modifie pour s'adapter à ce nouvel environnement riche en eau. Les molécules les plus petites et les plus solubles passent en solution tandis que les protéines subissent des changements dans leur conformation (les régions hydrophobes se tournent vers l'intérieur des molécules). Par ailleurs, l'eau contribue à la rupture des liaisons ioniques et à la formation de liaisons hydrogènes.

La consistance de la pâte diminue ou augmente lorsque le pH diminue de 5,8 à 4,2, selon la présence ou non de sel dans le milieu.

2. Mesures sur produit fini

Pour évaluer la qualité de la pâte feuilletée, différentes mesures, sont pratiquées par des études de recherche pour évaluer la qualité de la pâte feuilletée. Les mesures effectuées sont les suivantes :

Avant cuisson

- · diamètre original
- hauteur original
- poids

Après cuisson

- diamètre maximum
- diamètre minimum
- hauteur maximale

- · hauteur minimale
- poids

Ces valeurs permettent ainsi d'apprécier :

- la rétraction
- le coefficient de développement (ou volume)
- l'ellipticité
- la taille spécifique de la pâte (specific pastry height) en mm/g
- le volume spécifique de la pâte (specific pastry volume) en ml/g

Dmax

Face

Dm/h

Hmin

Profil

Dmax : diamètre maximum Dmin : diamètre minimum Hmax : hauteur maximum Hmin : hauteur minimum

Doriginal : diamètre avant cuisson Horiginal : hauteur avant cuisson

3. Influence de facteurs intrinsèques de la pâte sur la qualité du feuilletage

La formule doit être constante, précise, adaptée au type de farine utilisée et modifiée selon les variations normales de la farine (humidité, température).

• La farine

La farine est importante car le potentiel de formation du gluten peut dicter le volume et la forme de la pâte finale. Si la farine est issue de blé "soft" (blé biscuitier, la farine biscuitière contenant moins de protéines qu'une farine panifiable), la pâte sera plus maniable mais le volume final sera faible. Si la farine est issue de blé de force (ou blé correcteur, la farine contient un fort pourcentage de protéines), la pâte sera difficile à travailler et la pâte finale se rétractera et se déformera.

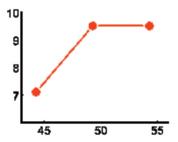
Dans certains cas, le potentiel élastique des farines peut être compensé par la quantité de matière grasse employée.

• Hydratation de la pâte

La consistance de la pâte dépend en grande partie de la quantité d'eau utilisée. En effet, l'importance du développement de gluten dépend de l'hydratation de la pâte. La formulation de la pâte dépend du taux d'absorption de la farine, de la quantité de matière grasse dans la détrempe et du process.

La température de l'eau est un facteur très important et notamment lorsque l'on pétrit avec une vitesse rapide ou que la matière grasse à un point de fusion faible.

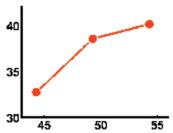
Graphique 1 : Coefficient de développement en fonction de la teneur en eau



44% d'eau



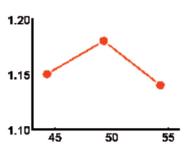
Graphique 2 : Rétraction en fonction de la teneur en eau



49% d'eau



Graphique 3 : Ellipticité en fonction de la teneur en eau



54% d'eau



Il semble donc que d'après ces observations, on est de meilleurs résultats avec 49% d'eau. En effet, la hauteur de pâte, le taux de rétraction et l'ellipticité offrent un meilleur compromis.

La matière grasse

Les graisses végétales permettent d'accomplir un nombre considérable de fonctions pour la production de produits de cuisson céréalières tel que :

- donner un aspect tendre,
- un goût plus humide,
- contribution structurale,
- lubrification,
- incorporation d'air,
- transfert de chaleur.

Les facteurs déterminants la capacité d'une graisse ou huile particulières à accomplir une ou plusieurs de ces fonctions sont : le rapport entre la phase solide et la phase liquide, la plasticité d'une matière grasse solide et la stabilité d'oxydation.

Dans plusieurs produits de boulangerie, et notamment pour la pâte feuilletée, la graisse est placée entre plusieurs couches de pâte, pour obtenir plusieurs centaines de couches alternées de pâte et de graisse.

Le premier objectif est de préserver la structure des couches alternées de la pâte et de la graisse. Il y a plusieurs facteurs importants à considérer au cours du choix des types de matières grasses ou de margarines pour ce processus. Certaines d'entre elles sont :

- SFI et plasticité de la graisse
- point de fusion total de la graisse
- consistance et plasticité de la pâte
- température du réfrigérateur
- nombre de plis au niveau de la pâte avant de la ramener dans le réfrigérateur

- contrôle de la température

Plusieurs de ces facteurs sont uniques pour un produit donné et par conséquent, ils exercent une influence sur les conditions à respecter pour la graisse à utiliser au moment de rouler la pâte, ce qui permet d'obtenir d'excellents résultats au niveau des produits de la pâtisserie.

L'écart plastique de la graisse doit être large. La consistance de la graisse doit toujours correspondre à celle de la pâte malgré l'écart de température, qui va de la température du réfrigérateur (à la sortie froide) à la température ambiante ou plus. Si la graisse est nettement plus dure que la pâte lorsque la température est froide, alors lorsqu'on étale une pâte retardée, la graisse ne s'étale pas sous forme de couches uniforme entre les couches de pâte, mais elle a tendance à la perforer. Si la graisse est plus douce que la pâte à une température ambiante, au fur et à mesure que la pâte se réchauffe (au cours du tourage), les matières grasses pénètrent dans la pâte, les couches de pâte adjacentes collent l'une à l'autre, et l'effet de feuilletage est perdu.

La plasticité propre à la graisse de feuilletage nécessite un profil SFI (Solide Fat Index) stable, et une stabilisation de la phase cristalline en forme bêta prime.

Le point de fusion de la graisse doit être plus élevé que la température à laquelle les produits danois ou croissants sont préparés. Si la température est plus élevée que le point de fusion, la couche de graisse se transforme en huile. Ceci permettra aux couches de pâte de coller l'une à l'autre jusqu'à un certain degré de la préparation, et le produit fini serait moins feuilleté que souhaité. En règle générale, le point de fusion total doit être au moins de 5°C plus élevé que les températures de préparation.

La pâte roulée qui ne contient pas de levure dépend à 100 % de la

génération de la vapeur d'eau dans le four pendant la cuisson pour être levée. Souvent, la margarine (qui contient à peu près 17-20 % d'eau) est utilisée comme graisse pour rouler cette pâte. Deux types de matière grasse peuvent être utilisées. L'une peut être ajoutée à la pâte (farine et eau), pour modifier la pâte elle même et une autre pour le feuilletage.

> La matière grasse de la détrempe

Son emploi n'est pas systématique mais il est vivement recommandé compte tenu de ces qualités sur la pâte. D'après les diagrammes fournis et la bibliographie, la teneur en matière grasse dans la détrempe peut varier de 4 à 10 % du poids de la farine.

Dans le cas particulier du feuilletage écossais la totalité de la matière grasse est introduite dans la détrempe. Cette méthode consiste à incorporer des morceaux de matière grasse en fin de frasage. Il reste alors des morceaux de matière grasse qui graduellement vont former des couches de graisse pendant le laminage. La matière grasse de la détrempe rend la pâte plus souple et plus facile à manipuler.

L'utilisation de la matière grasse dans la pétrissée tend à diminuer le développement du gluten et l'étirement de la pâte (cas des rognures). Les pourcentages de gras doivent être rigoureusement identiques si l'on ne veut pas de variations ou de levage à la cuisson (2 à 3 % de variation).

> La matière grasse de feuilletage

La teneur en matière grasse de feuilletage peut varier de 18 à 37% (selon les diagrammes fournis).

Si l'on utilise du beurre, la pâte doit reposer au réfrigérateur. Cela est essentiel pour ne pas qu'il y ait de mélange entre la pâte et le beurre. La margarine a un haut point de fusion, par conséquent, les périodes de laminage peuvent être conduites à n'importe quelle température et avec ou sans temps de repos. Une matière grasse de feuilletage avec un point de fusion de 44°C est très tolérant et donne des coefficients de développement élevés car elle est très plastique. En revanche, elle est moins fondante en bouche. Une matière grasse de feuilletage avec un point de fusion de 39°C est plus appréciable à la dégustation mais présente une pâte moins levée. Généralement, les matières grasses dont le point de fusion est compris entre 40 et 44°C offrent un bon compromis entre l'aspect de la pâte feuilletée et la dégustation.

4. Influence de facteurs intrinsèques de la pâte feuilletée sur la qualité du feuilletage

Il y a deux actions pour réaliser une pâte feuilletée :

- incorporation de la matière grasse pour séparer les feuilles de pâte et piéger la vapeur qui se créée pendant la cuisson,
- étirement et pliage successif pour créer le feuilletage.

Les règles à respecter pour obtenir un bon feuilletage :

- il faut un travail constant de la pâte (pour éviter une pâte poreuse/cassante),
- il est nécessaire d'avoir une température constante de la pâte (surtout lorsque la pâte doit être congelée),
- l'hygiène doit être parfaite.

La température de la pièce doit être constante et connue (l'idéale étant une pièce avec un conditionnement d'air de 16°C)

Frasage

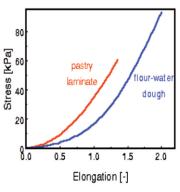
Une partie de la formation du réseau de gluten peut se former pen-

dant le laminage. Donc le frasage peut être interrompu avant la fin de la formation du réseau de gluten.

Tourage

Cette étape permet d'augmenter le nombre de feuilles et l'épaisseur de la pâte par une alternance de couches de pâte et de couches de matière grasse. On peut noter ici que cette étape conditionne la friabilité du produit. Lors de cette étape un minimum de farine de fleurage doit être utilisée. La pâte laminée doit avoir des coins carrés pour assurer l'homogénéité du feuilletage. La matière grasse de tourage doit être plastifiée (extrudée) avant son introduction dans la pâte.

La pression exercée pendant le laminage doit se faire de façon graduelle et donc, l'écartement des rouleaux doit être progressif pour conserver l'intégrité des couches. Si cette condition n'est pas respectée le réseau de gluten peut se rompre et être responsable de la rupture des couches de pâte. A la fin de la production, le feuilletage sera grossier, l'expansion irrégulière, graisseuse et d'autres défauts.



Aussi, la couche de matière grasse peut se séparer. On peut alors observer une diminution de la friabilité, un faible volume et un feuilletage grossier. Le croustillant peut être lui aussi diminué et irrégulier.

Le nombre de feuilles est fonction du type de pliage et du nombre de laminage. Bien que toutes les lignes de production ne soient pas en mesure d'effectuer des tours à la pâte,

cette étape permet d'augmenter encore le nombre de feuilles.

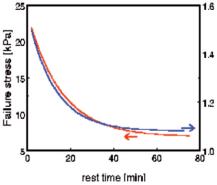
Le nombre de feuilles a un impact sur les qualités du produit fini. En effet, s'il n'y a pas assez de couches de matière grasse, la vapeur s'échappera sans permettre à la pâte de se lever. En revanche, s'il y a trop de couches de matière grasse, celle ci se mélange à la pâte pendant le laminage et donc la vapeur n'est pas piégée et la pâte ne peut lever.

Le laminage ou le nombre de couches vont être responsable de la tendreté et du feuilletage du produit fini.

Les pâtes laminées avec de la matière grasse (comme dans le cas de la pâte feuilletée) sont plus visqueuses et se rompent plus facilement que les pâtes sans matière grasse. Par conséquent, cela suggère qu'il faut rechercher une pâte moins visqueuse et plus résistante.

• Détente de la pâte

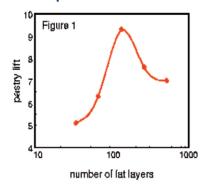
Une force de relaxation est induite durant le pétrissage. Après cette



étape, les composants de la farine continuent à s'hydrater. Aussi, les protéines sont réarrangées avec des mouvements de ponts thiols disulfures. Ceci entraîne alors une diminution du poids moléculaire des protéines et donc la production de gluténines de faible masse moléculaire.

La force de relaxation de la pâte laminée diminue avec le temps. Cette relaxation est longue mais elle est très importante pendant les premières secondes après le laminage.

• Découpe



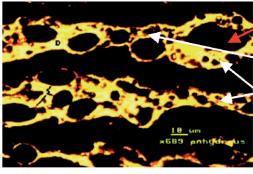
L'épaisseur de la pâte à la fin du laminage : 3 mm.

La figure montre l'effet de la levée de la pâte en fonction du nombre de couches de matière grasse. D'après ce graphique, le nombre de couches optimal est de 128.

Cuisson

Pendant la cuisson, les bulles d'air de la pâte s'évaporent lentement. Quand la température atteint 100°C, l'eau de la pâte entraîne une expansion rapide de la vapeur. Ces bulles de gaz migrent vers les couches de graisses. La hauteur de la pâte dépend de l'expansion de la vapeur mais aussi de la force de la pâte. A la fin du cycle de cuisson, la matière grasse est absorbée par la pâte, ce qui entraîne une texture tendre.

Pâte cuite au microscope confocal



- la région jaune correspond au gluten présent dans les feuilles de pâte.
- les formes ovales en noir à l'intérieur des feuilles de pâte représentent les granules

d'amidon.

• la région noire entre deux couches de pâte représente les couches de matière grasse initialement présentes.

Utilisation des rognures

La mise en forme du produit entraîne de nombreuses chutes. Celles ci, peuvent être réintroduites à la pâte. Mais plus on augmente le pourcentage de rognure dans la formulation, plus le coefficient de développement est faible et plus la pâte se déforme (formation d'une ellipse). Le taux maximum de rognures employées ne doit pas dépasser 33 % de la formulation mais il est préférable d'en utiliser moins. L'incorporation des chutes peuvent avoir lieu lors du dernier tour de la pâte feuilletée ou pendant le frasage si l'on utilise une vitesse rapide.

• Défauts du produit fini

L'augmentation du volume dépend :

- du potentiel de la formation du réseau de gluten,
- de la température de la pâte lors de la formation du réseau de gluten,
- de la rétention gazeuse et donc de la qualité du feuilletage.

Tableau 1: Récapitulatif des défauts rencontrés sur la pâte feuilletée et leur causes associées

Défauts	Causes possibles
Pas d'extension	Four trop froid Manque de plis/laminage Manque de force de la farine Manque de plasticité de la matière grasse Matière grasse trop molle
Trop dure	Four trop froid Pâte laminée trop épaisse Manque de plis/laminage
Rétraction importante à la cuisson	 Manque de repos lors des différentes étapes du laminage
Pâte très grasse Relargage important de la matière grasse	* Trop de matière grasse employée * Epaisseur de la matière grasse trop importante lors du tourage
Absence de feuilletage	Mélange entre la farine et la matière grasse Temps de repos inadéquate entre chaque étape Réduction excessive de l'épaisseur du produit lors du laminage

Conclusion

Au niveau industriel, la pâte doit être machinable, non collante, avoir une certaine ténacité pour être transférable sur des tapis, avoir une élasticité limitée pour ne pas trop se rétracter et une extensibilité déterminée pour pouvoir se déformer sans se rompre. Les opérations de mise en forme et de transfert des pâtes peuvent être ralenties, voire parfois empêchées, par un excès d'adhésion des pâtes aux matériels en contact avec elles. De nombreux facteurs interviennent dans l'adhésivité des pâtes: leur formulation (teneur en eau, présence de sucre, de matière grasse, d'additifs oxydants ou réducteurs, d'enzyme...), les conditions de pétrissage et la température. De plus, les pâtes peuvent se comporter différemment selon les blés. Les aptitudes et les qualités d'une farine varient chaque année selon les lieux et les conditions de récoltes, l'industriel utilisateur de farine souhaite un procédé de fabrication et un produit fini standardisés.

Il est donc nécessaire de maîtriser les facteurs variables les plus pertinents pour mener au mieux les plans d'expériences, afin de définir la farine la plus adaptée aux caractéristiques des pâtes feuilletées souhaitées.

Au sein de l'ENILIA - Ensmic, nous avons commencé à mettre en place un test technologique fiable et discriminant, que pourrait être prédictif de la qualité des farines et des matières grasses de feuilletage.

Bibliographie

<u>Périodiques</u>

Aamodt, E.M. Magnus, E.M. Faergestad, "Effect of flour Quality, ascorbic acid, and DATEM on Dough Rheological Parameters and Hearth Loaves Characteristics", Journal of Food Science, 2003, vol68, n°7

M. Bailly, "Les pâtes ménagères repensent leur recettes", LSA, $n^{\circ}1778$, 29 août 2002

MM. G. Crase, R Hernandez, "Approche sur les détrempes de feuilletage et pâtes levées feuilletées", IAA, 1998, oct 1003-1005

M. Dubois. "Les farines - Caractérisation des farines et des pâtes". Industrie des Céréales. Avril-Mai-Juin, 1999

F. Demianoff, "Des pâtes ménagères thématiques", LSA, n°1748, 6 décembre 2001

Gattegno, "Gros plan sur les pâtes ménagères", LSA, mai 1997

H. Kazier, B. Dyer, "Reduced-Fat Pastry Margarine for laminated dough in puff, Danish, and Croissant Applications », Cereal Fopd World, mai 1995, vol 40, n°5.

B. Launay, "Propriétés rhéologiques des pâtes de farine : quelques progrès récents", Industries Alimentaires et Agricoles, 1979.

D. Le Gigan. "Information apportées par les analyses rhéologiques sur les pâtes de farines". Industrie des Céréales, n°103, juin-juillet 1997

V. MELAS , J.C. AUTRAN, "Caractérisation biochimique et fonctionnelle des gluténines de blé tendre par chromatographie d'échange de cations. Relation avec les caractéristiques technolologiques de la pâte", Science de Aliments $n^{\circ}16(4)$, 1996, p 362 à 379

B. Merland, "Les analyses des industriels divergent ; Pâtes ménagères : un consommateur bien mystérieux", Linéaires, n°199 janvier 2005

E. A. McGill, "Puff Pastry Production". The baker digest, 25 février 1995.

R. Rousselin-Rousvoal, "Les pâtes ménagères tiennent la route", Linéaires, n°172 juillet 2002

"Mesure du collant d'une pâte"". Filière Gourmande juin 1994

Ouvrages

B. Cuq. "Influence de la matière première et du procédé de transformation sur la strucure et la texture des aliments céréaliers". Dixièmes rencontres Agoral Massy 1998, Stucturation des aliments, ingrédients et procédés, Edition tec&doc.

P Feillet. Le Grain de Blé composition et utilisation. Editions INRA.2000

B. Godon, W. Loisel. "Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales". Edition Lavoisier, Tec&Doc. 2ème édition 1997. 819p

B. Godon. C. Willm. Les Industries de Premières Transformation des Céréales. Lavoisiser TEC&DOC. 1991R. Guinet, B. Godon. "La panification française". Edition Lavoisier, Tec&Doc. 1994. 524p

Roussel, H. Chiron. Les Pains Français. Science et Technologie des Métiers de Bouche. Editeurs MAE ERTI. 2002

"Formulas and pocedures for products leavened, primarily with waper vapor", Formulas and process for bakers, GBR, Baking: Elsevier science Publishers, 1989, p39-68.

Autres

W.Z. Chen, R.C. Hoseney. "Development of an Objective Mezthod for Dough stickiness". Departement of Grain Science & Industry, Kansas state University, Shellenberger Hall, Manhattan, 1995, 28, 467-473.

R.C. Hoseney, JO. Smewing. "Instrumental Measurement of Stickiness of Doughs and others Foods". Journal of Texture Studies 30. 1999, 123-136.

R. Kieffer et al. "Correlations of the Breadmaking Performance of Wheat Flour with Rheological Measurements on a Micro-scale". Journal of Science. 27, 1998, 53-60

Supplément technique INBP n°43 du 1er avril 1995, "Feuilletage à l'essai"