

Les caractéristiques rhéologiques des pâtes

1 - Définitions

La rhéologie est la science qui étudie les propriétés d'écoulement des corps soumis à des forces ou des contraintes extérieures, et des déformations.

On distingue 3 types de comportements :

- La viscosité
- L'élasticité
- La viscoélasticité

La pâte à pain possède à la fois les propriétés des liquides (viscosité) et des solides (élasticité) : elle est viscoélastique.

L'analyse des qualités rhéologiques de la pâte à pain consiste en des mesures (ou constat) de consistance, collant, relâchement, lissage, extensibilité, élasticité, tolérance et développement (pousse) de la pâte.

1.1 - La consistance

= Etat de fermeté de la pâte.

Elle s'apprécie par enfoncement progressif des doigts dans la pâte (pincement) : la pâte se déforme en s'écoulant, on en apprécie alors les caractéristiques visqueuses.

L'appréciation de ce niveau de consistance s'effectue pendant le frasage (réajustement de l'hydratation par bassinage ou contre-frasage si nécessaire) et en fin de pétrissage.

Les variations de consistance sont influencées par les éléments fixateurs d'eau dans la pâte : protéines, amidons endommagés, hémicelluloses...

1.2 - Le collant

= force d'adhérence de la pâte.

Il s'apprécie par contacts successifs et réguliers entre le dos de la main (au niveau des doigts) et la pâte. La quantité de pâte restant collée aux doigts et la force d'adhérence détermine l'intensité du collant.

N.B. : Ce caractère est toujours jugé en excès. L'absence d'adhérence est le caractère normal.

En général, les phénomènes de collant ont pour origine : un excès d'hydratation, une mauvaise qualité des protéines (prise de force insuffisante de la pâte), une humidité relative ambiante excessive.

1.3 - Le relâchement

= Ecoulement de la pâte sous son propre poids (ou tenue insuffisance de la pâte).

Il s'apprécie (constat) en fin de pétrissage, en fin de pointage et à la mise au four (après la scarification des pâtons).

N.B. : Ce caractère est toujours jugé en excès (« ça pousse 'plat' »). L'absence de relâchement, prenant cependant en compte un léger affaiblissement après déformation (« ça pousse 'rond' »), est le caractère normal.

1.4 - Le lissage

= Aspect lisse de la pâte en fin de pétrissage.

Le lissage est en relation avec la formation de la structure gluténique et surtout ses capacités d'extensibilité (voir § 6). La rapidité de lissage est un indicateur de la rapidité de formation de la structure gluténique.

1.5 - L'extensibilité

= Capacité d'allongement ou de déformation de la pâte.

Elle peut être appréciée par étirement (uniaxial ou biaxial), compression ou insufflation de gaz.

En panification, on apprécie couramment l'extensibilité :

- en observant l'aspect lisse en fin de pétrissage,
- en étirant la pâte (au pétrissage) jusqu'à sa rupture (mouvement vertical, rectiligne et uniforme). On considère que l'état normal (pour du pain français) est défini par une rupture intervenant après étirement de 20 à 30 cm,
- en estimant l'aptitude à l'allongement du pâton au façonnage (32cm ±1cm à l'essai de panification-façonnage mécanique standardisé),
- en observant les éventuels déchirements de surface au façonnage ou en fin d'apprêt (=extensibilité insuffisante ou excès de force).

Attention ! il n'y a pas de relation systématique entre l'extensibilité mesurée en fin de pétrissage, au façonnage et au cours de la fermentation parce que les types de déformation sont différents et que les caractéristiques de la pâte évoluent au cours de la panification.

Exemple de la pâte préparée avec la farine du blé 'Thésée' : extensible en compression (diminution d'épaisseur avec déformation latérale du pâton) mais cassante en étirement.

N.B. : Les gliadines jouent un rôle prépondérant dans l'expression de l'extensibilité.

1.6 - L'élasticité

= Capacité de la pâte à reprendre totalement ou partiellement sa forme après une déformation donnée (± intense) et l'arrêt de cette déformation.

L'élasticité s'apprécie :

- en fin de pétrissage sur la pâte en masse dans le pétrin après étirement et relâchement,
- en fin de façonnage, par de petits étirements du pâton,

- à la mise au four, par une légère pression sur la pâte en fermentation.

Le boulanger apprécie l'élasticité en fin d'apprêt et par la même occasion le niveau de résistance mécanique :

- si ce niveau est fort (l'empreinte du doigt s'efface rapidement = reprise immédiate de la forme initiale après déformation), le pâton peut supporter un temps de fermentation supérieur sans risques de relâchement (on repousse l'enfournement),
- si ce niveau est faible (l'empreinte du doigt reste), les risques d'affaissement des pâtons à la mise au four sont importants (=il est urgent d'enfourner immédiatement !)

N.B. : Les gluténines jouent un rôle prépondérant dans l'expression de l'élasticité (ou tenacité).

1.7 - La tolérance

= Aptitude de la pâte à supporter des temps plus longs de fermentation tout en gardant une bonne tenue à la mise au four

1.8 - Le développement (ou la pousse)

Cette caractéristique est appréciée dans le cadre de l'essai de panification par la méthode AFNOR. Il s'agit de mesurer le volume de pousse (développement) de la pâte en fermentation (volume initial + gain de volume après fermentation). Cette pousse est en relation avec l'activité fermentative mais intègre aussi l'aptitude de la pâte à la déformation et sa rétention gazeuse.

2 - Les principaux tests indirects des caractéristiques rhéologiques

2.1 - L'alvéographe CHOPIN

Ce test vise à mesurer la valeur boulangère d'une farine, exprimée par plusieurs paramètres, dont le W.

- W correspond au travail (Work en anglais) nécessaire pour déformer la bulle de pâte jusqu'à sa rupture (relié à la surface de la courbe obtenue) et détermine la force boulangère.
Pétrissage lent et pointage long : W=140 à 160 suffit
Pain de tradition française en pétrissage amélioré : W=180 à 220
Pousse contrôlée : W=250 (permet de ne pas utiliser d'acide ascorbique)
Pain de mie de type anglo-saxon : W=350 à 500
- P, ou Pression maximale, correspond à une résistance à la déformation et mesure la tenacité. Il dépend de la consistance (viscosité) et de la résistance élastique. Il est corrélé au potentiel d'hydratation de la pâte en boulangerie.
- Ie, ou indice d'élasticité, correspond au pourcentage de la pression à 200cm³ de gonflement sur la pression maximum. Il met en évidence les variations de chute de la courbe (courbe plus ou moins creuse).
Ie faible (=baisse de pression rapide) : pâte peu élastique (cf. blé 'Thésee')

I_e élevé (=chute de pression faible) : pâte élastique. Un I_e excessif (cf. blé 'Soissons' et blés de force) se traduit par des insuffisances d'extensibilité qui retardent le lissage et réduisent l'allongement au façonnage.

- G , ou Gonflement, correspond à la quantité d'air insufflée dans la bulle (son volume - relié à la longueur de la courbe). Il est corrélé à l'extensibilité de la pâte et à sa rétention gazeuse. La corrélation entre le G et la rapidité de lissage est généralement significative si I_e n'est pas trop élevé.
- P/L, ou rapport entre tenacité et extensibilité, est associé à un équilibre dans les caractéristiques physiques des pâtes.

2.2 - Le farinographe (Brabender)

Ce test vise à mesurer la variation de la résistance de la pâte au cours du pétrissage et renseigne sur le comportement de la pâte au pétrissage.

La consistance maximale, de départ, de la pâte est constante d'une farine à une autre mais l'hydratation nécessaire à l'obtention de cette consistance est quant à elle variable.

La résistance mesurée par ce test est fonction des caractéristiques (étroitement imbriquées) de viscosité (consistance) et d'élasticité de la pâte.

- Le temps de développement de la consistance est fonction de la rapidité de formation de la structure glutineuse et de la vitesse et capacité d'hydratation des particules de farines (taux et qualité des protéines / granulométrie / amidon endommagé)
- La période de stabilité de cette consistance peut être corrélée à la tolérance de la pâte à l'action mécanique. Elle correspond à un certain équilibre entre l'hydratation des particules, la formation du gluten (augmentation de la résistance) et l'orientation plus régulière de la structure de la pâte (moins de résistance à la mise en mouvement et l'écoulement (=fluidification) de la pâte).
- L'intensité de l'affaiblissement de la consistance pour une durée de pétrissage fixée (12min), après le début de la formation de la pâte.

Bibliographie :

- ROUSSEL P. et CHIRON H., Les pains français. - MAÉ-ERTI Editeurs. 433pp.

- Confédération nationale de la boulangerie - pâtisserie française et INBP, Devenir Boulanger. - Ed. SOTAL. 357pp.