

1er février 99

*Les défauts des pains :
apprendre à identifier
les causes pour y remédier*

n°66

Rédaction

INBP
150, boulevard de l'Europe
BP 1032
76171 Rouen cedex
Tél : 02 35 58 17 77
Fax : 02 35 58 17 86
Web : www.inbp.com
E-mail : bal@inbp.com

Responsable de la rédaction

Gérard BROCHOIRE

Ont collaboré à ce numéro

Thomas JOSSE, Jean-Claude MISLANGHE,
Catherine STEPHAN

Abonnements

S.O.T.A.L.
27, avenue d'Eylau
75782 PARIS cedex 16
Tél. 01 53 70 16 25

Éditeur

S.O.T.A.L.
Société d'Édition et de Publication
"Les Talemeliers"
Directeur de la publication : Jean CABUT
N° CPPAP : 57846

Imprimeur

La Loupe Quebecor SA
28240 La Loupe

Défauts d'aspect ●●●●●●●●

Pain plat
Pain peu développé
Pain baisé
Grignes déchirées
Absence de grigne
Pain cintré
Pain ferré

Défauts de la croûte ●●●●●

Croûte pâle
Croûte terne
Croûte rouge
Croûte sale
Croûte cloquée
Croûte épaisse et dure
Croûte molle
Croûte qui s'écaille

Défauts de la mie ●●●●●●●●

Mie trop serrée
Mie collante
Mie trop blanche, manque de goût
Mie qui s'émiette

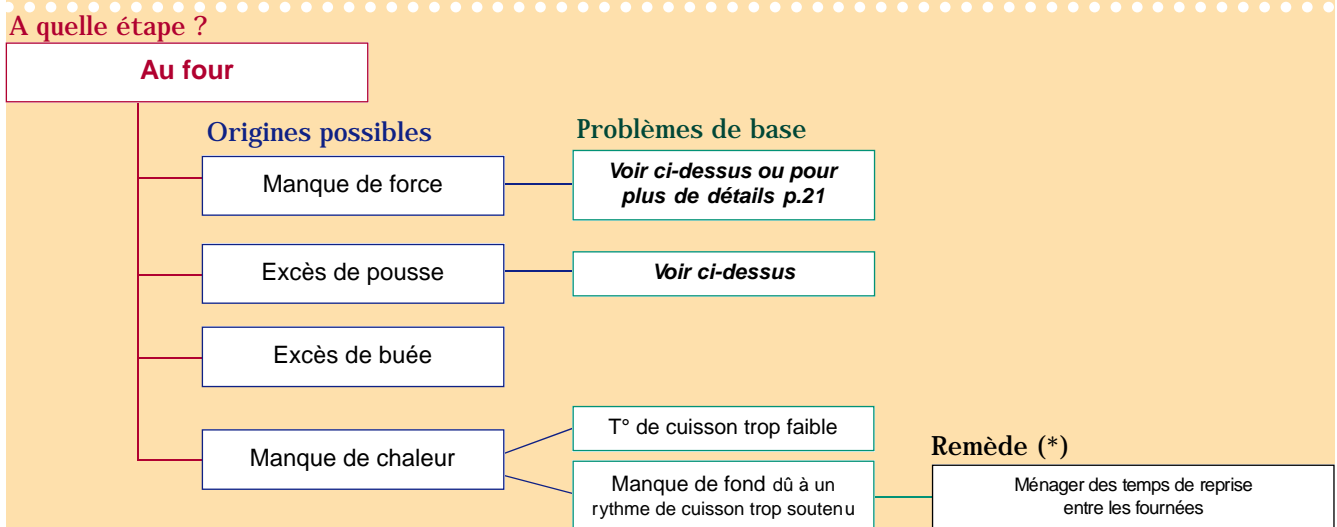
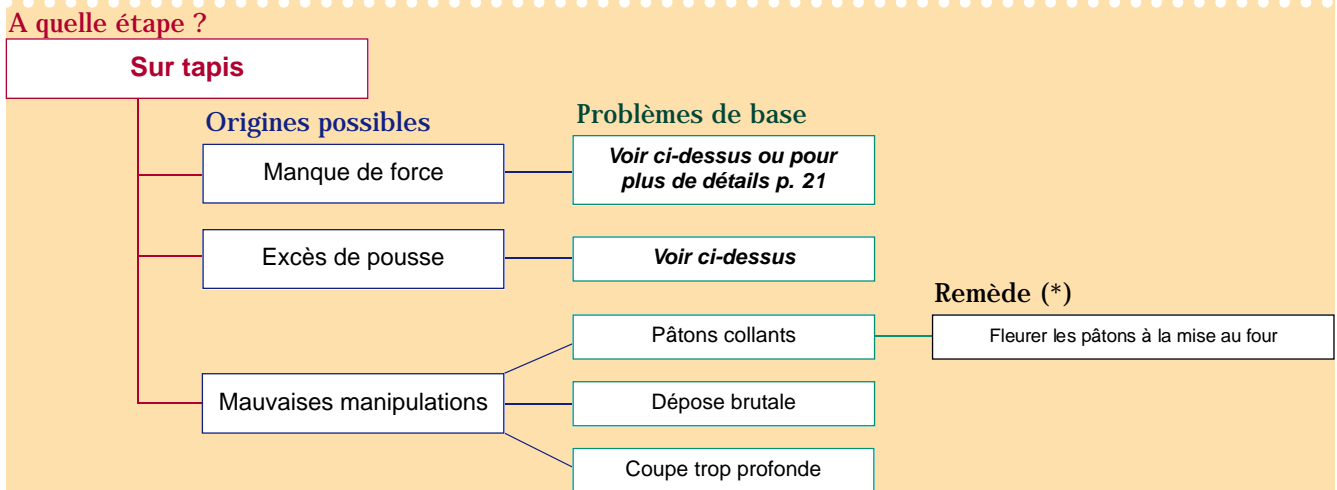
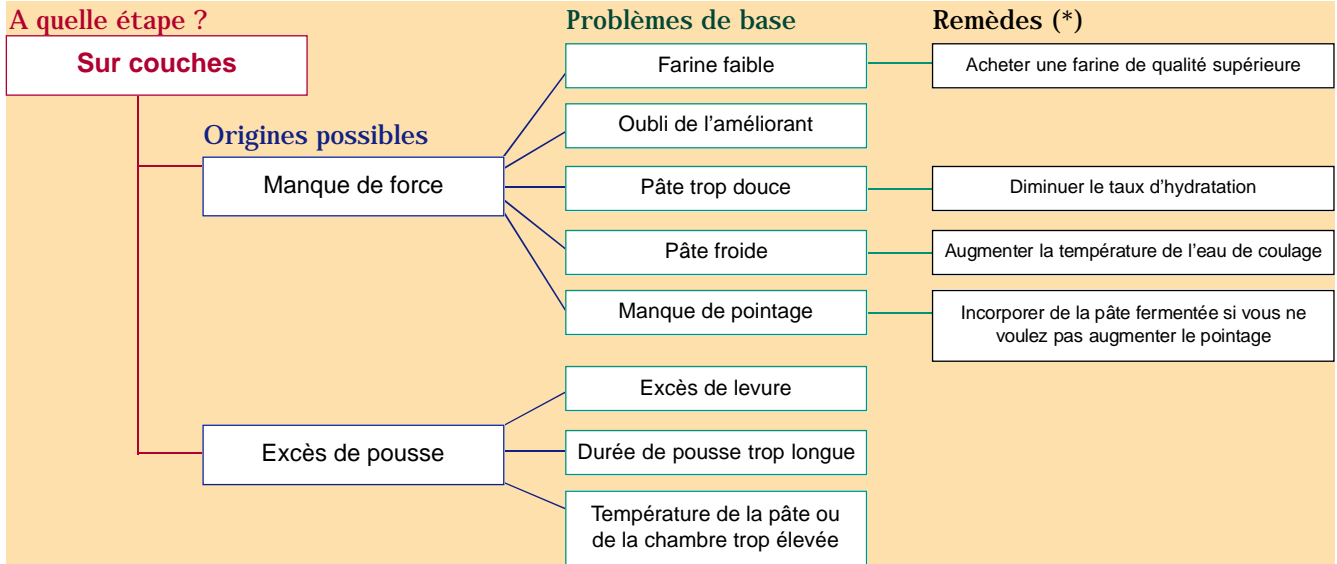
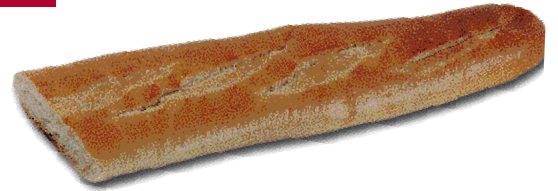
Défauts des pâtes ●●●●●●●●

Excès de force
Manque de force

Analyses de farine ●●●●●●●●

Ce qui est faisable au fournil

Pain plat



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = excès de levure** ; **remède = diminuer la dose** ! Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Manque de force", voir p. 21).

Pain peu développé



A quelle étape ?

Avant cuisson

Origines possibles

Manque de fermentation

Problèmes de base

Composition de la farine

Manque de levure

Pâte trop ferme

Durée d'apprêt trop courte

Température de la pâte ou de la chambre trop basse

Remèdes (*)

Incorporer du malt ou des amylases

Augmenter le taux d'hydratation

Pousse difficile

Excès de force

Voir tableau p. 20

Pâtons croûtés

Augmenter le taux d'hydratation
Éviter les courants d'air
Travailler sur couches humides

A quelle étape ?

En cours de cuisson

Origines possibles

Problème de force

Problèmes de base

Excès de force

Remèdes (*)

Voir tableau p. 20

Problème de coupe

Mauvaise incision

Effectuer des coupes longues, parallèles aux côtés du pâton, peu profondes et tenir la lame de biais

Problème de buée

Manque de buée

Problèmes de température du four

Température trop élevée

Excès de fond

Augmenter le rythme des fournées ou éteindre le four périodiquement si les fournées sont trop espacées

Four non rempli

Remplir si possible le four ou regrouper les pâtons sur le même étage

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = manque de buée ; remède = augmenter la dose de buée !** Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20).

Pain baisé



A quelle étape ?

Sur couche

Origines possibles

Pâtons trop serrés

Plis de couche trop petits

Excès de pousse

Problèmes de base

Excès de levure

Durée de pousse trop longue

Température de la pâte ou de la chambre trop élevée

A quelle étape ?

Au cours de la cuisson

Origines possibles

Mauvaise disposition sur le tapis

Quantité de pâtons trop importante sur la sole

Excès de pousse

Affaissement des pâtons

Problèmes de base

Excès de levure

Durée de pousse trop longue

Température de la pâte ou de la chambre trop élevée

Manque de chaleur au four

Manque de force

Remèdes (*)

Veiller à conserver un bon écartement entre chaque pâton

Augmenter la température de cuisson
Ménager des temps de reprise entre les fournées

Voir tableau p. 21

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = durée de pousse trop longue ; remède = réduire cette durée !** Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lire dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Manque de force", voir p. 21).

Grignes déchirées



Cause principale

Excès de force

Origines possibles

Voir tableau p. 20

Cause principale

Pâtons croutés

Origines possibles

Problèmes de pétrissage

Problèmes de base

Pâte trop ferme

Pâte chaude

Oubli du sel

Remèdes (*)

Augmenter le taux d'hydratation

Réduire la température d'eau de coulage

Problèmes de fermentation

Courants d'air

Couches trop sèches

Excès de force

Voir tableau p. 20

Cause principale

Manque de buée

Origines possibles

Oubli

Quantité insuffisante

Appareil entartré

Remède (*)

Veiller à l'entretien de l'appareil

Cause principale

Manque de chaleur au four

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **Origine possible = oubli de la buée ; remède = penser à la buée !**

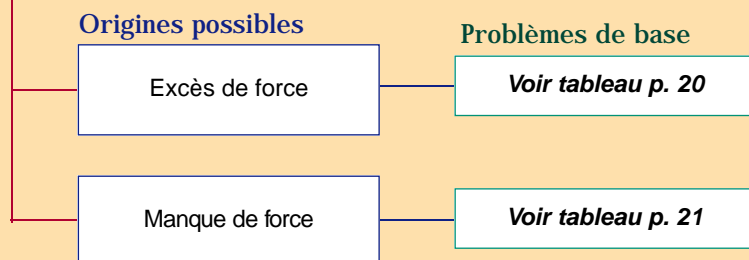
Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20).

Absence de grigne



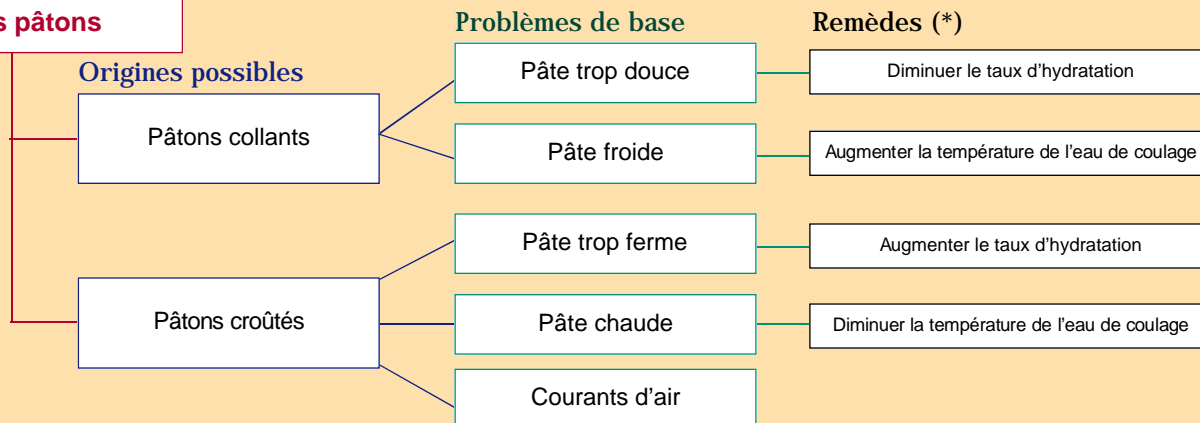
Cause principale

Problèmes de force



Cause principale

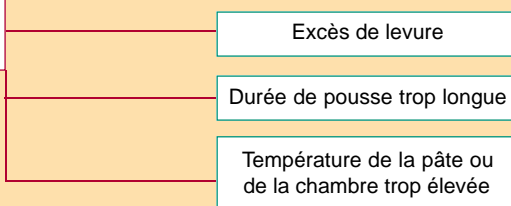
Problèmes de surface des pâtons



Cause principale

Excès de pousse

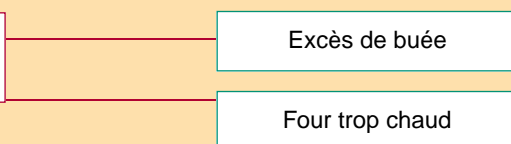
Problèmes de base



Cause principale

Problèmes de cuisson

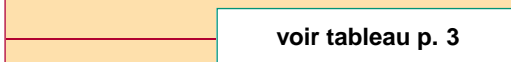
Problèmes de base



Cause principale

Pain plat

Problème de base



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = four trop chaud** ; **remède = diminuer la température du four** ! Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20 ou "Pain plat", voir p. 3).

défauts d'aspect

Pain cintré



Cause principale

Excès de force

Ce défaut concerne uniquement les pains de faible poids ou de forme allongée

Origines possibles

Voir tableau p. 20

Remède (*)

Pratiquer une autolyse permet d'éliminer efficacement les problèmes de pain cintré

Cause principale

Problème de cuisson

Origines possibles

Excès de chaleur

Problèmes de base

Au niveau de la température du four

Au niveau de la sole

Remède (*)

Voir ci-dessous

Pain ferré



Cause principale

Excès de chaleur au niveau de la sole

Origines possibles

Réglage de température trop élevé

Sole très épaisse

Temps de pause trop court sur four maçonné

Excès de fond sur four moderne

Pain déplacé en cours de cuisson

Remèdes (*)

Ne pas enfourner immédiatement après la chauffe

Augmenter le rythme des fournées ou éteindre le four périodiquement si les fournées sont trop espacées

Après déplacement du pain, le repositionner à sa place initiale

Croûte pâle



Cause principale

Pâtons croûtés

Origines possibles

Problèmes de pétrissage

Problèmes de base

Pâte trop ferme

Remèdes (*)

Augmenter le taux d'hydratation

Oubli du sel

Problème d'excès de force

Voir tableau p. 20

Problèmes de fermentation

Courants d'air

Couches trop sèches

Limiter le séchage des couches

Cause principale

Manque de caramélisation

Origines possibles

Manque de sucre

Problèmes de base

Farine peu diastasique

Remèdes (*)

Incorporer du malt

Excès de fermentation

Excès de pâte fermentée

Manque de cuisson

Durée trop courte

Température trop faible

Manque de fond dû à un rythme de cuisson trop soutenu

Ménager des temps de reprise entre les fournées

Manque de buée

Oubli

Trop tardive

Mettre de préférence la buée avant l'enfournement

Appareil entartré

Veiller à l'entretien de l'appareil

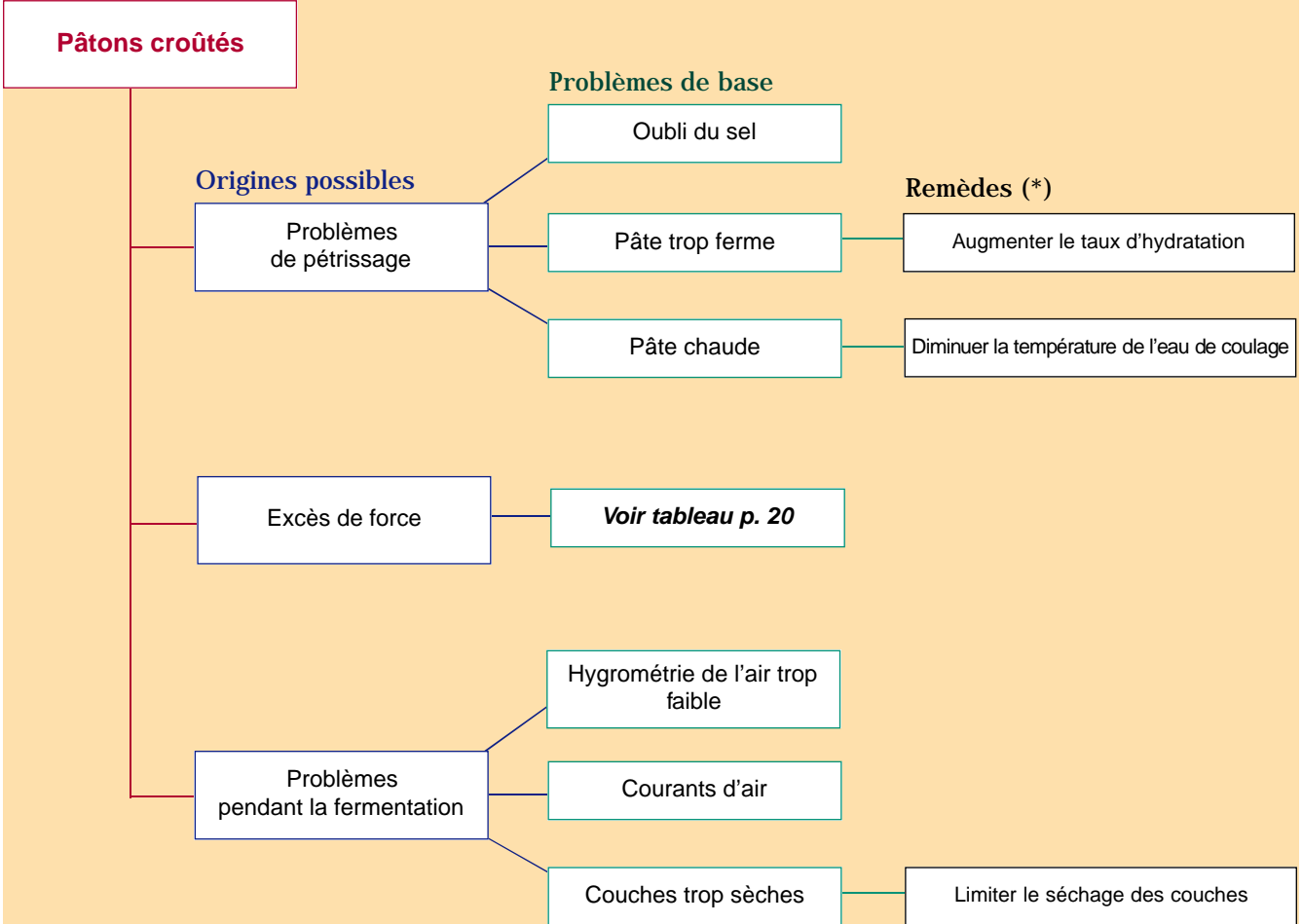
(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = oubli du sel ; remède = penser au sel !**

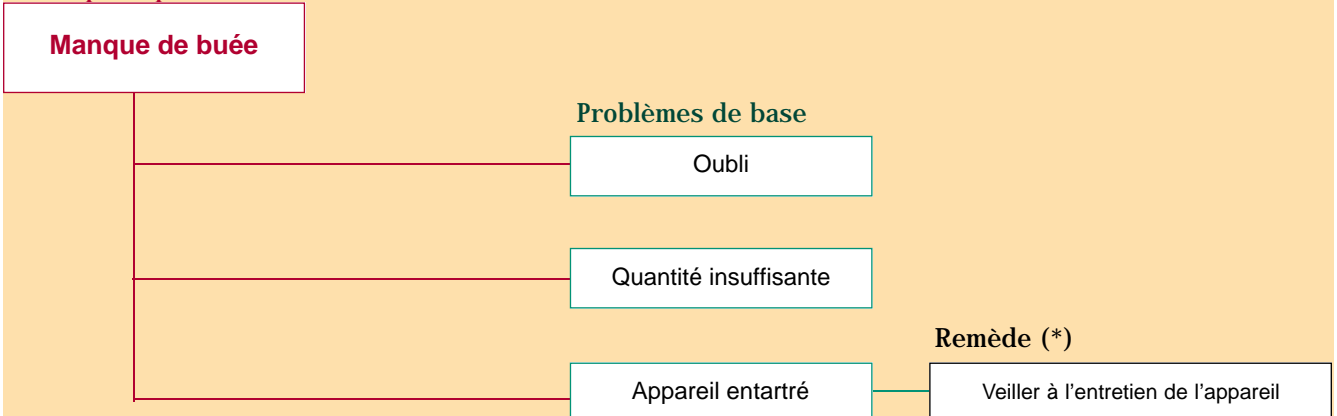
Croûte terne



Cause principale

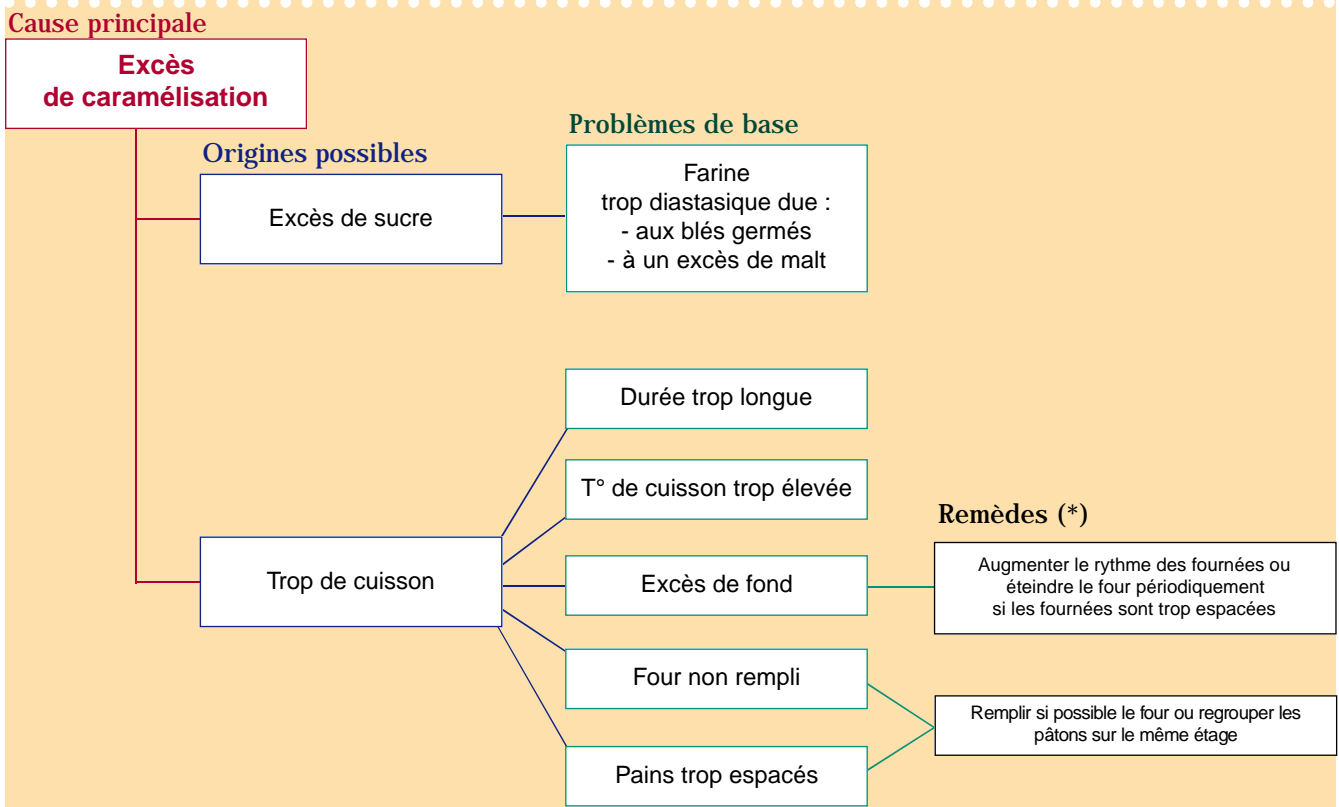
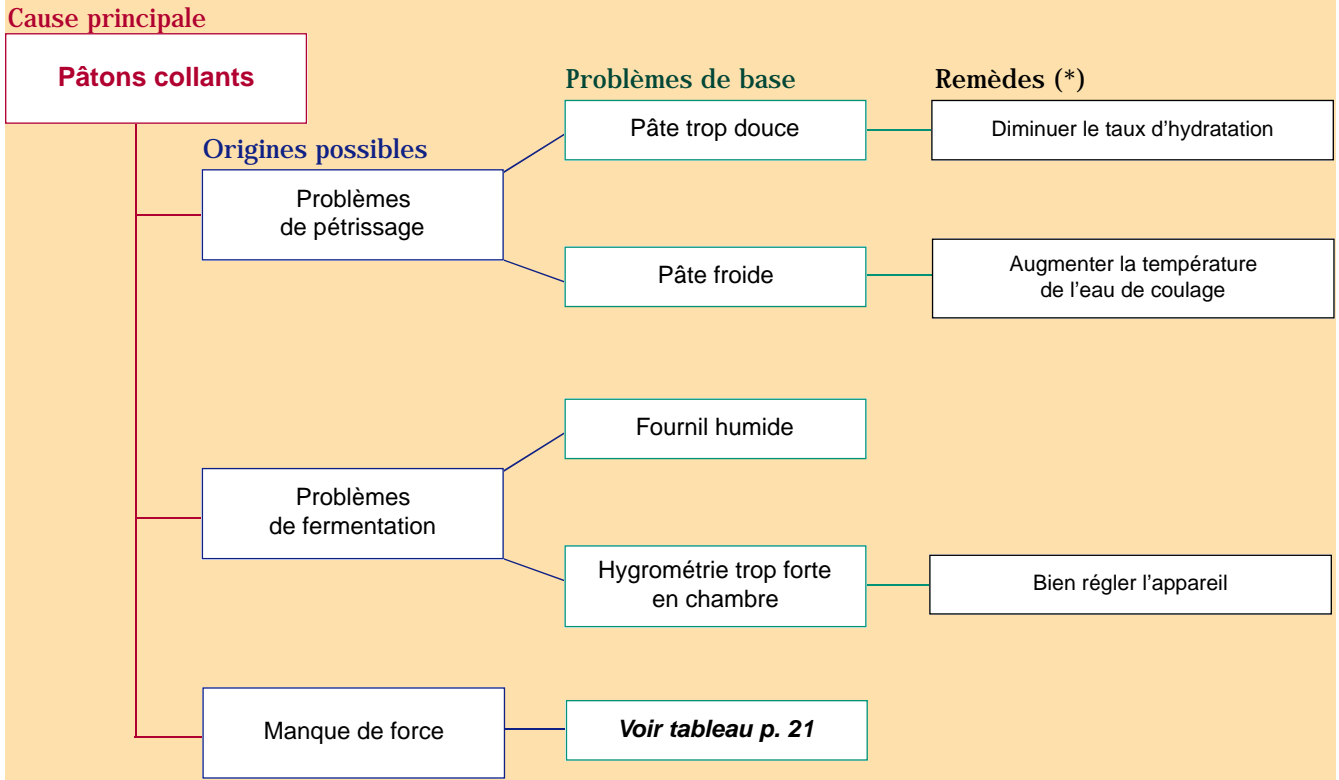


Cause principale



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = oubli de la buée ; remède = penser à la buée !** Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20).

Croûte rouge



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = durée de cuisson trop longue** ; **remède = réduire cette durée** ! Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lire dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Manque de force", voir p. 21).

Croûte sale



Cause principale

Incorporation tardive des ingrédients

Origines possibles

Sel non dissous

Levure mal répartie

Remèdes (*)

Incorporer le sel au plus tard 4 minutes avant la fin du pétrissage

Émietter et incorporer de préférence la levure en début de pétrissage

Cause principale

Manque d'entretien

Origines possibles

Couches sales

Bannetons sales

Plaques de cuisson sales

Plaques de cuisson oxydées

Soles sales

Remèdes (*)

Éviter l'emploi de couches trop humides

Les faire sécher après emploi

Gratter et essuyer régulièrement les plaques

Les remplacer

Balayer quotidiennement les soles

Cause principale

Mauvaise pratique de travail

Origine possible

Excès de fleurage

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **origine possible = excès de fleurage ; remède = diminuer le fleurage !**

Croûte cloquée



Méthode de travail

Fermentation classique

Origine possible

Fermentation trop lente

Explications

Pâte froide

Manque de levure

Travail sur levain

Remède (*)

Augmenter la température de l'eau de coulage

Méthode de travail

Fermentation contrôlée

Le problème concerne tous les pains

Origines possibles

Manque de force

Fermentation avant blocage

Chambre trop humide

Problèmes de base

Voir tableau p. 21

Pâte chaude

Pâte trop douce

Chambre pas assez refroidie

Pointage trop long

Remèdes (*)

Diminuer la température de l'eau de coulage

Diminuer le taux d'hydratation

Descendre la température au maximum avant l'introduction des pains

Régler le taux d'hygrométrie de l'appareil

Méthode de travail

Fermentation contrôlée

Le problème concerne une partie des pains

Origines possibles

Zone de chambre trop humide

Zone de four trop chaude

Excès de buée

Remède (*)

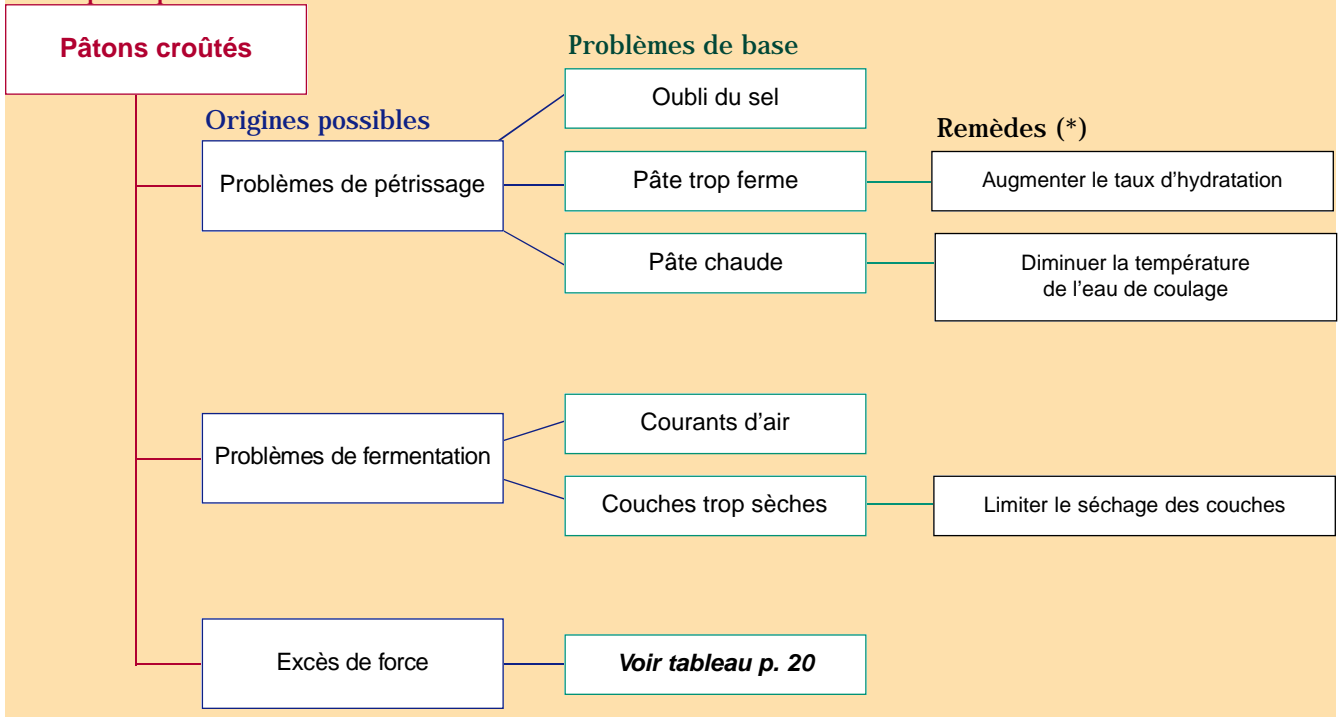
Veiller au réglage périodique du brûleur

Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **origine possible = excès de buée ; remède = diminuer la buée !**

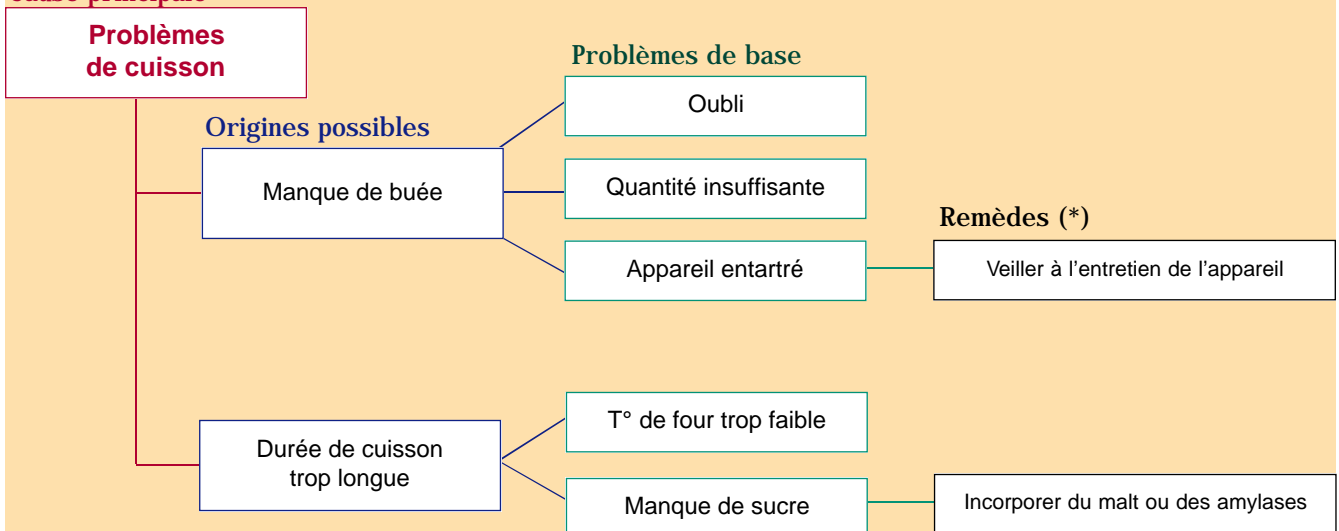
Croûte épaisse et dure



Cause principale



Cause principale



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = oubli de la buée ; remède = penser à la buée !**

Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20).

Croûte molle



Cause principale

Pâtons collants

Origines possibles

Problèmes de pétrissage

Problèmes de base

Pâte trop molle

Pâte froide

Remèdes (*)

Diminuer le taux d'hydratation

Augmenter la température de l'eau de coulage

Manque de force

Voir tableau p. 21

Cause principale

Problèmes de cuisson

Origines possibles

Excès de buée

Durée de cuisson trop courte

Problèmes de base

T° de four trop élevée

Excès de sucre

Remède (*)

Utiliser des farines moins diastasiques

Cause principale

Problèmes de ressuage

Origines possibles

Hygrométrie de l'air trop élevée

Manque d'aération dans le local

Ressuage sur plaques ou planches

Pains trop entassés dans les chariots

Remède (*)

Veiller à une bonne circulation de l'air autour des pains

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

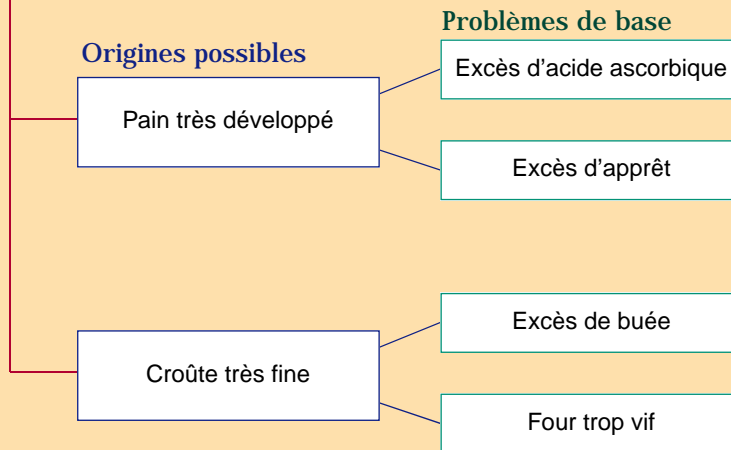
S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **origine possible** = excès de buée ; **remède** = diminuer la buée ! Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Manque de force", voir p. 21).

Croûte qui s'écaille



Type de produit

Pain frais

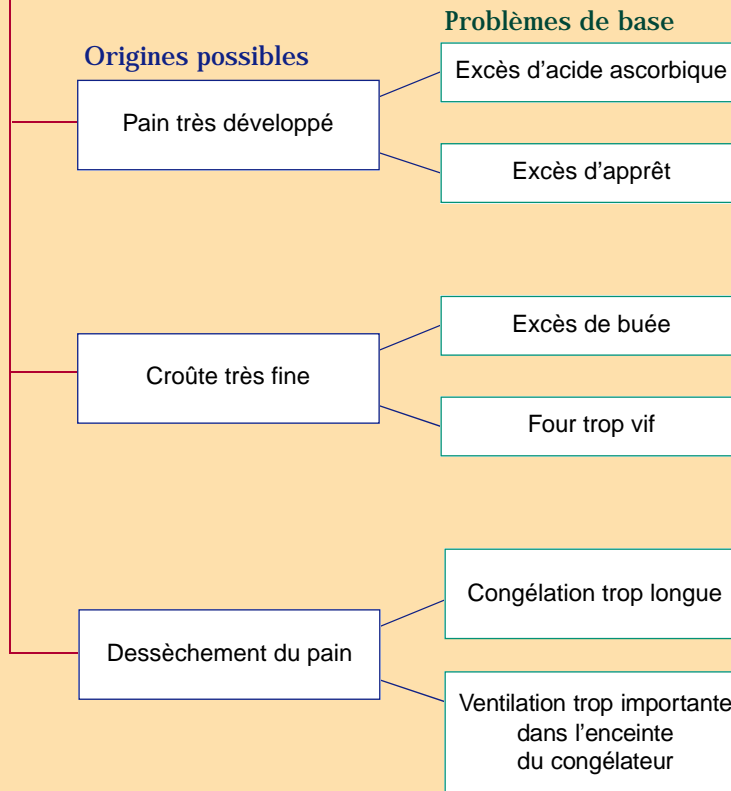


Type de produit

Pain congelé

Rappel :

Pour prétendre à l'appellation "boulangerie", toute congélation est interdite



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents.

Mie trop serrée



Cause principale

Pâte trop ferme

Remède (*)

Augmenter le taux d'hydratation

Cause principale

Excès de serrage

Origines possibles

Au boulage

Au façonnage

Remèdes (*)

Éviter le dégazage excessif du pâton
Desserrer les rouleaux de la façonneuse

Cause principale

Excès de force

Origines possibles

Voir tableau p. 20

Cause principale

Manque d'apprêt

Cause principale

Manque de développement au four

Origines possibles

Excès de force

Mauvaise incision

Four trop chaud

Manque de buée

Remèdes (*)

Voir tableau p. 20

Effectuer des coupes longues, parallèles aux côtés du pâton, peu profondes. Tenir la lame de biais.

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **origine possible = four trop chaud** ; **remède = diminuer la température !** Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Excès de force", voir p. 20).



Mie collante

Cause principale

Farine trop diastasique

Origines possibles

Provient de blés germés

Trop enrichie en malt

Cause principale

Manque de cuisson interne

Origines possibles

Pâte trop hydratée

Manque de force

Problèmes de base

Voir tableau p. 21

Température trop vive

Thermostat mal réglé

Four non rempli

Four ayant trop de fond

Remèdes (*)

Remplir si possible le four ou regrouper les pâtons sur le même étage

Augmenter le rythme des fournées ou éteindre le four périodiquement si les fournées sont trop espacées

(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents.

Dans ce tableau figurent **les problèmes majeurs**. Mais, dans certains cas, vous trouverez un renvoi vous permettant de lister dans le détail toutes les causes possibles (exemple : "Manque de force", voir p. 21).



Mie trop blanche et manque de goût

Cause principale

Farine contenant des agents de blanchiment

Origines possibles

Contient de la farine de fèves

Contient de la farine de soja

Cause principale

Durée de pétrissage trop importante

Remède (*)

Pratiquer plutôt le pétrissage amélioré

Cause principale

Incorporation de pâte fermentée dès le début du pétrissage

Remède (*)

L'incorporer à mi pétrissage ou en deuxième partie du pétrissage

Mie qui s'émiette



Cause principale

Pâte trop ferme

Remède (*)

Augmenter le taux d'hydratation

Cause principale

Etapes de fermentation trop courtes

Origines possibles

Excès de levure

Pointage trop court

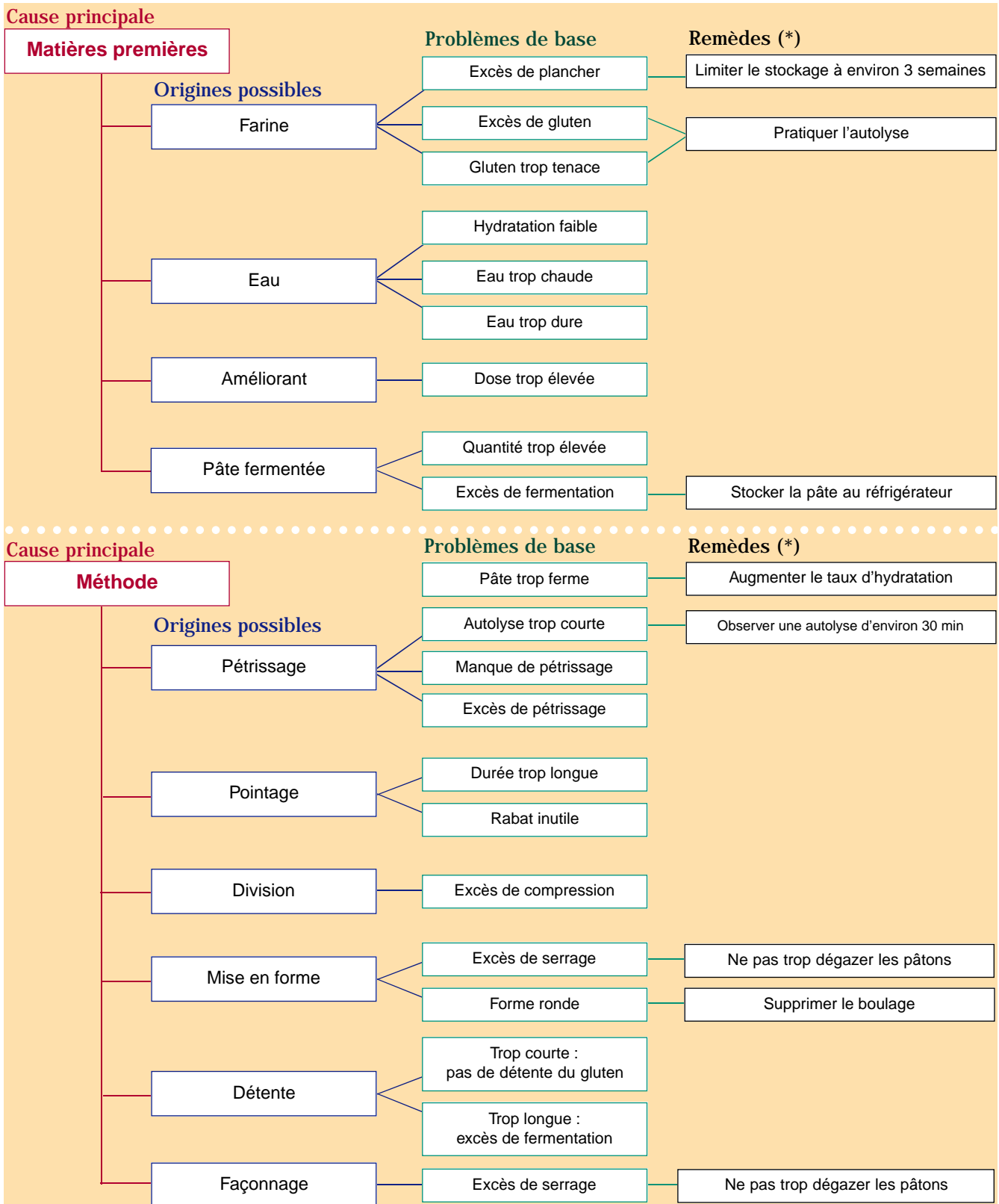
Apprêt trop court

Remède (*)

Ne pas dépasser 2%, soit 35 g/litre

Excès de force

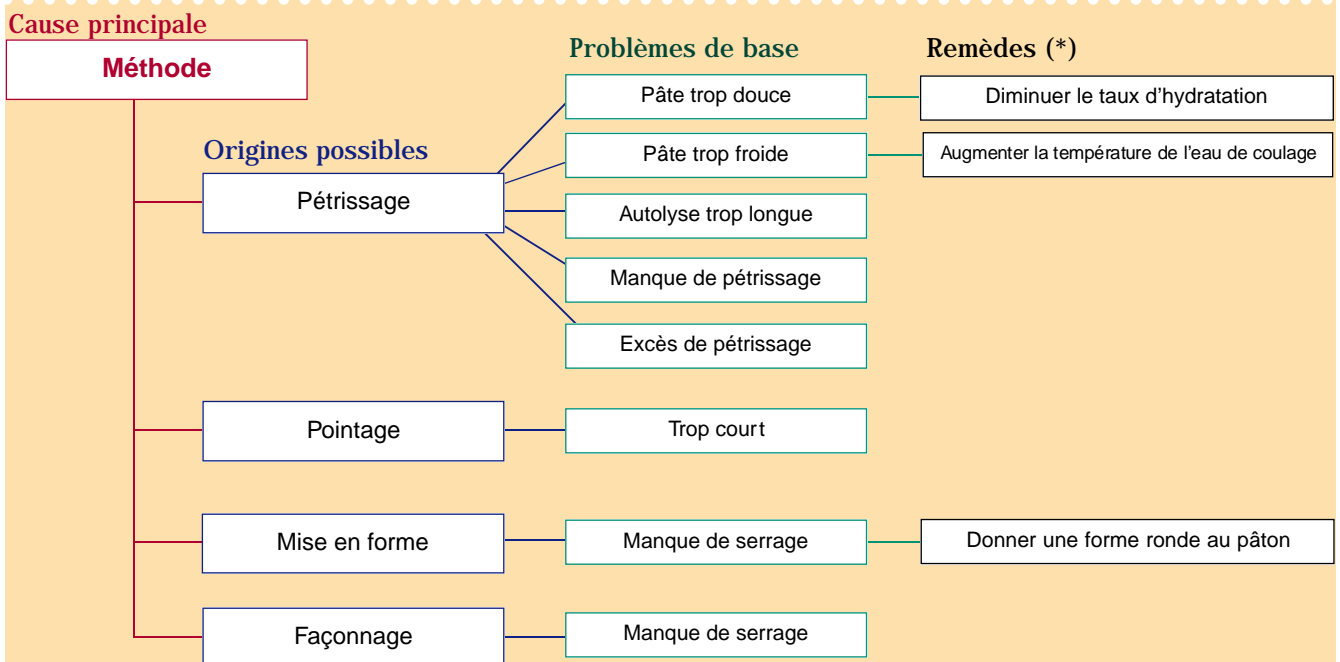
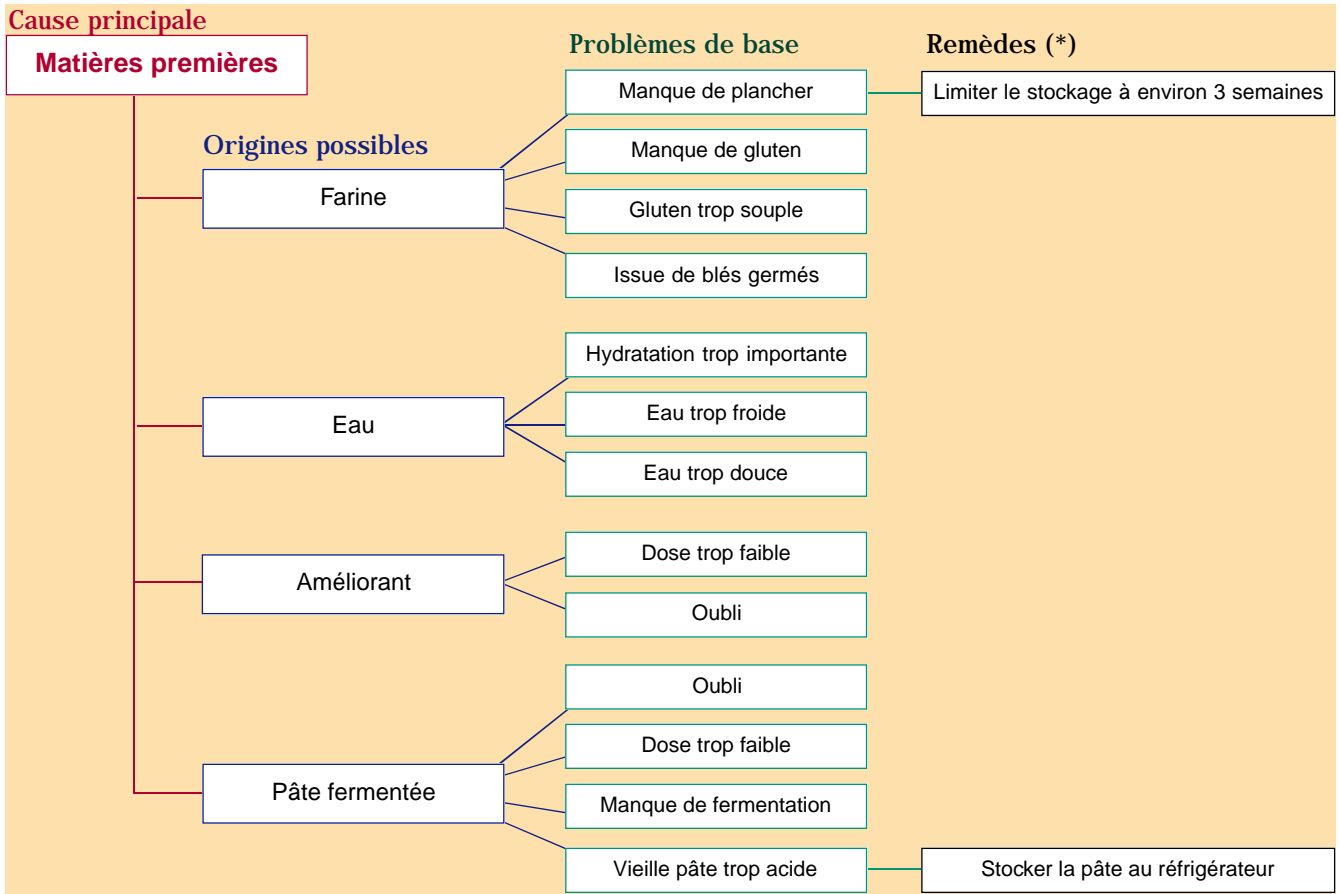
Ce défaut de pâte peut engendrer de nombreux défauts des pains : d'où l'intérêt de l'exposer dans ce dossier consacré aux défauts des pains.



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications. S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = pointage trop long ; remède = diminuer la durée !**

Manque de force

Ce défaut de pâte peut engendrer de nombreux défauts des pains : d'où l'intérêt de l'exposer dans ce dossier consacré aux défauts des pains.



(*) Seuls sont listés les remèdes qui nécessitent des explications.

S'ils ne le sont pas, c'est qu'ils sont évidents. Par exemple : **problème de base = pointage trop court ; remède = augmenter la durée !**

Ce qui est faisable au fournil

Pour apprécier les caractéristiques technologiques des farines ou des blés, le meunier procède à de nombreux contrôles : teneur en protéines, en gluten, alvéogramme de Chopin, temps de chute de Hagberg, essai de panification... Deux d'entre eux peuvent être réalisés au fournil par le boulanger.

Le dosage du gluten

Le gluten est la substance de la farine qui permet la panification. Il retient les gaz et assure la tenue des pâtes : c'est une véritable "**charpente**". Il doit être dans la farine en quantité et qualité suffisantes (ni trop, ni pas assez). Trois tests sont réalisables pour en apprécier les caractéristiques.

Pour mesurer le **gluten humide**, on mélange 50 g de farine à 25 g d'eau du robinet. On pétrit à la main ce petit pâton jusqu'à ce qu'il soit homogène et ferme. On le malaxe sous un mince filet d'eau (goutte à goutte du robinet). Lorsque l'eau qui s'égoutte au cours du malaxage n'est plus blanche, on presse le pâton entre les mains. Puis on le lave. Ce pâton va permettre de mesurer le pourcentage de gluten humide. Pour l'obtenir, il suffit de peser le pâton, puis de multiplier le résultat en g par 2. En général, il varie de 20% pour une farine faible à plus de 30% pour une farine forte.

Exemple : A partir de 50 g de farine, on pourrait obtenir 10 g de gluten humide.

Soit $10 \text{ g} \times 2 = 20 \text{ g}$ pour 100 g de farine, soit 20%.

Par ailleurs, en étirant la boule de gluten humide, il est possible d'apprécier sa **ténacité** (résistance à la déformation), son **extensibilité** (capacité d'allongement) et son **élasticité** (retour à l'état initial après allongement) : trois qualités importantes.



Enfin, en séchant cette boule pendant une dizaine d'heures à environ 100°C, on obtient une boule de **gluten sec**. Le poids en g de cette boule multiplié par 2 donne le pourcentage de gluten sec de la farine. En général, il varie de 9% pour une farine faible à 13% pour une farine forte.

Le Pekar

Le taux de cendres d'une farine renseigne sur son degré d'extraction au moulin. Plus la farine comporte de sons, plus son taux de cendres et son type sont élevés. Cela s'explique par le fait que les cendres sont contenues principalement dans les sons.

Par exemple, une farine de type 55 comporte de 0,50 à 0,60 % de cendres. Mais à taux de cendres égal, deux farines peuvent présenter des teneurs en piqûres, c'est-à-dire en fragments de sons, différentes. On apprécie la **répartition et la taille des piqûres** par la méthode du Pekar. Elle permet simplement de comparer des farines entre elles, mais ne donne pas de résultats chiffrés.



On procède de la façon suivante : on étale sur des planchettes de bois un peu de chacune des farines. On les tasse pour obtenir une surface lisse. On plonge les planchettes dans un récipient. Au contact de l'eau, les piqûres se gonflent et leur couleur devient plus foncée : on peut alors mieux les observer.

Panification au levain et pH

La panification au levain se caractérise par l'obtention d'une pâte acide. La **mesure du pH** sert à contrôler régulièrement la bonne activité du levain (tous les jours avant rafraîchi par exemple), mais aussi à caractériser le pain obtenu, en mesurant le pH de sa mie.

Si l'on fabrique du pain au levain de tradition française, il est indispensable de le vérifier car la réglementation impose un pH minimum de 4,3 de la mie du pain.

Le pH signifie "**potentiel hydrogène**". Il varie naturellement de 1 (produit **très acide**) à 14 (produit pas du tout

analyses de farine

acide c'est-à-dire **basique**), en passant par 7 (produit ni acide ni basique c'est-à-dire **neutre**). La valeur du pH d'un levain est de 3,5 à 4,5, alors que celle d'une pâte à pain réalisée sans levain n'est que d'environ 5,7.

La mesure du pH dépend de la température. Il faut donc toujours prendre le pH du levain dans les mêmes conditions. Pour cela, il suffit de contrôler la température du levain avec un thermomètre classique. En effet on obtiendrait des résultats différents sur un levain sorti de chambre froide et sur ce même levain après fermentation à 30°C.

Deux types de matériels permettent la mesure du pH : **le papier indicateur de pH et le pH-mètre** (1).

Le papier indicateur de pH est un papier à usage unique, sur lequel se trouve un réactif qui se colore en fonction de l'intensité du pH. Par comparaison avec un nuancier fourni avec le papier, on connaît le pH du levain. Le papier pH existe soit en rouleau, soit sous forme de bandelettes (elles sont à conseiller).



Le papier pH est pratique, simple d'emploi, très peu cher (quelques dizaines de centimes la bandelette).

Par contre, il présente un inconvénient : il n'offre pas une grande précision de lecture. En effet, entre deux valeurs voisines (4,2 et 4,0 par exemple) les couleurs sont proches (jaune et jaune orangé).

Il existe plusieurs types de bandelettes. Pour mesurer le pH des levains, il est préférable d'acheter des bandelettes spécifiques à la gamme des pH acides (par exemple : gamme 3,8 à 5,5 par 0,2 unité pH près).

Pour mesurer, il faut appliquer le papier sur le levain (liquide ou pâteux) pendant quelques secondes, puis enlever la pâte adhérente au papier avec ses doigts pour visualiser la couleur. Enfin, on compare avec le nuancier.

Les pH-mètres sont nombreux sur le marché. Les prix sont très variables. Il est conseillé d'investir dans un pH-mètre simple mais robuste, disposant en plus de celle du pH, de la mesure de la température de la pâte.

Comment mesurer le pH de la mie ?

Pour mesurer le pH de la mie, il suffit d'en émietter précisément 10 g que l'on mélange bien à 90 g d'eau déminéralisée. Après quelques instants, on introduit le pH-mètre ou le papier indicateur.

Cela permet de s'assurer que la température sera toujours la même.

L'avantage principal de l'emploi d'un pH-mètre est sa rapidité et sa simplicité de mesure, alliées à une grande précision de résultat (0,1 à 0,001 unité pH selon les modèles). A noter qu'un résultat à 0,1 pH près suffit amplement.



Il suffit donc de planter la sonde du pH-mètre dans le levain liquide ou pâteux et de lire le résultat. Ensuite, on lave la sonde de mesure dans de l'eau (eau du robinet obligatoirement pour ne pas endommager la sonde).

L'inconvénient du pH mètre est son coût d'achat. En boulangerie, un pH mètre d'environ 1000 F suffit. De plus, il faut régulièrement étalonner l'appareil et pour cela acheter des solutions étalons (pH 4 et pH 7, sous forme liquide prête à l'emploi).

Certains pH mètres disposent de dispositifs d'étalonnage automatiques, mais ils sont plus chers.

En conclusion, on peut contrôler de temps en temps le pH du levain avec des bandelettes, mais le résultat sera approximatif. Avec le pH mètre, on s'assure une meilleure fiabilité.

(1) Quelques fournisseurs :

société Bioblock, tél :03 88 67 14 14

société Prolabo, tél :01 45 14 87 55

Ou contacter plus de plus amples renseignements, Thomas Josse, LEMPA Rouen (laboratoire de l'I.N.B.P.) au 02 35 58 17 75