

**Jacques Datcharry**

**Compréhension et Maîtrise**

des **Glaçures,**  
des **Fours**  
et des **Cuissons**

**Aux températures de Grès (1280°)**

**Version complète 35 chapitres**

**Auteur - Editeur**

## Du même auteur

- - Le livre "Technique du **RAKU**"
- - Le logiciel « **Glapot** » qui permet de transformer très facilement les recettes en formules et vice -versa.  
Disponible **gratuitement** à l'adresse suivante:  
<http://raku-datcharry.fr/poterie/index.htm>
- - Quatre expositions de pièces céramiques sur internet accessibles à l'adresse suivante:  
<http://raku-datcharry.fr/poterie/index.htm>



Pour tous commentaires et/ou questions techniques concernant cet ouvrage, vous pouvez contacter l'auteur à l'adresse suivante :

Jacques DATCHARRY

Tel: 05.59.04.21.99

Email: [amja.datcharry@wanadoo.fr](mailto:amja.datcharry@wanadoo.fr)

Jacques Datcharry

Compréhension et maîtrise  
des **Glaçures**,  
des **Fours**  
et des **Cuissons**  
Aux températures de Grès (1280°)

Tous droits de reproduction et traduction  
réservés pour tous pays.

Copyright Jacques Datcharry  
© Décembre 2003

Auteur - Editeur

## Remerciements

- A mon épouse Anne-Marie pour sa patience et sa coopération dans la réalisation de cet ouvrage.

- Aux **1.350 lecteurs** (débutants et potiers confirmés) de la version « feuilleton » de ce livre publiée sur Internet depuis Juin 2000, qui m'ont donné le courage et incité à repenser, remanier et réécrire tous ces textes afin de les concrétiser sous la forme d'un ouvrage imprimé.

- A **Daniel de Montmollin**  
et son éditeur « **La Revue de la Céramique et du Verre** »  
qui m'ont autorisé à faire de nombreuses références à l'ouvrage  
**PRATIQUE des EMAUX de GRES** .

Vous pouvez vous le procurer cet ouvrage auprès de la revue de la **Céramique et du Verre** qui en est l'éditeur à l'adresse suivante:  
<http://www.revue-ceramique-verre.com>

Vous pouvez également vous le procurer auprès de

### **Imagine Céramique**

à l'adresse suivante: <http://www.ceramique.com/dyn/librairie>

Ou [http://www.ceramique.com/dyn/librairie/ouvrages/ouvrage.jsp?id\\_article=80026](http://www.ceramique.com/dyn/librairie/ouvrages/ouvrage.jsp?id_article=80026)

ou bien auprès de

**Passion céramique** à l'adresse suivante:

[http://www.passionceramique.com/product\\_info.php?cPath=1\\_12&products\\_id=10247](http://www.passionceramique.com/product_info.php?cPath=1_12&products_id=10247)

## Crédit oeuvres et photos

Toutes les pièces photographiées dans cet ouvrage sont l'oeuvre de **Anne-Marie et Jacques Datcharry**

Toutes les photographies sont de l'auteur.

## AVANT PROPOS

Comme de nombreux potiers, l'auteur, 100% autodidacte et animé par la passion de la céramique, s'est acharné pendant plus de 18 ans à composer et cuire ses propres glaçures avec pour seule aide des informations théoriques et fragmentaires puisées dans de nombreux livres français et étrangers.

Des centaines de cuissons, des milliers d'essais, de très nombreux échecs (et tout de même bon nombre de réussites), lui ont peu à peu permis de comprendre et de maîtriser les phénomènes de cuissons des glaçures complexes.

Ici, pas de «secret» jalousement gardé, pas de savoir-faire qui ne soit révélé, pas de recette miracle ou d'information partielle qui sans compréhension des phénomènes, ne permettent généralement pas d'aboutir à des glaçures fiables.

Cet ouvrage est la synthèse de toutes ces connaissances reçues et acquises indispensables pour **maîtriser les glaçures** en évitant à ceux que cela intéresse d'y passer 10 ans et leur permettre de se concentrer sur la création.

La **maîtrise complète des glaçures** passe nécessairement par deux volets différents mais absolument complémentaires et indispensables

- D'une part: La **Compréhension** de la **CHIMIE** des glaçures
- D'autre part: La **Maîtrise** des **FOURS** et de la **CUISSON**

Ces deux volets (qui ne vont pas l'un sans l'autre), sont traités tous les deux dans cet ouvrage.

# **PLAN du LIVRE**

**Compréhension et Maîtrise des GLACURES**

Pages 9 à 115

**Connaissance de votre Four  
et Maîtrise des cuissons**

Pages 116 à 157

**Annexes : Pages 158 à 167**

# Sommaire

Les chapitres en rouge ne sont disponibles que dans la version complète

chapitre	Les GLACURES, (théorie)	Pages
1	Conditions de la <b>réussite</b> des glaçures	9
2	<b>Recettes et formules</b> en cuisine et en céramique.	11
3	<b>Principes fondamentaux</b> , composition chimique...	13
4	<b>Fusion, eutexie</b> , diagrammes de phase	19
5	Principes généraux de <b>la fusion</b>	22

chapitre	Les GLACURES, (pratique)	Pages
6	Les <b>oxydes et les produits</b> , matériaux du commerce...	29
7	De la formule à la recette, logiciel <b>Glapot</b> ...	33
8	Nécessité des <b>essais</b> ...	38
9	Préparation des <b>essais</b> ...	41
10	Le « truc » de la <b>méthode liquide</b> ...	43
11	<b>Mise au point</b> d'une glaçure...	48
12	Les glaçures <b>blanches</b> , amélioration des blancs...	56
13	<b>Aspects des glaçures</b> , transparent / opaque, brillant...	61
14	<b>Effets et couleur</b> dans les glaçures, oxydes colorants...	68
15	Glaçures <b>noires et Tenmokus</b>	77
16	Mes <b>Bleus de fer</b> : technique, tesson, pose, cuissons, etc.	81
17	<b>Bleus Chuns</b> : formules, tesson, pose, cuissons, etc.	87
18	<b>Gouttes d'huile</b> : technique, formules, pose, cuisson, etc.	90
19	<b>Rouges de fer, Kakis, Vermillons</b> : techniques, formules, poses, cuissons, trucs, etc.	95
20	<b>Céladons</b> : technique, formules, pose, cuisson etc.	99
21	<b>Rouges de cuivre</b> : technique, recettes, pose, cuisson....	106

NB: Les chapitres en rouge ne sont disponibles que dans la version complète

## Sommaire (suite)

Les chapitres en rouge ne sont disponibles que dans la version complète

chapitre	<b>Les FOURS</b> , (théorie)	Page
22	<b>Les fours</b> , principes de base...	116
23	<b>Les fours</b> , matériaux de construction etc...	118
24	<b>Les fours</b> , la combustion, le gaz...	121
25	La <b>combustion</b> , (air pulsé, air induit etc...)	125
26	Fours à <b>air induit</b> (air primaire, secondaire etc...)	127

	<b>Les CUISSONS</b> , (pratique)	
27	<b>Réglage de la pression du gaz</b> ...	130
28	<b>Réglage de la flamme des brûleurs</b> ...	132
29	<b>Réglage de l'atmosphère</b> du four, oxydation, réduction...	136
30	<b>Conduite du four</b> , mesure des températures...	142
31	<b>Différentes phases d'une cuisson</b> ...	147
32	<b>Réglage du four, courbes de cuisson</b> ...	153

chapitre	<b>Annexe</b>	Page
33	Broyeur / mélangeur à rouleaux, description, fabrication.	158
34	Préparation des cônes pyrométriques...	163
35	Plateau tournant pour pose des glaçures	167

**NB: Les chapitres en rouge ne sont disponibles que dans la version complète**

## Chapitre 1

### CONDITIONS de la REUSSITE des GLAÇURES

Les difficultés de la réussite d'une glaçure proviennent de nombreux facteurs que l'on peut classer en **4 grandes catégories**.

Tous ces facteurs combinés font que le résultat d'une glaçure n'est pas le fruit du hasard et que ce n'est que par la MAITRISE (et donc la COMPREHENSION de chaque problème) que le résultat sera conforme à vos désirs et surtout ... reproductible.

#### 1°) Composition chimique de la glaçure

- **a)** La composition chimique d'une glaçure doit être **adaptée** à la température finale de cuisson. (exemple cône 9 tombé # 1260/1280°). Cela n'est pas vraiment un problème, en tous cas, si c'en est un, il y a une solution et ça se calcule ...
- **b)** Tous les produits qui composent cette glaçure vont réagir à la cuisson tant au niveau de l'**aspect** de la glaçure finale (mat, brillant, satiné, craquelé, tressaillé etc...) que de sa **couleur**. Ça, c'est déjà un peu plus compliqué ...
- **c)** Plus la glaçure comportera de produits différents, plus les réactions au feu risquent d'être imprévisibles ... Avec 3 produits seulement, les résultats seront bien connus et reproductibles, mais avec 6, 7 ou 8 produits différents, c'est souvent "terra incognita" avec des réactions de certains produits sur d'autres et des résultats souvent très très aléatoires.

#### 2°) Composition physique des produits composant la glaçure

- **a)** Le **degré de finesse des particules** peut influencer beaucoup sur le résultat final de certaines glaçures.
- **b)** Le **type de produit** utilisé a également une grande importance. Ainsi, par exemple, l'oxyde de magnésium tiré d'un talc ou une dolomie ne donneront pas les mêmes résultats à cause de la structure physico-chimique des oxydes et l'interaction des molécules qui sont différents.

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 1

### 3°) La pose de la glaçure

- a) L'**épaisseur** de la glaçure sur la pièce est déterminante pour l'aspect final de cette glaçure.

- b) La **nature du tessou** sur lequel cette glaçure va être posée est également très importante. Ainsi une glaçure posée sur un grès peut donner un résultat totalement différent de cette même glaçure posée sur une porcelaine...

### 4°) La cuisson des pièces

En supposant que la composition chimique soit totalement adaptée à la température de cuisson,

- a) La relation entre la **température** et l'**atmosphère** des gaz du four pendant les trois phases principales de la cuisson, (à savoir: **montée** en température, **maturation** de la glaçure, et surtout **refroidissement**) sont **très importants** pour l'aspect final de la glaçure.

- b) **La position dans le four** a également son importance. En effet, dans de nombreux fours à air induit, la température n'est souvent pas homogène et selon l'emplacement de la pièce, il y a quelquefois des différences pouvant aller jusqu'à 10 à 20 degrés ce qui peut influencer sur l'aspect de certaines glaçures.

Comme vous voyez, les conditions à réunir pour réussir une glaçure sont nombreuses et ne tiennent pas au hasard...

Mais il ne faut pas se décourager....

**"Les choses compliquées ne sont souvent qu'une accumulation de choses simples..."** (*dixit mon prof de maths !!! il y a 50 ans !!!*)

Il suffit de le savoir, puis

- **décomposer,**
- **analyser,**
- **comprendre**
- **appliquer ...**

## Chapitre 2

### FORMULES et RECETTES

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes expérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit.*

#### RECETTES et CUISINE

La fabrication des glaçures, a ceci de commun avec la cuisine que dans les deux cas, on utilise des **recettes**.

En cuisine, dans la grande majorité des cas, on se contente d'utiliser des recettes toutes faites trouvées dans un bouquin ou donnée par un ami, mais sans chercher vraiment à savoir de quoi se compose chacun des aliments au niveau moléculaire, et seuls les diététiciens et les personnes soucieuses de leur poids ou de leur ligne se préoccupent de savoir ce que contiennent les aliments qu'ils consomment.

Et puis un jour, (généralement après une visite chez le médecin), on s'aperçoit que l'on a trop de lipides ou de glucides ou de cholestérol etc... et on commence à s'intéresser à la **composition** des aliments... (la **formule moléculaire**).

En effet, lorsque l'on mange des lentilles, il est parfois utile de savoir que celles-ci contiennent 60% de glucides (des sucres), 2% de lipides (des graisses) , 23% de protéines plus du potassium et du fer.

Mais si l'on y rajoute de la charcuterie (ce qui les rendra nettement meilleures !!) on va rajouter de nouveau des protéines (19 à 22%), encore des lipides (21 à 57%) plus du potassium, du sodium, soufre etc... etc... Ce qui rend l'analyse du plat de lentilles un peu plus complexe encore...

#### RECETTES et CERAMIQUE

Pour les glaçures, c'est pareil... Pendant des années on se contente d'utiliser des **recettes** toutes faites trouvées dans un bouquin ou donnée par un ami, mais sans les comprendre...

Pour les modifier, on joue à l'apprenti sorcier en rajoutant un peu de ci, un peu de ça et constatant que cela donne ceci ou donne cela, mais ça ne marche pas toujours et surtout on ne comprend pas **pourquoi** ...

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 2, Formules, Recettes

Puis un jour, et on va vouloir composer soi-même ses propres glaçures en voulant **chercher à comprendre** le pourquoi et le comment ....

Or, il est absolument **impossible** de **comprendre** une glaçure complexe à la seule lecture de sa **recette** tout simplement parce que les **produits** (matières premières) qui sont utilisés tels qu'on les trouve dans la nature.. (Kaolin, Feldspaths, Craie etc...) ou chez des revendeurs sont très souvent des mélanges ou des **combinaisons** aléatoires et variables qui ne permettent pas de les comparer les uns avec les autres.

Si l'on veut pouvoir **comprendre** et éventuellement **rectifier** une glaçure dans un sens ou dans un autre, il est indispensable de le faire à partir de la **formule**.

### Les OXYDES et les FORMULES, Les RECETTES et les PRODUITS.

Alors, afin de comprendre comment ça marche, il va falloir faire un petit effort de concentration et se plonger un minimum dans la composition chimique des glaçures.

Les **formules** établies à partir des éléments constitutifs de base au niveau moléculaire, sont (dans la plupart des cas en céramique), des **oxydes** de quelque chose... (ou des carbonates...)

Nous allons donc commencer par nous occuper des **oxydes**,

puis, nous les combinerons les uns avec les autres pour créer des **formules**,

Enfin, à partir de ces **formules**, nous en déduirons des **recettes** elles-mêmes composées de **produits** (ou matières premières).

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 3, Notions de base

### Chapitre 3

#### NOTIONS de BASE Composition chimique des glaçures Classification des oxydes

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit.*

Ce chapitre est absolument **fondamental** et doit être bien assimilé avant d'aller plus loin...

Nous l'avons vu au chapitre 1: L'une des conditions primordiales pour réussir une glaçure réside dans sa composition chimique...

En effet, il s'agit de composer sa glaçure afin...:

- 1°) - qu'elle **fonde** à la température que nous allons utiliser (cône 9, env. 1280°)
- 2°) - qu'elle **tienne** sur la pièce sans couler
- 3°) - qu'elle **réagisse** de façon particulière avec colorants ou oxydes métalliques.
- 4°) - qu'elle ait une **texture particulière** (mat, brillant, tressaillé, moutonneux etc).

Je rappelle que le titre du bouquin est « **COMPREHENSION et MAITRISE ...** », il n'est **absolument pas question d'utiliser ici des recettes toutes faites** qui "marchent" ou "ne marchent pas" et surtout dont on ne sait comment les interpréter.

Il va donc falloir les fabriquer vous-même à partir des produits de base contenus dans les matières premières du commerce **en comprenant** exactement ce que vous faites...

Cette notion de chimie rebute beaucoup de débutants ou de potiers inexpérimentés car la plupart du temps les bouquins de céramique sont complexes.

En effet, lorsque un chimiste /céramiste publie un bouquin, plus ce chimiste est compétent plus sa prose est difficile à comprendre pour le potier Lambda qui n'a pas des bases solides de chimie car ce qui est évident pour le chimiste devient extrêmement compliqué pour les autres... (c'était mon cas...)

Je vais donc commencer par faire simple, (le plus simple possible) et pratiquement **sans aucun calcul** en essayant de me remettre dans la situation dans laquelle j'étais il y a une quinzaine d'années, c'est à dire tout débutant.. ensuite, lorsque le principe sera bien assimilé, on fera un peu plus compliqué.

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 3, Notions de base

### Composition chimique des glaçures

Commençons par le commencement.

**Question:** Qu'est-ce qu'une glaçure ?

**Réponse:** Il s'agit d'une sorte de "verre siliceux" qui recouvre un "tesson" ou une "pièce" de poterie en grès ou porcelaine sur une épaisseur pouvant varier entre 0,1mm et 4 à 5 mm.

**Question:** De quoi se compose une glaçure ?

**Réponse:** Une glaçure se compose après cuisson, d'une combinaison de plusieurs "**oxydes**" différents et complémentaires.

Les **oxydes** utilisés en céramique sont classés en 3 grands GROUPES dénommés «BASE», «AMPHOTERE» et «ACIDE».

Je vous communique ci-dessous la classification des oxydes telle qu'elle a été établie au 19ème siècle par le chimiste allemand Seger. Cette classification est généralement adoptée dans tous les calculs céramique, et il est indispensable de la connaître pour aller plus loin.

L'utilisation des mots BASE et ACIDE dans les textes concernant la céramique n'est pas celle que l'on a coutume d'utiliser dans le langage courant et chimique. Ces mots désignent seulement une classification empirique déterminée par Mr Seger dans ses formules dont le but est simplement de déterminer deux groupes d'oxydes distincts avec des rôles et des comportements différents.

On dit d'un oxyde qu'il est AMPHOTERE lorsque il se comporte de façon ambiguë, (pas vraiment Acide, pas vraiment Base), et n'est vraiment classable dans aucune des deux catégories (un transsexuel en somme ...!).

**Classification des oxydes** selon Mr SEGER (formule Stoechiométrique).  
Par définition, le total des oxydes «BASE» doit impérativement faire le chiffre 1,00

Groupe des <b>oxydes</b> <b>BASE</b> Modificateurs de verre "fondants"	Groupe des oxydes <b>AMPHOTERES</b> ni Base - ni Acide	Groupe des oxydes <b>ACIDES</b> Formateurs de verre
<b>Oxyde de Potassium</b> <b>Oxyde de Sodium</b> <b>Oxyde de Calcium</b> <b>Oxyde de Magnésium</b> Oxyde de Zinc Oxyde de Lithium Oxyde de Baryum Oxyde de Plomb etc...	<b>Oxyde d'Aluminium</b> <b>Oxyde de Fer</b>	<b>Oxyde de Silicium</b> Oxyde d'Etain Oxyde de Bore Oxyde d'Antimoine Oxyde de Chrome Oxyde de Titane Oxyde de Zircon Oxyde de Phosphore etc...

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 3, Notions de base

Pour simplifier, on peut dire que la plupart des glaçures utilisées en poterie sont composées **au minimum (\*)** de **3 à 5 oxydes** principaux  
Ceci est un **minimum**, mais rien n'empêche d'augmenter le nombre et la combinaison des oxydes, mais plus on va rajouter d'oxydes, plus la prédiction de la fusion devient difficile et le résultat aléatoire. C'est la raison pour laquelle nous allons commencer avec un nombre limité.

**1°) - UN** (ou plusieurs) **Formateurs de verre** (groupe des Oxydes **ACIDES**)  
**L'oxyde de Silicium** (toujours). Cet oxyde est **indispensable** dans toute glaçure car il est le principal formateur de verre et son rôle est de constituer "l'ossature" de la glaçure.

**2°) - L' Oxyde d'Aluminium (toujours).** (groupe des oxydes **AMPHOTERE**)  
Cet oxyde est également **indispensable** car son rôle est d'accroître la dureté et la stabilité de la glaçure, mais surtout de donner à la glaçure la viscosité nécessaire pour lui permettre "tenir" sur des surfaces verticales et d'éviter de couler sur les plaques du four. De plus, cet oxyde participe à l'abaissement de la température de fusion avec le troisième produit.

**3°) - UN** (ou plusieurs) **Modificateurs de verre** (groupe des Oxydes **BASE**)  
Cet (ces) oxyde(s) est(ont) toujours nécessaire(s) pour **diminuer la température** de fusion du mélange Silice + Alumine et ainsi obtenir la température de fusion recherchée.

Les oxydes « BASE » sont nombreux, mais pour « faire simple », je vous propose de ne travailler pour commencer que sur les **trois** les plus couramment utilisés (seuls ou en combinaisons) par tous les potiers, à savoir:

- Un oxyde « **CALCIQUE** » : l'oxyde de **calcium**,
- Un oxyde « **MAGNESIEN** » : l'oxyde de **magnésium**,
- Un oxyde « **ALCALI** » qui peut être soit l'Oxyde de **sodium**, soit l'oxyde de **potassium**, soit la **combinaison des deux** (KNaO).

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 3, Notions de base

A partir de maintenant, et pour alléger les textes, je ne désignerai plus les oxydes par la périphrase « **Oxydes de** quelque chose... », mais par la représentation chimique de leur **formule**.

Pour ceux d'entre vous qui n'ont jamais fait de chimie (ou qui auraient oublié ), je vous indique ci-dessous les représentations chimiques des formules des 6 principaux oxydes que l'on retrouve pratiquement toujours plus ou moins dans la plupart des glaçures.

Nom de l'oxyde	Formule moléculaire	Groupe
Oxyde de silicium	$\text{Si O}_2$	Acide
Oxyde d'aluminium	$\text{Al}_2 \text{O}_3$	Amphotère
Oxyde de calcium	$\text{Ca O}$	Base
Oxyde de magnésium	$\text{Mg O}$	Base
Oxyde de sodium	$\text{Na}_2 \text{O}$	Base
Oxyde de potassium	$\text{K}_2 \text{O}$	Base

Il y en a d'autres, et nous les verrons plus tard, mais **pour l'instant**, pour la compréhension des phénomènes de fusion, **nous nous contenterons de ces 7 oxydes**.

*PS: Pour ceux qui voudraient en savoir davantage, je précise que les formules chimiques sont établies à partir des éléments constitutifs de l'oxyde au niveau moléculaire et leur appellation indique succinctement le rapport qui existe entre le nombre d'atomes de chacun des composants.*

*Ainsi par exemple, la formule  $\text{Al}_2 \text{O}_3$  (oxyde d'aluminium) signifie tout simplement que chaque molécule (\*) de cet oxyde se compose de 2 atomes d'aluminium pour 3 atomes d'oxygène.*

*(\*) En céramique, les quantités d'oxydes dans les formules sont exprimées en "Moles".*

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 3, Notions de base

En ne considérant donc que les 6 oxydes les plus utilisés et en écrivant leur formule chimique la classification selon Seger se résume donc à ce petit tableau très simple:

(\*) NB: La mention « **KNaO** » est utilisée chaque fois que l'on veut indiquer un

Groupe des oxydes <b>BASE</b> Modificateurs de verre "fondants"	Groupe des oxydes <b>AMPHOTERES</b> ni Base - ni Acide	Groupe des oxydes <b>ACIDES</b> Formateurs de verre
<b>KNaO (*)</b> <b>CaO</b> <b>MgO</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>

oxyde « **Alcali** » que ce soit **K<sub>2</sub>O** ou **Na<sub>2</sub>O** ou **Li<sub>2</sub>O** ou un mélange des trois....

Les **Oxydes** sont les constituants de **formules** et leurs quantités sont exprimées en « Moles »

Oxydes	Formule	Groupe ou famille	Température de fusion
de Silicium	<b>Si O<sub>2</sub></b>	ACIDE	<b>1.720°</b>
d' Aluminium	<b>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></b>	AMPHOTERE	<b>2.040°</b>
de Calcium	<b>Ca O</b>	BASE	<b>2.570°</b>
de Magnésium	<b>Mg O</b>	BASE	<b>2.800°</b>
de Sodium	<b>Na<sub>2</sub> O</b>	BASE	<b>920°</b>
de Potassium	<b>K<sub>2</sub> O</b>	BASE	<b>492 °</b>

### Différentes sortes de glaçures

Nous avons vu en page 23 que les oxydes appartenant au groupe des oxydes **BASES** sont nécessaires pour faciliter la fusion,

Il est à noter que en plus de ces caractéristiques, tous les oxydes de ce groupe sont des "**MODIFIEURS de VERRE**".

En effet, chacun de ces oxydes a ses propres caractéristiques et provoque des réactions particulières, soit au niveau des **couleurs** soit au niveau des **textures**.

Le choix du ou des oxydes **BASES** est donc surtout effectué par les potiers en fonction des effets et des textures qu'il souhaite obtenir. (Nous traiterons de cela aux chapitres 13 et 14).



## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 4, Fusion, Eutexie

### Chapitre 4

#### Fusion - Eutexie - Eutectique Notion de "fondant" - Diagrammes de phase

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit.*

#### Température de fusion des différents oxydes pris séparément

Ce qui surprend immédiatement à la lecture de ce tableau, c'est le fait que pris séparément, un certain nombre des oxydes entrant dans la composition des glaçures ont une température de fusion **largement supérieure** (quelquefois même très largement) à la température de cuisson de nos glaçures qui se situe autour de 1260/1280°...

#### Alors comment allons nous faire pour cuire à 1260/1280° ...?

Heureusement, la nature a (une fois de plus) bien fait les choses... En effet, la **combinaison** de deux ou plusieurs produits va toujours donner une température de fusion plus basse (et souvent même, beaucoup plus basse) que la température de fusion de chaque produit pris séparément. Ce phénomène porte le nom "barbare" (mais à retenir) de **Eutexie** et la température la plus basse se nomme l'**Eutectique**...

Il n'est pas question pour moi de décrire en détails les phénomènes d'eutectique complexes, je n'en n'ai pas les capacités et ce livre n'y suffirait pas, mais je peux tout de même essayer de vous donner quelques exemples:

La température la plus basse (eutectique) que peut donner la combinaison:

**Si O<sub>2</sub>** (1.720°) plus **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** (2.040°) est de **1.595°**

Étonnant non ? ... cette température est déjà plus proche de ce que nous recherchons, mais est encore beaucoup trop élevée pour les fours de potiers.

Si au mélange ci-dessus on rajoute du **MgO** (2.800°), dans des proportions convenables, la fusion s'effectue vers **1.320°** encore plus étonnant ...!

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 4, Fusion, Eutexie

Si par contre, on utilise du **CaO** (2.570°), la fusion s'effectue vers **1.260°**

Il est d'ailleurs possible d'obtenir des températures de fusion beaucoup plus basses grâce à la **combinaison** de tous ces oxydes.

Et cela est vrai avec tous les autres oxydes du groupe "BASE", en particulier avec les « Alcalis » dont les températures de fusion pris séparément sont déjà au départ nettement plus faibles: **Na<sub>2</sub>O** (920°) ou **K<sub>2</sub>O** (492°)

### Notion de "fondant"

Pour des raisons de facilités, les potiers (qui ne sont pas forcément des chimistes) ont pris l'habitude de désigner les oxydes dits "BASE" sous le nom de « fondants ».

Cette façon de s'exprimer n'est pas "chimiquement correcte" car certains de ces oxydes pris séparément ont quelquefois une température de fusion qui dépasse les 2.000°, mais c'est en fait la **combinaison** des trois qui facilite la fusion et non le seul rajout d'un oxyde « BASE » .

Mais le résultat étant bien « d'aider à la fusion », nous continuerons donc pour la facilité de compréhension à les appeler "fondants" et seuls les chimistes purs et durs y verront un inconvénient.

### TEMPERATURES de FUSION des MELANGES principaux

Naturellement, pour chaque combinaison, la température la plus basse (eutectique) n'est obtenue que pour des proportions de chaque oxyde extrêmement précises et connues...  
Toutes les autres combinaisons vont donner des centaines de résultats intermédiaires.

Alors, **RECAPITULONS** et réfléchissons quelques instants:

Nous avons vu que avec **Si O<sub>2</sub>** plus **Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>** on peut passer de 2.040° à 1.595°.

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 4, Fusion, Eutexie

Avec un troisième oxyde on peut encore descendre la température en dessous de 1.300° ...

Si on utilise un mélange complexe de plusieurs oxydes...

Alors, on va pouvoir obtenir des **centaines**, des **milliers** de combinaisons de températures de fusion possibles et différentes entre 900° et 1300° ...

Cela donne vraiment le vertige et on ne voit pas du tout comment on peut arriver à contrôler tout cela...

### Diagrammes de phase

**Heureusement**, il y a des messieurs très sérieux qui ont passé une bonne partie de leur vie à étudier tout cela et à faire des relevés de température de fusion pour pratiquement toutes les combinaisons possibles.

Un travail phénoménal résumé par des diagrammes extrêmement complexes appelés **diagrammes de phase**.

**Malheureusement**, vu leur complexité et à moins d'être chimiste, ces diagrammes sont totalement inaccessibles pour les "vulgum pecus" que nous sommes et ne nous sont donc d'aucune utilité ...

C'est ici qu'intervient DANIEL de MONTMOLLIN...

## Chapitre 5

### Les principes de la fusion, Principe général des graphiques de fusion Les diagrammes de Daniel de Montmolin,

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit.*

Nous avons vu au chapitre précédent que pour parvenir à faire fondre une glaçure à une température donnée, il est nécessaire que cette glaçure se compose impérativement (et au minimum) de **Si O<sub>2</sub>** (oxyde de Silicium) + **Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>** (oxyde d'Aluminium) plus un ou plusieurs oxydes du groupe "**BASE**" ("fondants") .

Nous avons vu enfin que des "**diagrammes de phase**" permettant de déterminer l'**eutectique** de la plupart des mélanges courants existaient, mais que ces diagrammes étant extrêmement complexes, sont donc totalement inaccessibles pour la plupart des potiers et à plus forte raison des débutants.

#### DANIEL de MONTMOLLIN

Le grand mérite revient ici à **Daniel de Montmolin** (frère de la Communauté de Taizé) qui en 1987 dans son livre "PRATIQUE des EMAUX de GRES" (publié aux éditions de la Revue de la Céramique et du Verre) a mis à la disposition des potiers 60 diagrammes de fusion relatifs aux combinaisons d'oxydes les plus courants composant les glaçures aux températures de grès. Ces 60 diagrammes illustrent le principe général des graphiques de fusion basés sur les 6 oxydes suivants :

- **Ca O** (oxyde de calcium),
- **KNaO** (combinaison de **K<sub>2</sub>O**+ **Na<sub>2</sub>O** : oxyde de potassium + oxyde de sodium)
- **MgO** (oxyde de magnésium),
- **Si O<sub>2</sub>** (oxyde de silicium)
- **Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>** (oxyde d'aluminium).

Vous aurez remarqué que ces oxydes sont justement ceux sur lesquels nous avons décidé de travailler... et ce n'est pas un hasard...!

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

Ces diagrammes sont d'une lecture beaucoup plus simple que les diagrammes de phase et permettent à toute personne désirant composer elle-même ses propres glaçures d'être pratiquement certain (après quelques essais) que cette glaçure sera absolument correcte, au moins **au niveau de la fusion**.

Ces diagrammes illustrent de façon parfaite le **principe général de la fusion** tel qu'il est décrit dans la deuxième partie de ce chapitre.

En effet, en estimant que chaque diagramme permet (en moyenne) de réaliser une bonne vingtaine de glaçures dont la fusion sera correcte à cône 9, cela fait déjà plus de 1.200 glaçures différentes possibles.

Je recommande d'ailleurs vivement à toute personne désirant effectuer des recherches ou tout simplement, persévérer dans la composition de ses propres glaçures, de se procurer cet ouvrage "**PRATIQUE des EMAUX de GRES**".

Cet ouvrage est absolument indispensable pour pouvoir déterminer la zone de fusion de nouvelles glaçures, lesquelles auront alors toutes chances de «marcher». Il est d'ailleurs devenu pour moi (*comme pour bon nombre de potiers chevronnés*) un véritable livre de chevet qui m'a permis de composer des centaines de glaçures différentes et de faire des milliers d'essais.

Vous pourrez vous le procurer auprès de la revue de la **Céramique et du Verre** qui en est l'éditeur. <http://www.revue-ceramique-verre.com>

Vous pouvez également vous procurer cet ouvrage ainsi que beaucoup d'autres ouvrages sur les techniques de l'émaillage et plein d'autres sujets chez **Céramique.com** à l'adresse suivante <http://www.ceramique.com>  
<http://www.ceramique.com/dyn/librairie>  
ou [http://www.ceramique.com/dyn/librairie/ouvrages/ouvrage.jsp?id\\_article=80026](http://www.ceramique.com/dyn/librairie/ouvrages/ouvrage.jsp?id_article=80026)

ou bien auprès de **Passion céramique** à l'adresse suivante:  
[http://www.passionceramique.com/product\\_info.php?cPath=1\\_12&products\\_id=10247](http://www.passionceramique.com/product_info.php?cPath=1_12&products_id=10247)

Ou <http://www.passionceramique.com>

## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

Mais pour la **compréhension** et la **maîtrise** des glaçures,  
il n'est pas nécessaire de réaliser 1.200 glaçures différentes... (ce  
qui représenteraient un travail gigantesque).

**une dizaine suffit largement...**

Et nous allons commencer **avec TROIS** seulement...

Pour l'instant, étant au stade de l'explication du **principe général** des graphiques de fusion, nous allons commencer par le commencement, c'est à dire par des choses simples.

Je me bornerai donc à la réalisation de quelques compositions de base qui par ajustements et essais successifs vous permettront (en comprenant le principe) d'obtenir des glaçures réussies.

Dans les chapitres qui suivent, nous allons donc travailler seulement sur **trois glaçures** de composition très différentes qui permettront aux débutants d'être très rapidement dans le vif du sujet, et donc de pouvoir ... débiter.

Parmi les 60 Diagrammes de Daniel de Montmollin, nous allons donc choisir 3 glaçures dans des zones très différentes, à savoir:

- Une glaçure à dominante **ALCALINE** comprenant **80%** de **KNaO**
- Une glaçure à dominante **CALCIQUE** comprenant **80%** de **CaO**
- Une glaçure à dominante **MAGNESIENNE**, comprenant **60%** de **MgO**

Les résultats de cuisson de ces trois glaçures vous permettront de bien assimiler les phénomènes de cuisson et vous donneront déjà une bonne idée de leurs différences fondamentales.

Mais avant de passer à la pratique sur ces trois glaçures, il est indispensable de bien comprendre d'une façon générale le **principe** de la fusion et des graphiques de fusion.

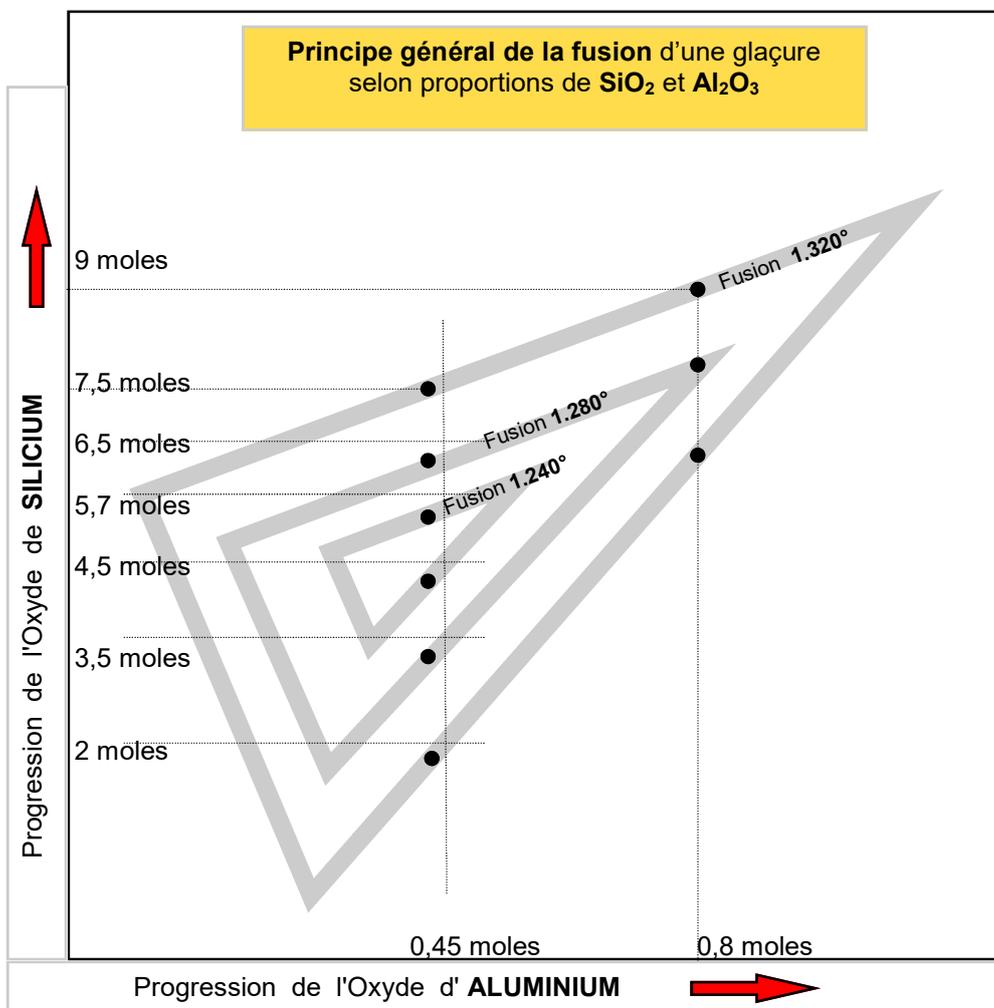
## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

### Principe général de la fusion.

Le tableau ci-dessous illustre le principe général de la fusion d'une glaçure correspondant à une combinaison quelconque de KNaO, CaO, MgO. Ce graphique indique les zones de fusion correctes pour 3 températures distinctes: 1240, 1280 et 1320°.

Selon les valeurs que l'on donnera à  $\text{SiO}_2$  et  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dans la formule, ce tableau montre clairement que :

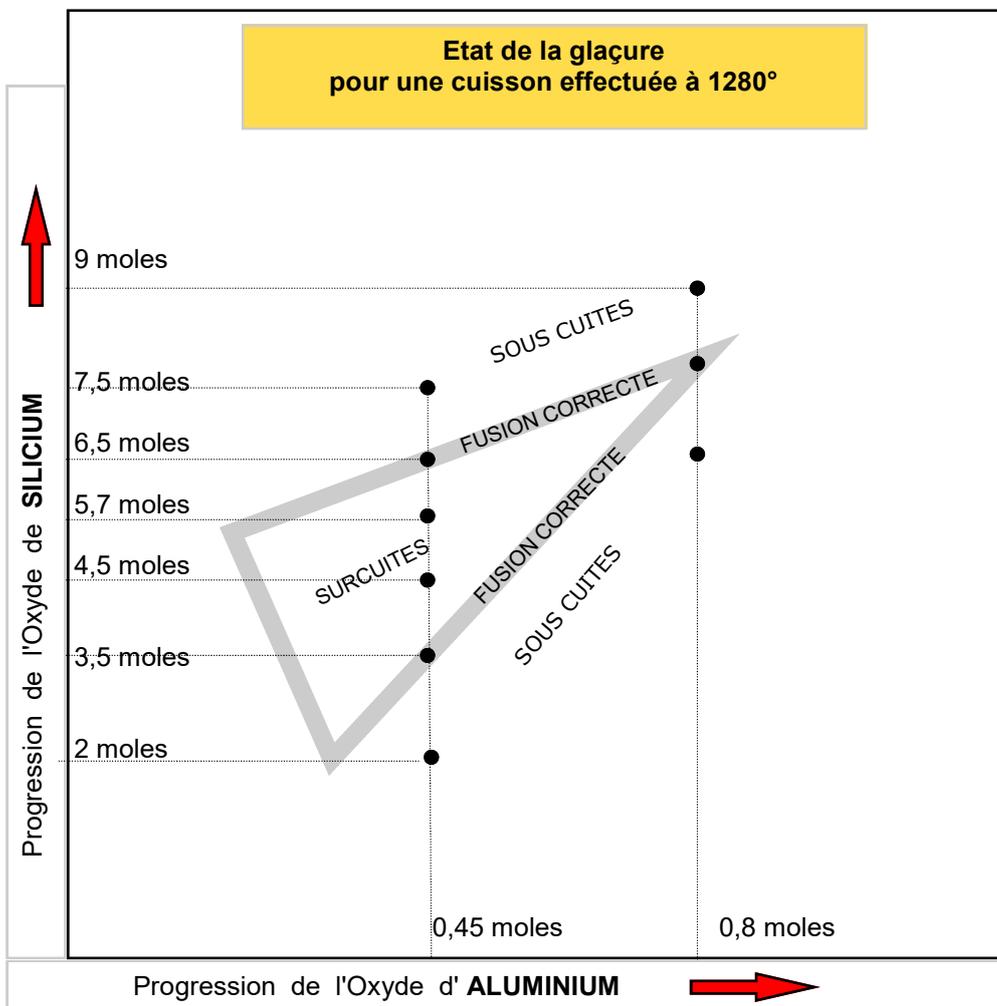
- **Plus on se rapprochera** de la **partie centrale** du graphique, plus la **température** nécessaire pour provoquer la fusion pourra être **basse** (vers 1.240 °).
- A contrario, **plus on s'éloignera** de la **partie centrale** du graphique, plus la **température** nécessaire pour provoquer la fusion devra être **élevée**. (1.320°)



## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

Si l'on examine attentivement le tableau précédent en ne retenant que la partie du graphique correspondant à la température de cuisson qui nous intéresse, (à savoir 1.280°), on peut déduire un deuxième tableau où il sera facile de constater le principe suivant:

- Toutes les glaçures dont la jonction des axes des valeurs de  $\text{SiO}_2$  et  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se situera au **CENTRE** du graphique seront plutôt **SUR-CUITES**.
- Par contre, toutes les glaçures dont la jonction des axes des valeurs de  $\text{SiO}_2$  et  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se situera à l'**EXTERIEUR** de ce graphique seront plutôt **SOUS-CUITES**.

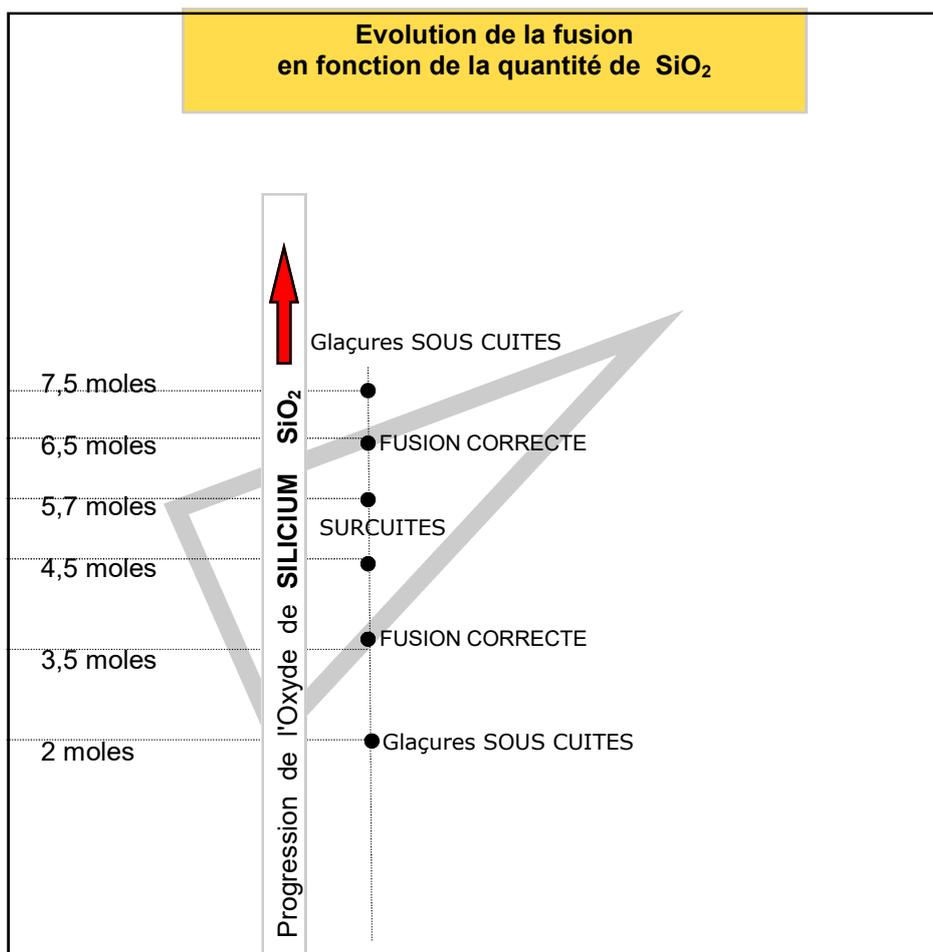


## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

De ce deuxième tableau, on peut en déduire un troisième qui montre clairement que pour une **quantité fixe** de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , il suffit de faire varier  $\text{SiO}_2$  pour modifier le point de fusion de la glaçure.

En effet, sur le graphique ci-dessous, on constate que:

- Le point le plus bas situé en dessous de la branche basse du graphique et correspondant à une valeur de  $\text{SiO}_2 = 2$  moles va donner une glaçure **sous-cuite**.
- Si on augmente la valeur de  $\text{SiO}_2$  à 3,5 Moles, le point situé **sur** la branche basse du graphique va nous donner une **fusion correcte**.
- Si on augmente encore  $\text{SiO}_2$ , jusqu'à 4,5 et 5,7 moles, on va obtenir une glaçure **surcuite**...
- Si l'on augmente encore à  $\text{SiO}_2$  à 6,5 moles, on va de nouveau retrouver une **fusion correcte** (mais **sur** la branche haute du graphique cette fois),
- Si on augmente encore  $\text{SiO}_2$ , on va de nouveau retrouver une glaçure **sous-cuite** (puisque située à l'extérieur du graphique).



## Compréhension des glaçures , La Théorie Chapitre 5, Principes de la fusion

Ce nouveau tableau illustre le **principe** qui va nous permettre tout au long de ce livre d'**ajuster** n'importe quelle glaçure, uniquement par un simple **ajout de silice**.

C'est ce principe que nous allons appliquer tout au long de ce livre à toutes les glaçures.

En effet, les diagrammes de fusion publiés par Daniel de Montmollin que je vous recommande vivement de vous procurer vont nous permettre de « créer » un nombre très important de glaçures différentes, en fonction des valeurs respectives de KNaO, CaO et MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et SiO<sub>2</sub> .

Mais les formules qui vont en découler ne seront toujours que **théoriques** et relativement approximatives.

Pas question en effet de prendre une formule, d'en déduire une recette et d'appliquer cette recette immédiatement sur vos pièces.

Dans la plupart des cas, pour de multiples raisons, vous iriez à l'échec.

Lorsque vous aurez établi une formule de glaçure qui vous convienne, il vous faudra donc **toujours** effectuer la **mise au point précise** de cette glaçure en procédant à une série d'essais.

Compte tenu de tout ce qui é été écrit précédemment, cette **mise au point précise** pourra se faire **très simplement** par une simple variation de la Silice.

Les chapitres qui suivent vous aident à effectuer ces ajustements.

## Chapitre 6

### Les OXYDES et les PRODUITS

#### Matières premières, matériaux du commerce

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit.... ( Quoique ...! )*

#### Les OXYDES

Depuis le début de ce livre, je ne vous ai parlé que de **formules** composées d'**oxydes**...

Comment faire pour composer une glaçure à partir d'**oxydes** ?  
et où les trouve-t-on ?

Tous les **oxydes** font partie des principaux constituants de la croûte terrestre et donc à ce titre, ils se trouvent donc en quantité. Toutefois, les **oxydes** ne se trouvent généralement pas à l'état pur dans la nature et ils sont la plupart du temps combinés les uns avec les autres sous forme de différents **produits** (matières premières).

Afin de pouvoir utiliser ces **produits** (matières premières) qui nous sont donnés par la nature (ou vendus par les commerçants), nous allons devoir transformer les formules en **recettes** et par conséquent, connaître la **composition** de chacun de ces **produits**.

#### Les PRODUITS

Je vous communique en page suivante la composition (en pourcentage des **oxydes**) de quelques **produits** céramique parmi les plus utilisés.

La composition des **produits** est une composition **moyenne**. Cette composition des matériaux peut être très hétérogène... et peut varier de façon conséquente en fonction des revendeurs, des différents lots, des provenances etc...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 6, Oxydes et Produits

Ceci est une des principales raisons pour laquelle il sera **indispensable** de faire des essais à chaque fois que vous changerez de produit, d'où l'importance de se constituer des stocks assez importants de ces produits usuels pour éviter de refaire des essais trop souvent.

Je précise également qu'il y a beaucoup d'autres produits, mais je ne pense pas nécessaire de compliquer les choses avec une liste exhaustive de tous les **produits** disponibles sur la planète alors que les **produits** indiqués ci-contre sont ceux qui sont utilisés à 80% par tous les potiers en Europe continentale.

De même, je n'estime pas nécessaire de vous donner la description de chaque **produit** car chacun de vous peut trouver cette description dans bon nombre d'ouvrages déjà publiés, (à commencer par le catalogue des revendeurs)..

Quantités d' <b>oxydes</b> (en <b>pourcentage</b> de masse ou poids) contenus dans les <b>principaux produits</b> utilisés en poterie. (valeurs moyennes et approximatives)									
Oxydes / Produits	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Divers	Perte au feu	Total
Feldspath potassique	68	18	<b>10</b>	<b>3</b>	-	-	1		100
Feldspath sodique	70	18	<b>1</b>	<b>9</b>	1	-	1		100
<b>Néphéline Syénite (*)</b>	56	24	<b>9</b>	<b>8</b>	1	-	2		100
<b>Talc (*)</b>	53	1	-	-	-	<b>30</b>		16	100
<b>Kaolin (*)</b>	50	<b>35</b>	2	-	-	-	1	12	100
<b>Silice (*)</b>	<b>99</b>	-	-	-	-	-	1		100
<b>Craie (*)</b>	-	-	-	-	<b>56</b>	-		44	100
Carbonate de Magnésium	4	-	-	-	4	<b>43</b>		51	100
Dolomie	-	-	-	-	<b>31</b>	20	2	47	100

*Les produits signalés par un astérisque (\*) sont des produits de base, **indispensables** à toute personne désireuse de fabriquer elle-même ses propres glaçures.*

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 6, Oxydes et Produits

Une étude attentive de ce tableau nous montre clairement que la plupart des produits disponibles dans la nature ou sur le marché comportent **presque toujours** du  $\text{SiO}_2$  et de l'  $\text{Al}_2\text{O}_3$  qui sont pratiquement présents partout dans la croûte terrestre... Il faut donc en tenir compte dans la composition de notre glaçure.

Retenez donc ceci:

Les **Oxydes** sont les constituants des **formules** et leurs quantités sont exprimées en 'Moles'

Les **Produits** (matières premières) sont les constituants des **recettes** et leurs quantités sont exprimées en pourcentage de masse (poids) ou en **grammes..** (beaucoup plus pratique pour nous !)

Je précise qu'on ne tient compte uniquement des quantités d'oxydes restant dans la glaçure **après cuisson.**

Les composants organiques ou les molécules d'eau qui pourraient éventuellement être présents avant cuisson (et qui seront donc volatilés au cours de la cuisson) font partie de la « perte au feu » et ne doivent pas être comptabilisés.

<b>Oxydes</b> <b>Produits</b>	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$ Oxyde de Bore	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	BaO ZnO
Fritte 1253 boro-alcaline	55,7	4,2	21,0	14,5	4,7	
Fritte 1254 calco-alcaline	46,5	4,6	25,6	11,6	11,6	x

### Les Frittes:

Dans certains cas précis et en particulier lorsque l'on recherche des produits contenant peu d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ , les potiers sont quelquefois amenés à utiliser des frittes (avec 2 "t").

Il ne s'agit naturellement pas de pommes de terre, mais alors, qu'est-ce qu'une fritte ? ... et tout d'abord, pourquoi les utilise-t-on ?

### Qu'est-ce qu'une fritte...?

Une fritte est une préparation contenant les produits **solubles** (alcalis) ou **toxiques** (plomb, baryum, bore ...) dont l'emploi est indispensable pour faire baisser la température de fusion, mais dont le "frittage" industriel permet de

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 6, Oxydes et Produits

neutraliser partiellement leur toxicité ou de les rendre insolubles.

Le frittage consiste à mélanger ces produits avec de la silice et de l'alumine puis à faire fondre ce mélange à haute température jusqu'à obtenir un verre **totalemtent inerte et insoluble.**

Ce verre est ensuite broyé et pulvérisé en une fine poudre blanche qui peut être utilisée avec une "relative" sécurité.

En effet, toutes les frites contenant des produits hautement toxiques tels que le plomb ou le baryum sont strictement interdits pour un usage culinaire car à long terme, certains produits acides tels que le vinaigre par exemple pourraient arriver à dégrader la glaçure et "mettre à nu" les produits toxiques.

### **Pourquoi utilise-t-on une fritte ...?**

Dans le cas du Raku (tout comme la faïence d'ailleurs), les mélanges de feldspaths/craie/magnésium ne suffisent pas pour obtenir la « basse » température de fusion (950/1000°) nécessaire à la cuisson de Raku. On est donc obligé de faire appel **massivement** soit à des produits tels que l'oxyde de plomb, baryum etc...) qui peuvent être hautement toxiques, soit aux « **alcalis** » (Oxyde de sodium, de potassium, de lithium, bore etc) qui ont l'inconvénient d'être **solubles dans l'eau.**

Les frites sont des produits **fabriqués** qui sont composés le plus souvent à partir d'Oxydes de Potassium ou Sodium ou de Bore combinés avec de la Silice et très peu d'Alumine.

Je ne parle pas des frites au plomb qui sont inutilisables dans les émaux à température de grès.

Pour ceux qui sont toxiques, il n'est naturellement pas question de les utiliser tels quels, et pour ceux qui sont solubles dans l'eau, ils ne conviennent absolument

## Chapitre 7

### De la Formule à la Recette De la Recette à la Formule Programme informatique GLAPOT

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit...( Quoique ...! )*

#### Réalisation d'une glaçure par transformation de la **Formule en Recette**

La **formule** d'une glaçure (composée d'**oxydes**) est la seule forme qui permette la **compréhension** et la **comparaison** des phénomènes de fusion...

Par contre, sous cette forme, vous ne pourrez pas peser les produits ni réaliser votre glaçure.

Vous entrevoyez donc maintenant que si vous disposez d'une **formule** de glaçure avec des **oxydes**, vous allez devoir **transformer** cette formule en **recette** afin de pouvoir utiliser les **produits** du commerce (ou de la nature),

#### Compréhension d'une Glaçure par transformation de la **Recette en Formule**

A l'inverse, si vous disposez de la **recette** d'une glaçure, afin de **comprendre** comment elle fonctionne, vous allez devoir transformer cette **recette** en **formule** et en déduire le rapport existant entre les différents **oxydes**.

En effet, bien que les glaçures soient toujours plus ou moins composées des mêmes **oxydes**, les recettes sont exprimées souvent dans plusieurs dizaines de matières premières toutes plus ou moins différentes selon les fournisseurs ou les lieux géographiques et de ce fait, ne permettent pas une **compréhension** immédiate de la glaçure.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 7, Logiciel Glapot

Or, la glaçure "se fiche pas mal" des matières premières qui ont servi à la composer car **après cuisson**, ce qui compte pour elle, ce sont les **oxydes**, rien que **les oxydes** qui la composent..

Afin de pouvoir **comprendre** une glaçure, il faut donc impérativement mettre la glaçure sous la seule forme compréhensible qui est la **formule**.

Ainsi, **par exemple**, si vous examinez les deux recettes ci-contre, vous allez probablement les trouver très différentes.

Or, si vous les traduisez en formule chimique Seger (à l'aide du programme informatique Glapot par exemple) vous vous apercevez que les deux recettes vont vous donner **exactement la même**

**formule...** Qui est dans les deux cas:

$\text{KNaO} = 0,40$ .  $\text{CaO} = 0,40$ .  $\text{MgO} = 0,20$ .  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,45$ .  $\text{SiO}_2 = 3,5$ .

Et (théoriquement), les deux recettes donneront **exactement la même glaçure...**

(je dis "théoriquement", parce que il y a tout de même quelques différences mineures dans la texture et la finesse du grain qui peut finalement, donner quelques petites différences, mais fondamentalement, c'est **exactement la même glaçure...**)

Feldspath Sodique	65,4	Néphéline Syénite	48,0
Dolomie	11,5	Talc	7,5
Craie	5,3	Craie	11,8
Alumine	1,2	Kaolin	5,0
Silice	16,6	Silice	27,8

Vous allez trouver des centaines, des milliers de recettes un peu partout, dans des livres par des amis etc...il faut donc absolument lorsque vous trouvez une nouvelle recette que vous soyiez en mesure de la **comprendre**, donc, premièrement de la transformer en **Formule**, puis d'essayer de l'analyser...

La transformation en formule ne devrait pas vous poser de problèmes à condition que vous vous débarrassiez (provisoirement) de tous les produits rajoutés (Je veux parler de tous les étain, zircon, cendre d'os, zinc, titane, bore, baryum, colorants, poudres de perlimpinpin etc... etc...) dont le rôle n'est que de **modifier** la glaçure de base.

Ensuite, lorsque vous aurez la formule dépouillée de tous ces produits rajoutés, alors seulement, vous allez pouvoir l'analyser et essayer de la **comprendre**. (Cela suppose que vous ayez accès aux diagrammes publiés par Daniel de Montmollin dans son livre "Pratique des Emaux de Grès" édité par la Revue de la Céramique et du Verre).

Vous constaterez ensuite que c'est un jeu d'enfant que de positionner la formule exprimée ci-dessus sur le diagramme N° 35 et d'en déduire par exemple qu'il s'agit d'une glaçure "équilibrée" parce que étant à la fois Calcique (0,4), Alcaline (0,4) et un peu Magnésienne (0,2) et dont les positions respectives de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,45) et  $\text{SiO}_2$  (3,5) laissent supposer qu'elle pourra être probablement légèrement surcuite (parce que située au centre du diagramme) avec une bonne tenue en position verticale grâce à une teneur relativement importante en Alumine.

Naturellement, il est impossible de savoir tout cela à la seule lecture de la

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 7, Logiciel Glapot

recette...!

Avec l'expérience, cela vous permettra au fil des années de pouvoir **comparer** toutes vos glaçures les unes par rapport aux autres et de les **comprendre**.  
(cela vous permettra aussi quelquefois de constater que telle glaçure "miracle" que l'on vient de vous donner "sous le sceau du secret", vous l'aviez déjà depuis des années, mais exprimée autrement ...!)

Pour ce qui est des "produits rajoutés" dans de petites quantités, (si il y en a), à mon avis, il n'est pas nécessaire ni souhaitable de les inclure dans les calculs.

En effet, cela n'aurait aucun sens de chercher à avoir une formule avec ces produits car si **vous n'avez pas les courbes de fusion qui leur correspondent**, vous serez **dans l'impossibilité de les interpréter**.

Il vous suffit de savoir que ces produits agissent comme des **modificateurs** (réfractaires ou 'fondants'), mais surtout de connaître **le sens** de la modification qu'ils vont provoquer.

Je vous donne ci-dessous un tableau qui vous permettra d'avoir une idée de

Oxydes	Action générale	3 %	6 %	10 %
<b>Fritte</b> (voir définition <a href="#">page 207</a> )	Très fondant	Légèrement plus cuit	Plus cuit	Surcuit
<b>Ox. de Lithium</b>	Très fondant	Légèrement plus cuit	Plus cuit	Surcuit
<b>Colémanite</b> (Borocalcite)	Très fondant	Légèrement plus cuit	Plus cuit	Surcuit
<b>Ox. de Zinc</b>	Fondant moyen	Légèrement plus cuit	Plus cuit	Surcuit
<b>Ox. de Baryum</b>	Réfractaire puis fondant	Moins cuit	Bien cuit	Surcuit
<b>Ox. de Zirconium</b>	Peu de changement	Plus blanc	Plus blanc	Plus blanc
<b>Cendre d'os</b>	Réfractaire	opalescent	Moins cuit	Sous cuit
<b>Ox. D'Etain</b>	Très réfractaire	Moins cuit	Sous cuit	Très sous-cuit

l'**action** que ces produits vont avoir sur votre glaçure de base.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 7, Logiciel Glapot

### Transformation de la Formule vers la Recette et vice-versa.

Les **oxydes** ne se trouvent généralement pas tels quels dans la nature et sont toujours déjà combinés les uns avec les autres.

Avant de pouvoir réaliser une glaçure, il va donc falloir transformer la **formule** en **recette** afin de l'adapter aux **matières premières** disponibles.

Afin de permettre aux débutants de "**débuter**" rapidement sans "se prendre la tête" avec les calculs moléculaires pour les quelques glaçures fondamentales que nous allons préparer ensemble, je vous communiquerai la formule de chaque glaçure et vous indiquerai leur recette correspondante, mais ensuite, vous allez devoir effectuer cette conversion tout seul.

Si vous savez déjà comment pratiquer, très bien, ce chapitre ne s'adresse pas à vous, mais pour les autres, il y a deux solutions:

- Soit vous apprenez à le faire "à la main", ce n'est pas très compliqué, mais chaque conversion est longue et les risques d'erreurs sont nombreux. Je ne m'étendrai pas sur le problème, d'autant plus qu'il existe déjà sur le marché des dizaines de bouquins qui "expliquent" tout cela (plus ou moins bien d'ailleurs et il reste tout de même à trouver le bon !!!).
- Soit vous utilisez un outil informatique qui permet de travailler dans les meilleures conditions, plus rapidement et fiablement, sans avoir à faire des calculs compliqués qui rebutent la majorité des potiers.

### Logiciels de transformation de la Formule vers la Recette et vice-versa.

Il existe sur le marché plusieurs logiciels très complets qui sont pour la plupart destinés aux professionnels.

A mon avis, ces logiciels sont difficiles d'emploi pour les débutants parce que beaucoup trop complets.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 7, Logiciel Glapot

### Logiciel GLAPOT

Pour ceux qui veulent un programme complet et **très simple d'emploi**, je met **gratuitement** à leur disposition mon propre logiciel de transformation de formule en recette et vice-versa.

Il s'agit d'un logiciel que j'ai écrit il y a une dizaine d'années et que j'utilise tous les jours.

Bien qu'étant artisanal, ce logiciel permet d'effectuer les conversions très rapidement **dans les deux sens** sans avoir à faire le moindre calcul à la main.

Ce logiciel «maison» se nomme **GLAPOT**

Il est disponible **gratuitement**

<http://raku-datcharry.fr/poterie/index.htm>

## Chapitre 8

### Mise au point des glaçures Nécessité absolue des essais

Toutes les **formules**, toutes les **recettes**, tous les poids moléculaires etc... sont **théoriques**... et même **approximatives**... , et le problème de la théorie et de l'approximation, c'est que ça ne colle pas toujours à 100% avec la réalité.

Il en résulte que parmi les recettes transmises par un potier ou calculées soi-même à partir d'une formule ou "inventée" à partir de courbes et graphiques, celles qui "marchent" du premier coup le doivent certainement à beaucoup de chance.

En effet, sans essais préalables, et au seul niveau de la fusion, il y a beaucoup plus de raisons de "sortir" une glaçure sous-cuite ou sur-cuite que bien accordée...

D'où la **nécessité absolue de faire des essais soi-même**, avec **ses propres produits** et dans son **propre four** et avec ses **propres conditions de cuisson**, même si on a telle ou telle glaçure accordée parfaitement dans le four d'un ami potier cuisant strictement au même cône et dans les mêmes conditions....

Les raisons sont multiples :

1°) Les diagrammes ou graphiques de fusion sont calculées dans un environnement de laboratoire que le potier Lambda ne peut en aucun cas recréer, il faut donc absolument faire un minimum d'essai dans son propre environnement et avec ses **propres produits**.

2°) La traduction de la formule en recette est également source d'erreurs et de différences car les poids moléculaires de produits sont eux aussi des moyennes très **théoriques**.

3°) La qualité et la provenance des matériaux peut être très hétérogène... En effet, il n'existe pas deux feldspaths identiques et même chez un même fournisseur, plusieurs lots de produits peuvent être **très différents** au point de vue composition... il en est de même de tous les autres produits.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 8, Mise au point des glaçures

4°) le degré hygrométrique de ces mêmes produits...

En effet, si vous pesez 100g de Craie après quelques jours de pluie dans une ambiance saturée d'humidité, la quantité de produit sec sera très différente à ce qu'elle serait après une quinzaine de jours de sécheresse...

5°) Toutes les conditions de la cuisson (durées de montée et de descente, température, atmosphère, palier etc...) jouent énormément sur l'aspect de la glaçure finale...

Mais alors direz-vous, pas moyen d'avoir une recette fiable ?  
Vrai et faux à la fois...

Tout d'abord, on peut (et on doit) faire tout ce que l'on peut pour éviter ce qui est évitable avec autant de rigueur possible.

1°) Au niveau des produits, en particulier en ce qui concerne les produits courants "de tous les jours" : (Feldspath, Silice, Craie, Talc et Kaolin) , si vous en avez la possibilité, il vaut mieux acheter tous ses produits en quantité suffisamment importante pour en avoir pour plusieurs années et ne pas risquer d'avoir des lots trop différents. Ces produits sont relativement bon marché et ne s'altèrent pas au cours des années.

Dans le cas contraire, chaque fois que vous allez acheter un nouveau lot de produit, vous allez devoir revoir vos glaçures et refaire un jeu d'essais avant de les mettre sur vos pièces les plus réussies, sinon, échec garanti...

2°) Mettre tous les sacs de produits neufs et entamés dans des grands sacs poubelle et les refermer hermétiquement après usage.

3°) Autant que faire se peut, cuire de façon toujours identique avec précisément toujours les mêmes réglages. (voir les chapitres consacrés à la cuisson).

Pour le reste, les raisons qui font qu'une glaçure a des chances d'être loupée sont tellement nombreuses qu'elles s'annulent quelquefois.

Il reste toutefois que dans certains cas, elles vont toutes dans le mauvais sens et dans ce cas,

- Soit la glaçure est vraiment loupée et fait partie du pourcentage normal d'échec (tous les potiers ont un musée des horreurs) ,
- Soit quelquefois la glaçure «sort» avec des effets inattendus qu'on aurait peut-être pas imaginé soi-même... et on défourne une pièce magnifique (bien que loupée au sens strict du terme).

De toutes façons, avant d'utiliser une glaçure que vous aurez trouvé dans un bouquin ou bien qui vous aura été donnée par un ami potier, ou bien que vous aurez calculé vous-même, il faudra absolument **faire une série d'essais** afin d'ajuster et mettre au point cette glaçure dans **votre propre four** et dans **vos propres conditions**.

C'est le rôle des chapitres suivants que de vous aider à faire ces essais et cette mise au point.

## Chapitre 9

### Mise au point des glaçures Préparation des essais

#### Préparation des essais:

Afin de pouvoir procéder à la mise au point des trois glaçures que nous allons étudier, il faudra préparer le matériel et les matériaux nécessaire.

Préparer et biscuiter **4 plaques** en porcelaine d'environ 12 x 24 x 0,8 à cru, (soit 10cm x 22cm x 0,6cm après biscuit).

**Pourquoi de la porcelaine ?** ... Parce que la porcelaine a l'avantage de ne pas apporter de modification au niveau des textures ou des couleurs qu'apporterait presque toujours un grès plus ou moins pur.

**Pourquoi des plaques** (au lieu des habituelles "tuiles") ? ... Parce que sur une plaque, on peut faire jusqu'à 5 essais qui seront faciles à examiner et à comparer.

De plus, elles sont beaucoup plus faciles à marquer et archiver que les tuiles.



Ces petites plaques sont faciles à réaliser, il suffit de les découper directement dans le pain de terre avec un fil à couper le beurre (corde à piano) ou bien d'aplatir le pain à l'aide d'un rouleau à pâtisserie le long de deux règles en bois.



Pour la cuisson, on peut les faire cuire aussi bien à plat que verticalement à l'aide d'une sorte de 'peigne' sculpté dans de la brique réfractaire (voir page 72).

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 9, Mise au point des glaçures

Si vous ne les avez pas déjà, il faut également vous procurer les matières premières suivantes :

Pour les débutants, je précise les proportions approximatives de ces produits les uns par rapport aux autres.

(\*) Vous pouvez remplacer le feldspath sodique et le feldspath potassique par de la Néphéline Syénite qui est un feldspath très équilibré.

Dans ce cas, la proportion de Néphéline passe à 4 ou 40 kilos (au lieu de 2 ou 20 kilos).

	Kilos	
<b>Craie</b>	1	10
<b>Talc</b>	1	10
<b>Kaolin</b>	1	10
<b>Néphéline Syénite (*)</b>	2	20
<b>Feldspath Sodique</b>	1	10
<b>Feldspath Potassique</b>	1	10
<b>Silice</b>	2	20
<b>Bentonite</b>	0,1	1

### Balance

Si vous ne l'avez pas déjà, il est nécessaire de vous procurer une balance.

Si cela est possible il est préférable d'avoir une balance précise au dixième de gramme, mais c'est un appareil assez onéreux et fragile.

En cas d'impossibilité de vous procurer une balance précise, une vieille Roberval (force 5 ou 10 kilos) trouvée aux puces fera l'affaire à condition qu'elle balance librement des deux cotés et n'ait aucun point dur.

Dans ce cas, nous contournerons le problème de la précision avec la méthode "liquide" que je vous expose au chapitre suivant.



## Chapitre 10

### Mise au point d'une glaçure Le « Truc » de la « Méthode Liquide »

La mise au point d'une glaçure nécessite le rajout de petites quantités de Silice dans une glaçure de base. D'autre part plus généralement, chaque fois que vous devrez rajouter de façon précise de faibles quantités d'un produit quelconque dans une glaçure (un colorant par exemple), vous aurez intérêt et avantage à utiliser la méthode liquide.

Premièrement, il est toujours beaucoup plus facile de mesurer (avec une seringue adéquate) 0,5 centimètre cube d'un colorant ou d'un produit quelconque en suspension que 1 ou 2 dixième de gramme poudre, (surtout si l'on ne possède qu'une balance assez « approximative »).

Cette méthode procure donc une précision accrue pouvant atteindre **4 à 5 fois la précision d'une balance.**

D'autre part, le produit en suspension aqueuse dans votre bouteille sera (**si votre suspension est bien faite**) très bien homogénéisé et le mélange avec la glaçure liquide se fera beaucoup plus facilement que le rajout de colorant en poudre dans une glaçure liquide qui risque fort de provoquer soit des grumeaux, soit des difficultés d'homogénéisation, soit les deux....

#### Matériel nécessaire:



Avant de commencer, je vous suggère de vous procurer auprès d'un pharmacien quelques seringues (sans aiguilles).

Par exemple: 2 seringues de 1, 5, 10 et 20 ml (soit 1cc, 5cc, 10cc et 20cc)

(Il ne s'agit pas là d'un gros investissement car les seringues sont très bon marché et il est bon d'en avoir toujours quelques unes d'avance car elles s'usent vite).

Se procurer également quelques bouteilles plastiques avec bouchon à vis de 50cl (500cc) (genre Coca-cola) plus quelques bouteilles plastique de 1 litre (1000cc), (genre bouteille d'eau), bouteilles **solides** et **fermant bien.**

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 10, Méthode liquide

### Bouteilles étalon:

A l'aide des seringues de 10cc et 20cc (et un peu de patience), graduer avec un feutre **indélébile**:

1°) une bouteille de 50cl (de 10 en 10 cc)

2°) une bouteille de 1 litre (de 20cc en 20cc).

Recouvrez vos graduations avec du scotch de bas en haut afin d'éviter son effacement trop rapide.

Ces deux bouteilles sont à conserver avec soin car elles vous serviront de **graduations étalon**.



### Préparation de la BENTONITE

Avant toute autre manipulation, je vous recommande de vous fabriquer une bouteille de **Bentonite en suspension**.

La Bentonite est une sorte de kaolin colloïdal extrêmement fin qui a la particularité de faciliter l'homogénéisation et la suspension des produits dans lesquels on la rajoute.

Pour ce qui est de l'**homogénéisation**, cela va être très utile pour obtenir des mélanges très homogènes et donc faciliter l'intégration dans les essais.

Coté **suspension**, vous constaterez en effet que si vous laissez reposer certains produits (comme la Néphéline Syénite, l'oxyde d'Etain ou de Zirconium) dans de l'eau pendant quelques secondes à quelques minutes, ces produits plombent rapidement au fond du récipient et finissent même au bout de quelques jours par faire un bloc dur comme du ciment. Dans ce cas également, la Bentonite est un produit miracle qui aide à tenir les particules en suspension .

Mais attention: la Bentonite agit et réagit tout à fait comme la «Maïzena»: C'est très difficile à «mouiller» et ça fait des grumeaux...

Par contre, le gros avantage de la Bentonite sur la « Maïzena » est que s'agissant d'un produit minéral, il peut être conservé indéfiniment sans se dégrader ...

voici ce qu'il faut faire:

- Mettre 1 litre d'eau **chaude** dans un récipient,
- Peser 60gr de Bentonite,
- Faire tomber la Bentonite «en pluie» dans l'eau chaude (et non l'inverse) tout en mélangeant rapidement pour éviter les grumeaux,

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 10, Méthode liquide

- Passer le mélange dans un tamis très fin pour supprimer les grumeaux restant. (Vous les réincorporez dans le mélange après les avoir désagrégés).
- Laisser gonfler et refroidir une ou deux heures
- Mélanger très énergiquement.
- Verser dans une bouteille solide par l'intermédiaire d'un tamis très fin pour enlever toute trace de grumeaux.

Vous avez donc une bouteille contenant environ 1020cc de mélange dans laquelle vous avez 60gr de Bentonite en suspension.

Vous pourrez donc écrire sur l'étiquette de la bouteille que :

**1 gramme de Bentonite = 17 centimètres cube**

### Préparation des bouteilles de produits en suspension

Procédure de mise en suspension liquide des produits:



#### 1°) Bouteille de Silice ou produit «secondaire» Etain, Zircon, Zinc

- Peser 500 grammes de Silice
- Introduire ces 500 grammes de Silice dans la bouteille de 1 litre graduée.
- Rajouter 20 grammes de Bentonite ( 340 cc) pour maintenir la Silice en suspension
- Rajouter 150cc d'eau.
- Mélanger de façon très homogène en secouant fortement la bouteille.
- Rajouter de l'eau jusqu'à la graduation 600cc.

Les 500 grammes de Silice plus la Bentonite en suspension plus l'eau ont donc donné 600cc de mélange.

Nous avons donc **1 gramme de Silice >>> 1, 2 cc de liquide.**

- Passer dans un tamis très fin
- Transférer le liquide depuis la bouteille graduée dans une bouteille non graduée et inscrire sur la bouteille avec un feutre indélébile et recouvert de scotch :

**Silice : 1g > 1,2cc**

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 10, Méthode liquide

### 2°) Colorants, Oxydes métalliques

Pour une utilisation en petites quantités tels que oxydes métalliques:

- Peser 100gr de produit,
  - Le mettre dans une petite bouteille graduée.
  - Rajouter 3 à 5% de Bentonite (50 à 80cc) pour tenir le produit en suspension
  - Rajouter 300cc d'eau.
  - Mélanger de façon très homogène en secouant fortement la bouteille.
  - Rajouter de l'eau jusqu'à la graduation 450cc.
- Vous avez donc une bouteille contenant 200cc de mélange qui correspondent à 100gr de produit colorant. Donc 1gr de produit # 4,5 cc de liquide.
- Passer dans un tamis très fin
  - Transférer le liquide depuis la bouteille graduée dans une bouteille non graduée et inscrire sur la bouteille avec un feutre indélébile et recouvert de scotch :

#### **Produit xyz... : 1g > 4,5cc**

Il est très facile maintenant d'y prélever avec une grande précision des quantités inférieures au gramme pouvant aller jusqu'au dixième de gramme. (1/10° de gramme # 1/2 cc)

### UTILISATION

L'adoption de la méthode liquide pour les oxydes à rajouter est très souple et très pratique, mais suppose une discipline absolument sans faille qui consiste à **bien remuer énergiquement** le mélange oxyde+eau avec un pinceau avant tout prélèvement à la seringue qui devra suivre **immédiatement** après avoir remué.

En effet, le mélange n'est pas une solution, mais une «suspension» et si l'on n'y prend pas garde et que l'on n'homogénéise pas la suspension énergiquement avant tout prélèvement. l'oxyde a vite fait de retomber au fond, même en présence de Bentonite.

Dans ce cas, si le prélèvement à la seringue se fait au fond, il risque d'être fait avec une concentration de Silice trop forte, par contre, si le prélèvement se fait en surface, nous aurions une concentration en Silice trop faible.

C'est un coup à prendre, après, cela va tout seul.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 10, Méthode liquide

### Conservation des bouteilles :

Les bouteilles contenant une suspension d'oxyde peuvent être conservées absolument intactes et immédiatement utilisables pendant plusieurs années, à **condition de respecter impérativement les précautions particulières suivantes**:

- Vérifier que l'inscription qui indique le nom du produit et le rapport entre le poids et le volume est bien indélébile et étanche à l'eau afin que celui-ci ne finisse pas par disparaître. Pour plus de précaution, répéter ce marquage sur le cul des bouteilles.
- Vérifier la fermeture étanche des bouchons et mettre les bouteilles **la tête en bas** dans un seau **rempli d'eau**. Sans cette précaution, les bouteilles, aussi bien fermées soient-elles, seraient très vite aplaties comme des crêpes car l'eau contenue dans la bouteille finirait par s'évaporer avec pour conséquence le fait que le rapport entre le poids et le volume s'en trouverait faussé.
- Rajouter un peu d'eau de Javel dans l'eau du seau (son rôle est tout simplement d'éviter que l'eau du seau ne se dégrade).
- Rajouter de l'eau de temps en temps dans le seau pour compenser l'évaporation.



## Chapitre 11

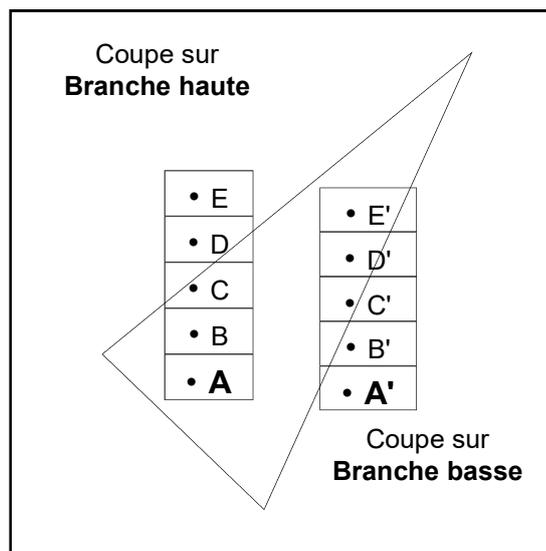
### Mise au point d'une glaçure Formules et recettes des glaçures de base Pesée des glaçures Réalisation des plaques à essais

#### Variations de la Silice.

J'ai indiqué au chapitre 5 en pages 36 et 37 que pour effectuer la mise au point d'une glaçure, il suffisait de faire une coupe verticale sur le graphique de fusion en augmentant progressivement  $\text{SiO}_2$ .

Cette progression peut se faire soit sur la **Branche haute** du graphique (points A,B,C,D,E), soit sur la **Branche basse** de ce même graphique (points A',B',C',D',E').

Dans le cas d'une coupe de la **Branche haute**, la formule correspondant au point **A** donnera **théoriquement** une glaçure **surcuite** (*parce que située dans la zone centrale du graphique*). Nous pourrons donc progressivement, **par de simples ajouts de  $\text{SiO}_2$** , obtenir les résultats correspondants aux points B,C,D,E, c'est à dire une glaçure **de moins en moins cuite**.



Inversement, si l'on fait la coupe sur le **Branche basse** du graphique, le point **A'** sera **théoriquement sous-cuit** (*parce que situé à l'extérieur du graphique*) et une progression de silice permettra d'obtenir les résultats correspondants aux points B',C',D' E' soit une glaçure **de mieux en mieux cuite**.

Comme il est toujours possible de rajouter de la silice, (mais jamais d'en enlever), nous partirons toujours du **point le plus bas** qui contient le moins de silice.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 11, Réalisation des essais

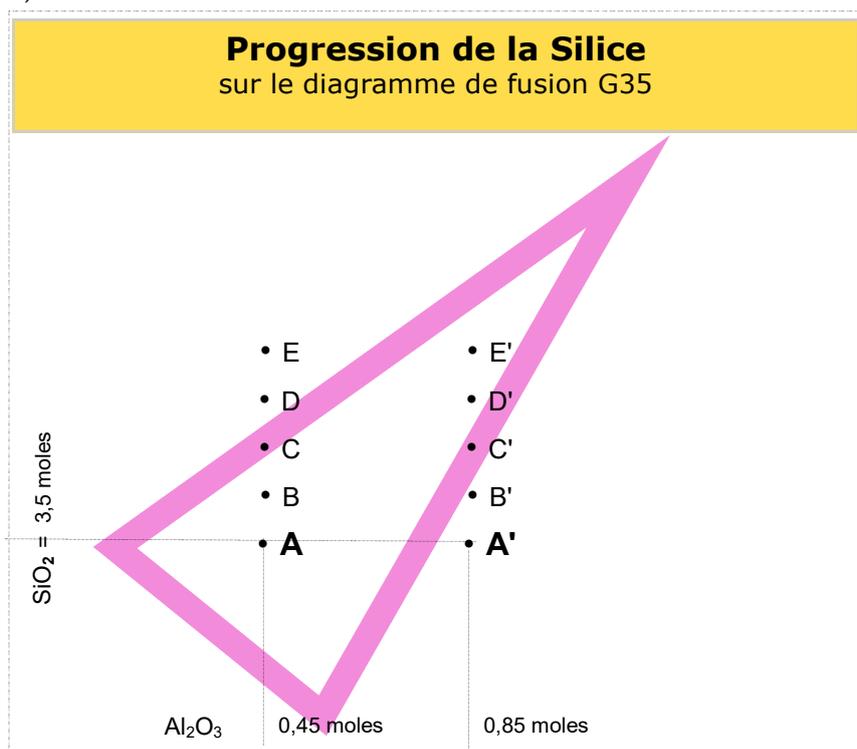
### Formules et recettes des glaçures à mettre au point:

(Application des principes généraux aux diagrammes de Daniel de Montmollin)

Je vous propose de mettre au point deux glaçures tirées du même diagramme (\*) en effectuant deux coupes: l'une sur la **Branche haute**, l'autre sur la **Branche basse**.

Cette expérience vous donnera non seulement deux (ou plus) glaçures déjà utilisables, mais vous permettra de voir et donc de comprendre les explications théoriques données plus haut.

Pour ce faire, je propose un diagramme "équilibré", c'est à dire, sans dominante particulière où les oxydes "BASES" seront un mélange harmonieux des trois principaux, à savoir: **CaO = 0,4 mole, MgO = 0,2 mole, KNaO = 0,4 mole** (\*) (Pour les personnes possédant (ou qui vont se procurer) le livre de Daniel de Montmollin ""Pratique des Emaux de Grès" édité par la Revue de la Céramique et du Verre, il s'agit du diagramme N° 35 situé à peu près au centre du triangle des oxydes Bases).



Pour les deux valeurs de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , nous choisirons respectivement **0,45 Moles** pour la **Branche haute**, et **0,85 Moles** pour la **Branche basse**.

La valeur en  $\text{SiO}_2$  des points A et A' sera fixée dans les deux cas à **3,5 Moles**.

**FORMULES des glaçures de base ( Points A et A')**

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 11, Réalisation des essais

Je récapitule ci-contre les formules complètes des deux points **A** et **A'** qui sont les points de départ de la mise au point de ces deux glaçures.

	<b>Glaçure 1</b>	<b>Glaçure 2</b>
<b>FORMULES</b>	<b>Point A</b> Branche haute	<b>Point A'</b> Branche Basse
KNaO	0,40	0,40
CaO	0,40	0,40
MgO	0,20	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,85
SiO <sub>2</sub>	3,50	3,50

### **RECETTES** correspondant aux Points **A** et **A'**

Ces deux formules ci-dessus étant traduites en recettes (avec le logiciel Glapot par exemple), nous obtenons les deux recettes ci-contre.

Les valeurs sont données en pourcentage, mais comme nous allons peser 100 grammes de glaçure, ces valeurs seront aussi des grammes.

	<b>Glaçure 1</b>	<b>Glaçure 2</b>
<b>RECETTES</b>	<b>Point A</b> Branche haute	<b>Point A'</b> Branche Basse
Néphéline Syénite	48,0	41,0
Talc	7,5	6,4
Craie	11,8	10,1
Kaolin	5,0	32,8
Silice	27,8	9,8
Total	100,0	100,0

Nous allons donc peser deux glaçures correspondants aux points **A** et **A'** puis allons effectuer 5 essais pour chaque glaçure en rajoutant à chaque fois environ 10 gr de Silice (ce qui correspond à peu près à 0,5 Moles de SiO<sub>2</sub>).

### **Pesée des produits composant une glaçure.**

La pesée des essais de glaçure est une étape très importante.

Elle doit se faire avec **beaucoup de rigueur** et le plus précisément possible, car la réussite de la glaçure définitive en dépend, et cela est d'autant plus difficile que les quantités sont faibles.

Bien que chaque essai complet ne demande qu'une quantité très faible de glaçure, (environ 10 grammes), je recommande pour chaque essai de peser une quantité minimum de **100 grammes** afin de minimiser les imprécisions de la pesée.

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 11, Réalisation des essais

Parmi tous ces produits, quelques uns ne sont présents qu'à de très faible pourcentage et vous allez donc devoir peser très précisément des masses inférieures au gramme. C'est pourquoi je vous recommande (si possible) de vous équiper d'une balance précise au **dixième de gramme**.

Si cela n'est pas possible ( et que vous n'ayiez qu'une vieille Roberval, précise seulement au gramme près), il est grandement souhaitable que vous appliquiez la **méthode liquide** (Chapitre 10, page 59) pour tous les produits dont la quantité à rajouter est inférieure au gramme.

Au cours de la pesée, Il est important de **pointer au fur et à mesure** sur la fiche de recette en face de chaque produit que cette pesée a été faite.

(Je ne compte pas le nombre de fois au début où j'ai eu un doute et je me suis demandé si la pesée de ce produit avait été faite ou pas).

En cas de doute, il est préférable de mettre toute la pesée au rebut. Il vaut mieux recommencer que de faire une pesée où il manquerait un produit ou bien que le produit aurait été pesé deux fois. Dans les deux cas, la glaçure résultante aurait de grandes chances d'être complètement 'loupée' sans que vous en compreniez la cause.

Chacun peut faire ses pesées comme il l'entend, on peut peser chaque produit séparément et verser la pesée au fur et à mesure dans une boîte ou un bocal.

Personnellement, je fais toutes les pesées d'une même glaçure dans la même boîte. J'utilise une boîte plastique à fond plat de surface assez grande.

- Je commence par peser le produit dont la quantité est un peu plus importante.

- Une fois pesé, je rassemble le produit d'un côté du fond de la boîte, puis je passe au produit suivant dont la quantité est la plus faible que je dépose de l'autre côté du fond de la boîte, et ainsi de suite jusqu'à la fin...

De cette façon, les produits ne se mélangent pas au moment de la pesée et cela va plus vite, mais chacun voit midi à sa porte, c'est une question d'habitude. Ce qui compte, **c'est la rigueur**.

### Préparation des pots de glaçures :

La pesée de la glaçure étant terminée, chaque glaçure est mise dans une boîte ou un bocal qui sera **immédiatement** étiqueté. (je ne compte pas le nombre de fois où au début, n'ayant pas étiqueté immédiatement mes essais de glaçures après pesée, je me retrouvais avec 4, 5 pots de glaçure sur la table et un doute sur la nature de chaque glaçure...).

Dans ce cas: même punition: **Au rebut**... et on recommence...

Je recommande que vous attribuez à chaque boîte un pinceau plat de l'ordre de 25mm de large, ce qui vous permettra au moment du rajout d'eau de pouvoir mélanger les deux glaçures en même temps et donc d'obtenir une consistance assez similaire.



## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 11, Réalisation des essais

#### Ajout de l'eau :

Cette opération semble très simple, mais elle a son importance. Premièrement, la consistance doit être différente selon la façon dont la glaçure va être posée.

Pour être passée au pinceau, la glaçure doit être relativement épaisse, pour le trempage ou le versage un peu moins épaisse, pour le pistolet encore un peu moins épaisse... et puis aussi, c'est une affaire de choix et d'habitude de chacun.

D'autre part, selon la nature de la glaçure, la quantité d'eau à rajouter pour obtenir la bonne consistance est différente. En effet, une glaçure alcaline contenant beaucoup de silice aura besoin d'assez peu d'eau pour arriver à la bonne consistance, par contre, une glaçure contenant beaucoup de magnésie aura besoin de plus de deux fois plus d'eau...

En ce qui concerne les essais que nous avons à faire, je vous suggère d'ajouter l'eau progressivement jusqu'à obtenir la bonne consistance.

Dans le cas des essais et de la mise au point, la pose se faisant à l'aide d'un pinceau, il est souhaitable que la consistance soit assez similaire à celle du « **yaourt qui se boit** » ...

#### Ajout éventuel de colorant :

En principe, un colorant n'est pas indispensable pour effectuer vos essais, mais je trouve que les résultats après cuisson sont plus visibles si une couleur vient contraster la blancheur de la plaque porcelaine.

L'Oxyde de Fer est un bon colorant, Si vous décidez de rajouter de l'Oxyde de Fer, il faut impérativement que vous procédiez à la « mise en suspension liquide » de cet oxyde (voir chapitre 10 en page 62 ) sinon vous aurez beaucoup de mal à l'homogénéiser parfaitement avec la glaçure et vous aurez des points noirs partout...

#### Préparation du pot de SILICE :

La méthode d'ajustement des glaçures consistant à effectuer des progressions de Silice à partir d'une glaçure de base **A / A'** en contenant très peu pour arriver à un point **E / E'** qui en contient beaucoup plus, nous allons donc devoir rajouter plusieurs fois à la glaçure de base une petite quantité de Silice. La façon la plus pratique consiste à rajouter cette Silice sous forme de **suspension liquide**. Si vous n'avez pas déjà préparé une bouteille contenant une suspension de Silice dans de l'eau, je vous suggère de vous reporter au chapitre 10, page 61 pour fabriquer cette suspension.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 11, Réalisation des essais

Mélanger **vigoureusement** cette bouteille afin d'homogénéiser parfaitement la suspension puis verser environ 100cc dans un pot à part, y rajouter son propre **pinceau dur** pour pouvoir mélanger vigoureusement.

Préparer une seringue de 10 cc qui va servir à prélever la Silice qui sera rajoutée dans le pot de glaçure pour chaque raie d'essai (à l'exception des raies **A** et **A'** ). Je suggère que vous procédiez à des rajouts de 12 cc de suspension liquide (une seringue de 10cc **très pleine**) ce qui correspond à 10 grammes de Silice.

### Préparation des plaques à essais:

Afin de pouvoir procéder à cet exemple de mise au point de glaçure, j'ai suggéré au chapitre 9 page 54 de préparer 4 plaques de porcelaine. Ces plaques sont donc supposées prêtes et biscuitées.

Bien qu'il n'y ait que **deux glaçures** à mettre au point, j'avais suggéré de préparer 4 plaques afin que pour chaque glaçure, vous ayez la possibilité de les cuire en **Oxydation** et en **Réduction**. De cette façon, vous aurez déjà une idée des différences entre ces deux modes de cuisson.

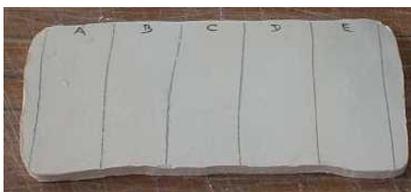
Je vous suggère maintenant de préparer vos plaques de la façon suivante:

**Au Verso**, chaque plaque, inscrire le nom de la glaçure et le numéro du graphique, par exemple: «G35 **Branche Haute**» ou «G35 **Branche Basse**»

Pour faciliter l'archivage des essais, on peut rajouter éventuellement un numéro d'ordre et/ou une date.



L'inscription doit se faire avec un petit pinceau fin trempé dans une suspension concentrée d'Oxyde de **Chrome** qui est celui qui sera le plus lisible. (A défaut, utiliser de l'Oxyde de fer très concentré).



**Au Recto**, réserver aux deux extrémités de la plaque une zone de 0,5 cm dans laquelle aucune glaçure ne sera posée .

Cette zone "tesson nu" est nécessaire pour permettre la cuisson des plaques en position verticale dans le four sur des peignes sculptés dans des briques réfractaires (voir page 72).

Marquer au crayon l'emplacement des 5 raies dans lesquelles nous allons poser la glaçure. Au-dessus de chaque raie, inscrire à l'**oxyde de chrome** les lettres A,B,C,D,E sur deux plaques et A',B',C',D',E' sur les deux autres.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 11, Réalisation des essais

### Séquence des opérations :

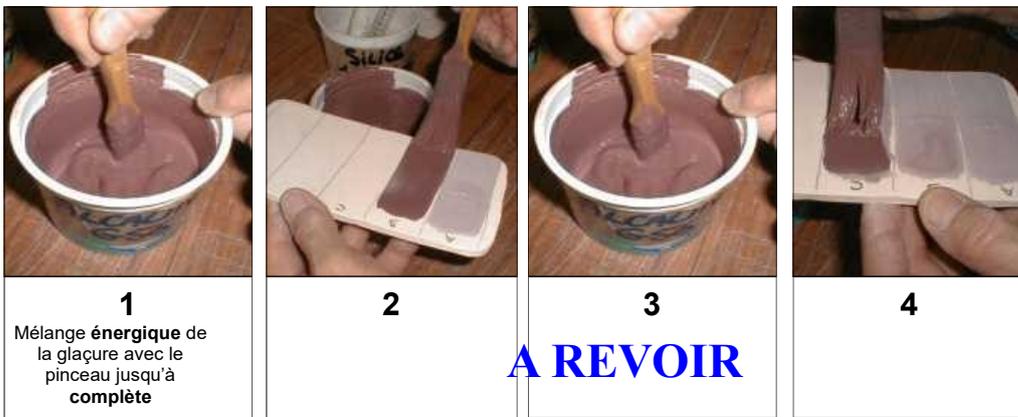
Maintenant que tout est prêt, nous allons commencer la pose des glaçures sur les plaques. Commençons par la glaçure "**Branche haute**": La séquence des opérations est indiquée par le petit scénario suivant:

Naturellement, la première raie **A** est effectuée **sans ajout de Silice**.

L'ajout de Silice commence pour la raie **B** et se termine avec la raie **E** .

Poser la glaçure sur **deux plaques** afin de pouvoir cuire en Oxydation et en Réduction.

### Pose d'une raie de glaçure sur les plaques



### Rajout de la Silice dans le pot de glaçure :



**Retour au cadre N° 1**  
jusqu'à ce que toutes les raies aient été remplies.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 11, Réalisation des essais

Les deux plaques de la glaçure "**Branche haute**" sont terminées



À cuire en **Réduction**

À cuire en **Oxydation**

Selon la même procédure, vous pouvez maintenant effectuer l'ajustement de la glaçure "**Branche Basse**". (Points A', B', C', D', E'). Sur les deux plaques restantes. Ces deux plaques seront également cuites en Oxydation et en Réduction.

### Cuisson des plaques

- Support pour cuisson en position verticale.



### Résultats après cuisson



## Chapitre 12

### Les GLAÇURES BLANCHES

Si vous avez suivi mes suggestions et mis au point les deux glaçures mentionnées au chapitre précédent, ces deux glaçures seront légèrement colorées par l'oxyde de fer en bleuté, verdâtre ou marron clair. En supposant que vous n'ayiez pas mis d'oxyde de fer, vous auriez déjà en main deux glaçures plus ou moins blanches. Il vous suffirait éventuellement de les "blanchir" un peu avec de l'étain ou du zirconium pour avoir deux glaçures vraiment blanches tout à fait utilisables...

#### 1°) Les Bases de BLANCS "simples" .

Il y a mille et une façons de composer une glaçure blanche et ce type de glaçures est certainement le plus utilisé par une grande partie des potiers car elles sont faciles à réaliser, stables, bien reproductibles et n'offrent aucune difficulté particulière.

Les 60 diagrammes de fusion publiés par Daniel de Montmollin dans son livre " Pratique des Émaux de Grès " sont basés sur toutes les combinaisons possibles entre les trois oxydes "BASES" KNaO, CaO et MgO .

Pour chacun de ces diagrammes, toutes les formules dont les points seront situés **sur** ou **immédiatement à proximité** du graphique auront toutes les chances de donner des glaçures bien accordées plus ou moins opaques, blanches ou laiteuses à cône 9 tombé (1250/1280°)

Sachant que l'on peut composer en moyenne une bonne vingtaine de formules différentes **sur** et **à proximité** de chaque graphique, cela nous donne au total  $60 \times 20 = 1.200$  **combinaisons** différentes pour obtenir des bases de Blanc ...

Naturellement les glaçures obtenues ne seront pas identiques dans les 1.200 combinaisons; Certaines seront plus **blanches**, plus **brillantes** ou plus **mates** , plus **soyeuses**, plus **douces** ou plus **rêches**, c'est une affaire d'**essais** de **goût** et de **choix**.

D'autre part, avec des colorants, les résultats peuvent être très différents les uns des autres selon la nature des oxydes "BASE" .

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 12, Glaçures blanches

Nous n'allons pas travailler sur les 60 diagrammes (ce qui représenterait un travail gigantesque, mais sur trois seulement.

La glaçure G35 que nous avons étudié au chapitre précédent était une glaçure parfaitement équilibrée entre les différents oxydes "BASES", je vous propose maintenant d'en étudier trois autres qui seront nettement plus "typées", à savoir par exemple:

- Une glaçure à dominante **ALCALINE** avec entre autres: 60% de KNaO
- Une glaçure à dominante **CALCIQUE** avec entre autres: 60% de CaO
- Une glaçure à dominante **MAGNESIENNE** avec entre autres: 60% de MgO

Les trois formules ci-dessous sont déduites de l'observation des diagrammes N° 48, 19, 23 de Daniel de Montmollin, (voir son livre "PRATIQUE DES EMAUX DE GRES" aux éditions "Revue de la Céramique et du Verre").

**IMPORTANT:** Afin de permettre l'**ajustement précis** de ces glaçures en fonction de vos propres produits et vos propres conditions de cuissons, les valeurs de **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** et **SiO<sub>2</sub>** de ces glaçures ont été **volontairement** choisies pour correspondre aux points "A" (voir page 66) situés à l'**intérieur** du diagramme et donc **surcuites** (voir page 35).

Ces trois glaçures **ne devront donc pas être utilisées telles quelles**, mais devront impérativement être ajustées par une série d'essais afin de régler précisément la quantité de Silice. (procédure indiquée au chapitre précédent en pages 65 à 72).

Oxydes	FORMULES des points "A"	<b>G48</b>	<b>G19</b>	<b>G23</b>
	Type....	<b>ALCALINE</b>	<b>CALCIQUE</b>	<b>MAGNESIENNE</b>
<b>KNaO</b>	Oxyde BASE	0,60	0,20	0,20
<b>CaO</b>	Oxyde BASE	0,20	0,60	0,20
<b>MgO</b>	Oxyde BASE	0,20	0,20	0,60
<b>Total des oxydes BASE (*)</b>		<b>1,00 (*)</b>	<b>1,00 (*)</b>	<b>1,00 (*)</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Oxyde amphotère	0,70	0,35	0,50
<b>SiO<sub>2</sub></b>	Oxyde ACIDE	6,00	3,00	3,00
(*) Par définition, et par application du principe de la formule Seger, le total de tous les oxydes "BASES" doit impérativement faire le chiffre 1,00.				

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 12, Glaçures blanches

Ces trois formules traduites en recettes (avec le logiciel **Glapot** par exemple, voir page 45) vont donner les recettes mentionnées ci-dessous.  
Ces trois recettes correspondent aux points de départ des ajustements par ajout de Silice.

RECETTES des points "A" (*)	G48 ALCALINE	G19 CALCIQUE	G23 MAGNESIENNE
Néphéline Syénite	47.5	26.4	26.3
Talc	5.0	8.2	24.6
Craie	4.0	19.5	6.5
Kaolin	6.5	14.7	28.3
Silice	37.0	31.2	14.3
Total	100,0	100,0	100,0

(\*) Voir page 66

NB: Les nombres indiqués correspondent à des pourcentages ou à des grammes.

Les recettes ci-dessus ont été calculées sur la base d'un feldspath "Néphéline Syénite" qui contient un mélange équilibré d'oxydes sodiques et potassiques. Mais ces recettes peuvent tout aussi bien être composées avec un feldspath sodique ou un feldspath potassique.  
Dans ce cas, vous devriez recalculer les recettes avec ces matières premières. (Le logiciel **Glapot** peut vous y aider, voir page 49).

Je répète que ces trois glaçures ont été établies **volontairement surcuites** afin de permettre le rajout de silice. Elles **ne devront donc pas être utilisées telles quelles**, mais devront impérativement être ajustées par une série d'essais afin de régler précisément la quantité de Silice selon la même procédure que celle que vous avez effectué pour la glaçure N° G35 au chapitre précédent.

### Quantité approximative d'eau à rajouter

Glaçure ALCALINE	Glaçure CALCIQUE	Glaçure MAGNESIENNE
60 %.	115 %.	110 %.

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 12, Glaçures blanches

#### Amélioration de la blancheur:

Quel que soit l'essai que vous aurez choisi pour votre glaçure définitive, il faudra probablement augmenter son **opacité** et sa **blancheur**.

Pour blanchir les glaçures, on utilise des opacifiants. Ceux qui sont les plus utilisés sont l'**oxyde d'Etain** et l'**oxyde de Zirconium**.

L'**oxyde d'Etain** est un très bon opacifiant (une addition de **3 à 4 %** est une bonne moyenne dans les glaçures à températures de grès), mais **Attention**, cet oxyde est **très réfractaire** et comme tel, en cas de surdosage, il peut modifier l'équilibre de votre glaçure et la rendre sous-cuite.

Si c'était le cas, (et si le surdosage n'est pas trop important), il suffirait de "reprendre" légèrement l'ajustement de la fusion en augmentant ou diminuant la Silice selon la position de votre formule sur le graphique et à l'aide de la méthode décrite aux chapitre précédent.

(Si votre glaçure est sur la **branche haute** du graphique...

...il vous faudra **diminuer** légèrement la silice).

(Si votre glaçure est sur la **branche basse** du graphique...

... il vous faudra **augmenter** légèrement la silice).

Voir ci-dessous le résultat de l'addition d'oxyde d'**Etain** dans une glaçure.

(voir aussi page 47)



L'**oxyde de Zirconium** est également un très bon **agent blanchissant** (bon opacifiant). Il est moins réfractaire que l'oxyde d'Etain (il est moins cher également) et peut être utilisé **jusqu'à 10/15 %** pour blanchir et opacifier une glaçure sans modifier sensiblement son point de fusion.

On peut également **combiner** l'action de ces deux oxydes en mélangeant par exemple 2 à 3% d'oxyde d'Etain plus 6 à 8 % d'oxyde de Zirconium.

Voir ci-dessous le résultat de l'addition d'oxyde de **Zirconium** dans une glaçure.

(voir aussi page 47)



## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 12, Glaçures blanches

### Précautions particulières à prendre avec l'oxyde d'Etain et l'oxyde de Zirconium:

Si vous les utilisez sans prendre de précautions particulières, vous courrez à l'échec:

Attention: En ce qui concerne l'**oxyde d'Etain**, il est difficile à incorporer de façon homogène dans une glaçure car il fait des grumeaux. Si vous n'y prenez pas garde, l'**oxyde d'Etain** peut boucher la buse de votre pistolet et il y a de grandes chances pour que des particules d'étain viennent former ça et là des îlots sous-cuit à la surface de votre glaçure

L'**oxyde de Zirconium** quant à lui plombe très rapidement au fond du bain de glaçure et si vous n'y prenez pas garde, il ne quittera pas le fond de votre seau et ne sera pas présent dans votre glaçure. L'oxyde de zirconium peut également boucher la buse de votre pistolet.

Pour remédier à ces inconvénients, je vous suggère:

**Pour l'oxyde d'Etain:** broyer la suspension d'oxyde d'Etain dans un broyeur à rouleaux pendant plusieurs heures, faire de même avec la glaçure dès que vous y aurez incorporé l'oxyde d'Etain.

L'addition d'oxyde d'Etain devant se faire par petites quantités, je recommande particulièrement la méthode liquide décrite au chapitre 10 en page 59 qui vous permettrait d'avoir cet oxyde disponible à tout moment dans une bouteille sous une forme déjà pré broyée (avec de la bentonite) et immédiatement utilisable à tout moment.

**Pour l'oxyde de Zirconium:** il faut impérativement incorporer de la **Bentonite** dans la glaçure afin de conserver l'oxyde de Zirconium le plus longtemps possible en suspension et d'éviter qu'il ne plombe trop rapidement au fond. Ensuite, il faut broyer la glaçure contenant l'oxyde de Zirconium dans un broyeur à rouleaux pendant quelques minutes et mélanger vigoureusement la glaçure afin de l'homogénéiser au maximum avant de l'appliquer sur la pièce.

Si vous n'avez pas de broyeur à rouleaux, (dont le prix est très élevé), vous trouverez à la fin de cet ouvrage un annexe (chapitre 36, page 209) vous indiquant comment en fabriquer un vous-même de façon très économique avec "les moyens du bord".

## Chapitre 13

### ASPECT des Glaçures.

- Influence de la **température de cuisson** sur l'aspect des glaçures
- Aspect **de SURFACE** (Brillance, satiné et matité)
- Aspect **dans la MASSE** (Transparence, opalescence, opacité)
- **Propriétés/ état** des Glaçures : Nappage, fluidité, viscosité)

Ce chapitre est **primordial** car il va vous permettre de **comprendre** ce que vous devrez rajouter (ou ôter) à votre glaçure de base pour obtenir tel ou tel aspect final de votre glaçure.

Considérant que les six oxydes les plus utilisés à savoir: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, MgO suffisaient largement pour composer des centaines de glaçures différentes et afin de faciliter la compréhension de la chimie des glaçures j'avais volontairement limité la composition des glaçures de base à ces six oxydes.

J'avais également indiqué que le rôle de tous les autres oxydes étant de **modifier** les glaçures de base établies avec les 6 oxydes principaux, il n'était pas nécessaire de compliquer davantage en parlant tout de suite de ces oxydes «modificateurs» et que nous verrions cela plus tard...

Le moment est venu d'en parler et de les utiliser à bon escient pour obtenir comme vous le souhaitez, certains aspects tels que la **matité**, le **satiné**, l'**opacité**, l'**opalescence** ou la **transparence** ...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 13, Aspect des glaçures

### Influence de la température de cuisson

Quelle que soit leur composition, toutes les glaçures sans exception passent au cours de leur cuisson dans le four par des aspects différents en fonction de la température.

Il en résulte que pour une température donnée (cône 9 par exemple) à laquelle vous déciderez d'arrêter la cuisson, l'aspect d'une glaçure sera conditionné par son **adaptation** à cette température.

Selon sa composition et la température de cuisson, cette glaçure sera donc:

- Soit **« mure »** , ce qui signifie qu'elle est arrivée à la consistance et à l'aspect que vous souhaitez et donc « adaptée » à la température de cuisson.
- Soit **incuite**, ce qui signifie: pas encore vitrifiée. (Une glaçure incuite sera généralement sèche, rugueux, granuleuse, et naturellement opaque).
- Soit **sous-cuite**, c'est à dire partiellement vitrifié et rugueux. Une glaçure sous-cuite sera probablement mate et opaque
- Soit **sur-cuite**, c'est à dire: cuite au-delà de la consistance désirée. Une glaçure sur-cuite sera brillante, peut être transparente et son état dans le four sera probablement fluide et coulante.

Bien que tous les termes qui décrivent l'aspect ou l'état d'une glaçure soient très souvent interdépendants, il faut bien faire la distinction entre:

**L'aspect de SURFACE** d'une part  
et **l'aspect dans la MASSE** d'autre part.

Les deux tableaux suivants vous aideront à faire cette distinction.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 13, Aspect des glaçures

### ASPECT de SURFACE

A priori (et à condition que le refroidissement soit relativement rapide, voir plus loin), on

**Brillante** : Surface vitrifiée, lisse, polie, éclatante, luisante, qui n'offre pas d'aspérités et réfléchit la lumière,

**Satinée** ou **beurrée** : Aspect intermédiaire entre brillant et mat...

**Mate** : Non vitrifiée, qui n'a pas d'éclat

**Mate sucrée** : complètement dévitrifiée avec granulé fin

**Sèche** ou **rugueuse** : Qui présente des aspérités, granuleux.

peut dire que la grande majorité des glaçures «mures» adaptées à leur température de cuisson seront vitrifiées et par conséquent **brillantes**. c'est donc pratiquement la règle générale

Par conséquent, pour obtenir une glaçure **mate ou satinée**, il va falloir **modifier** la composition de cette glaçure. Cela peut se faire de trois façons:

#### Première solution:

Sachant que quelques degrés en moins pourront faire passer une glaçure de **mure** à **sous-cuite**, une première approche pour obtenir une glaçure mate (*mais ce n'est pas la seule*), consiste donc à régler la quantité de **silice** et/ou d'**alumine** dans la glaçure de façon à ce que pour une température donnée, cette glaçure soit **légèrement sous cuite**.

Cela nous ramène immédiatement au principe de la fusion que je vous invite à vous remémorer en allant revoir le chapitre N° 5 .

En effet, pour obtenir une glaçure sous cuite par rapport à une glaçure mure, il suffira la plupart du temps de «sortir» à **l'extérieur du graphique** :

- Soit **vers le bas** ou **vers le haut** en baissant ou augmentant **la silice**,
  - Soit **vers la gauche** ou **vers la droite** en baissant ou augmentant **l'Alumine**.
- L'explication détaillée de cette apparente contradiction est donnée au chapitre 5 (page 35).*

Pour ce qui est des quantités à ajouter (ou enlever), seuls différents essais pourront vous donner la réponse, je vous suggère de faire des plaques à essais en ajoutant 5 à 10% à chaque fois (*voir chapitre 11 pages 70 et 71*).

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 13, Aspect des glaçures

#### Deuxième solution:

On peut introduire dans la glaçure de base (brillante par postulat) un produit improprement appelé «agent de matité» qui est souvent tout simplement un produit plus réfractaire que la glaçure de base, qui va provoquer un aspect plus ou moins mat, soit comme un voile qui surnage **à la surface**.

Les produits à utiliser peuvent être à base de CaO ou MgO, (**craie, dolomie, talc, woollastonite, cendre d'os...**) mais également de l'oxyde d'**étain** ou de **baryum**.

Là aussi, les quantités seront déterminées par différents essais sur la base d'une progression de 3 à 4% à chaque fois.

#### Troisième solution:

Cette troisième solution c'est la **dévitrification** ou la **crystallisation**... Elle n'est pas réellement provoquée par la composition chimique de la glaçure, mais surtout par la **durée de refroidissement** de la glaçure.

Nous avons vu dans les définitions qu'une glaçure brillante était une glaçure lisse et vitrifiée (comme du verre). Si cette même glaçure est refroidie **très lentement** plusieurs heures, (voire plusieurs jours), cette surface peut se couvrir d'une multitude de cristaux microscopiques (souvent invisibles à l'œil nu) dont l'accumulation peut donner un aspect de surface **mat** ou « **sucre** ». Ce phénomène est facilité et amplifié par l'adjonction dans la glaçure d'**oxyde de Zinc**. (entre 5 et 10%).  
(voir précision importante concernant l'oxyde de Zinc en page 87)

Si votre glaçure de base est blanche, vous n'aurez pas trop de surprise car votre glaçure plus ou moins mate restera blanche, par contre, si votre glaçure est colorée par un colorant ou par suspension colloïdale (Céladon, Tenmokus et Rouge de cuivre), vous risquez d'avoir des surprises (agréables ou désagréables), en particulier avec le Zinc qui peut modifier profondément les couleurs de base. (Ainsi, par exemple, la moindre trace de zinc dans un rouge de cuivre donnera un rose **sale** ... )

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 13, Aspect des glaçures

### ASPECT dans la MASSE

**Opaque** : Ne laisse pas passer la lumière et ne permet pas de distinguer ce qu'il y a dessous.

**Transparente** : Inverse de opaque, laisse passer la lumière et permet de distinguer ce qu'il y a dessous .

**Opalescente** : Teinte laiteuse avec reflets irisés.

#### Les glaçures opaques:

Par opposition à une glaçure transparente, on dit d'une glaçure qu'elle est **opaque** lorsque la lumière ne la traverse pas et qu'elle ne permet pas la vision de la sous-couche.

#### L'opacité ne doit pas être confondue avec la matité.

Certes, une glaçure mate est toujours opaque, mais l'inverse n'est pas toujours vrai car une glaçure **opaque** peut être **brillante** ou **mate**.

#### 1°) Glaçure opaque et brillante

L'opacité est souvent créée par des particules **extrêmement fines** (colloïdales) qui restent **non dissoutes** et **en suspension** dans la glaçure de base.

Ces particules qui réfléchissent la lumière peuvent provenir soit d'un produit colloïdal ou d'un colorant puissant tel que **cobalt**, **chrome**, **nickel**, **cuivre** etc....

Dans ce cas, la glaçure de base peut très bien devenir **opaque** puisqu'elle ne laissera pas voir ce qu'il y a dessous... tout en restant **brillante**.

#### 2°) Glaçure opaque et mate

Dans ce cas, l'opacité est provoquée par des particules très fines non fondues en suspension dans la glaçure. Toutes les glaçures deviennent plus ou moins opaques et mates lorsqu'elles sont légèrement sous-cuites, mais pour obtenir à coup sûr une glaçure **opaque et mate**, il faudra rajouter un produit opacifiant tel que de l'oxyde de **zirconium** ou de l'oxyde d'**étain** (3 à 4 %). Ça marche aussi

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 13, Aspect des glaçures

avec de la **endre d'os** ou de l'oxyde de **titane**.

#### **L'opacité dans les Céladons** (cas particulier) :

Une glaçure peut également être opaque pour une toute autre raison que la présence de produit colloïdal ou de particules non fondues. Il s'agit de la présence de bulles d'air microscopiques non visibles à l'œil nu.

Ces bulles d'air microscopiques donnent une opacité particulière de couleur bleutée (même sans oxyde colorant) qui est la particularité commune des Céladons et de ... **la glace des glaciers**.

Pour les Céladons, je vous renvoie au chapitre 19 en page 113 où je donne tous les détails sur cette glaçure très particulière.

#### **Les glaçures transparentes:**

Pour obtenir une glaçure **transparente** , il faudra non seulement que cette glaçure ne contienne aucune matière colloïdale en suspension (laquelle tendrait à réfléchir la lumière), mais de plus, il faut que la totalité des molécules qui la composent soient **toutes fondues** à votre température de cuisson.

Pour obtenir ce résultat, Il faudra donc que la formule de cette glaçure soit située le plus au centre possible du graphique de fusion.

Mais cela ne suffit généralement pas. Pour que la totalité des grains soient fondus, il faudra certainement rajouter à votre glaçure de base, un «fondant» . (Voir page 28), qui peut être soit une petite quantité d'oxyde de **bore** ou de **fritte** (voir définition page 205), soit un **alcali** (oxyde de **sodium** ou de **potassium**, ou de **lithium**). Attention, les alcalis sont solubles dans l'eau, et c'est la raison pour laquelle on préfère utiliser des frites.

On peut aussi utiliser de l'oxyde de **zinc à condition que le refroidissement soit rapide**. (voir précision importante concernant l'oxyde de Zinc en page 87)

Différents essais de rajout de ces produits vous indiqueront la quantité optimale qui vous donnera l'aspect recherché (procéder par rajouts de 3 à 4 %).

#### **L'opalescence:**

L'opalescence (teinte laiteuse avec reflets irisés qui décompose la lumière dans les couleurs de l'arc en ciel) résulte d'un phénomène de réfraction de la lumière sur des particules microscopiques de suspension colloïdale.

Ce phénomène est facilité par l'adjonction dans votre glaçure de **carbonate de calcium** et/ou de **endre d'os** (P2O5).

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 13, Aspect des glaçures

### RECAPITULATION

Pour <b>matifier</b>	Pour matifier une glaçure, ( <i>selon que votre formule se situe sur la branche haute ou la branche basse du graphique (voir page 65)</i> ), il vous faudra soit augmenter, soit diminuer la <b>silice</b> . Ou bien, rajouter de la <b>craie</b> , de la <b>dolomie</b> , du <b>talc</b> , de la <b>Woollastonite</b> ou de l'oxyde de <b>baryum</b> ou dans certaines conditions: de l'oxyde de <b>zinc</b> avec refroidissement lent.
Pour <b>opacifier</b>	Rajouter de l'oxyde d' <b>Etain</b> ou de <b>zirconium</b> ou de <b>titane</b> , ou bien, rajouter un oxyde colorant fort tel que <b>chrome</b> ou <b>cobalt</b>
Pour rendre <b>transparent</b>	Rajouter des alcalis (oxydes de <b>sodium</b> , <b>potassium</b> , <b>lithium</b> ) ou une <b>fritte</b> , ou dans certaines conditions: de l'oxyde de <b>zinc</b> avec refroidissement rapide.

#### Précision importante concernant l'Oxyde de Zinc.

Le cas du zinc est un peu particulier car selon la quantité que vous allez rajouter et surtout la durée du refroidissement, il va se comporter:

- soit comme un «fondant» (*moins de 10% avec refroidissement rapide*),
- soit comme un réfractaire (*plus de 10% avec refroidissement très lent*).

D'autre part, dans une atmosphère réductrice, l'oxyde de zinc a une forte tendance à **se volatiliser** rapidement.

Par conséquent, si vous voulez que votre oxyde de Zinc vous donne un quelconque effet, vous allez devoir cuire votre glaçure en **atmosphère Oxydante...**



## Chapitre 14

### COULEURS et EFFETS COLORÉS dans les glaçures

#### Les 'Colorants'

Compte tenu de la température élevée à laquelle sont soumis tous les types de céramique, (Faïence, Raku, grès ou porcelaine), l'obtention des couleurs ne peut pas se faire avec des colorants organiques ou chimiques tels que laques, peintures, teintures etc... qui seraient détruits au-delà de 300/500° .

Les seuls produits susceptibles de produire des glaçures colorées tout en étant capables de supporter la chaleur intense des cuissons sont les **oxydes métalliques**.

Or, ces oxydes métalliques colorants réagissent différemment selon la température de cuisson. Il en résulte donc une différence importante entre les céramiques dites de «**basse température**» (tels que **Faïence** et **Raku**) et les céramiques dites «**haute température**» tels que **grès** ou de **porcelaine**.

#### Colorants pour 'Basse température'

Dans la poterie de **Faïence et Raku**, les oxydes métalliques colorants qui sont rajoutés dans des bases de blanc sont relativement peu (ou même souvent pas du tout) transformés par la cuisson qui s'effectue à des températures assez basses (900 /1000°).

Les couleurs qui résultent de ces cuissons sont souvent des couleurs **franches, relativement uniformes et "peu réactives"** ... ce qui en clair signifie que à ces températures basses, la plupart du temps, le bleu reste bleu, le rouge reste rouge, le vert reste vert etc...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 14, Couleurs et effets colorés

### Colorants pour 'Haute température'

Dans le cas des cuissons de **grès** ou de **porcelaine**, à la température de 1250/1300°, il en va tout autrement car l'**atmosphère** des cuissons, la **durée** de la **cuisson**, la **durée** du **refroidissement**, la **nature du tesson** ainsi que la **nature chimique** et l'**épaisseur de la glaçure** sont autant de paramètres qui peuvent modifier très profondément les couleurs de base.

En effet, à ces températures et dans ces conditions de cuissons, il se passe des réactions chimiques et des interactions entre les oxydes métalliques d'une part et la composition chimique des glaçures et la nature du tesson d'autre part qui peuvent donner des couleurs **totalemt différentes** de celle des oxydes métalliques avant cuisson avec des **effets** souvent **très complexes**, souvent **aléatoires**, quelquefois **inattendus** et **difficilement reproductibles**....

Mais c'est justement cela qui donne au grès et à la porcelaine leur intérêt si particulier ...

D'autre part, cette complexité de résultats dépend aussi beaucoup des différents produits additifs tels que le **titane**, **zinc**, **étain**, **cendre d'os**, **antimoine**, **baryum**, etc... (qui agissent comme des "réactifs") et si l'on rajoute ces paramètres supplémentaires aux paramètres précédents, on peut obtenir selon la nature des oxydes métalliques **des milliers** de **couleurs** et d'**effets différents**.

Une vie entière de potier ne suffira pas pour explorer ce très vaste domaine.

Il n'est donc pas question pour moi de vous donner toutes les solutions possibles, ce serait absolument **gigantesque** et très au-delà de mes possibilités.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 14, Couleurs et effets colorés

### Exemples de Coloris pouvant être obtenus:

Pour bon nombre d'oxydes métalliques, je me bornerai à vous donner ci-dessous les couleurs que quelques éminents scientifiques ou céramistes de renom ont déclaré pouvoir obtenir (*sans préciser d'ailleurs dans quelles conditions exactes et sans aucune garantie pour leur obtention*).

Par contre en ce qui concerne l'oxyde de **cuivre** et de **fer** qui sont les plus riches et sur lesquels j'ai beaucoup travaillé, vous trouverez dans cet ouvrage plusieurs chapitres spéciaux dans lesquels je vous donne **toutes les conditions** pour l'obtention des couleurs.

L'oxyde ou carbonate de **cobalt** (qui est noir ou gris) donnera principalement du **bleu**, (toutes sortes de **bleu**), mais peut également, dans certaines conditions, donner du **rose**, du **parme**, du **violet**, du **mauve** etc...

L'oxyde ou carbonate de **manganèse** (qui est noir ou beige) donnera principalement du **gris**, du **marron**, du **mauve**, mais quelquefois du **rose** ...

L'oxyde de **nickel** (qui est noir) donnera principalement des **vert amande**, mais aussi des **gris brun** et quelquefois du **violet**, du **parme**, ou du **rose**...

L'oxyde de **chrome** (qui est vert) donnera selon l'atmosphère de cuisson du **rouge** ou du **vert**, mais peut aussi donner du **beige** ou du **jaune**....

L'oxyde d'**uranium** donnera toutes sortes de **jaune** et de **rouge** ...

L'oxyde de **vanadium** donnera principalement du **jaune**...

L'oxyde ou carbonate de **cuivre** (qui est noir ou vert) donnera principalement selon l'atmosphère de cuisson toutes sortes de **rouge** et de **vert**, mais aussi du **bleu** et du **rose**, quelquefois, du **noir**... (voir chapitre 20)

Le plus riche (et de loin) : L'oxyde de **fer** (qui est marron ou noir) donnera facilement du **marron** et du **noir**, mais aussi une gamme immense de **rouge**, **kaki**, **jaune**, **bleu**, **vert**, **beige**, **orange** ... magnifiques, mais **beaucoup plus difficiles à obtenir** .. (voir chapitres 15, 16, 17, 18, 19)

Maintenant, rien ne vous interdit de jouer à l'apprenti sorcier et de compliquer encore les choses en mélangeant plusieurs **oxydes métalliques** combinés avec un ou plusieurs **oxydes «réactifs»** différents et d'obtenir **des millions** de solutions différentes... mais alors, il vous faudra ... du temps, beaucoup de temps ...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 14, Couleurs et effets colorés

### **Glaçures COLORÉES simples franches et peu 'réactives' (NB)** (voir description dans cadre en bas de page)

Pour commencer, et « faire simple », je vous indique ci-dessous quelques solutions pour obtenir un certain nombre de couleurs **franches** en ajoutant quelques oxydes dans des bases de blanc quelconques.

- pour obtenir du **bleu franc**, rajouter de l'oxyde de **cobalt** (entre 0,1 et 0,3 %)
- pour obtenir du **vert franc**, rajouter de l'oxyde de **chrome** (entre 0,2 et 1 %)
- pour obtenir du **vert + ou - jaune**, rajouter de l'ox. de **nickel** (entre 0,5 et 2 %)
- pour obtenir du **gris**, rajouter de l'oxyde de **manganèse** (entre 1 et 2 %)
- pour obtenir du **rose** , rajouter du **bichromate de potassium** (entre 3 et 6 %)

Compte tenu du faible pourcentage de ces colorants, toutes les glaçures devraient rester "accordées" au niveau de la fusion, mais si cette fusion était modifiée suite à une introduction trop importante de colorant, il suffirait de 'reprendre' l'ajustement de la fusion en augmentant ou diminuant la Silice selon la méthode expliquée au chapitre 11.

Par contre, au niveau des couleurs, le résultat pourra être assez différent selon la composition chimique de la glaçure de base (**alcaline, calcique** ou **magnésienne**), ainsi que selon le type de cuisson utilisé (**oxydation** ou **réduction**).

Quant à la "beauté" et l'esthétique de la glaçure finale, **c'est une affaire de goût**, chacun choisira celle qui lui convient.

(\*) **NB:** Je désigne ici sous le nom de **glaçures colorées « simples et peu réactives »** les glaçures comportant des produits colorants rajoutés qui ne réagissent pas (**ou peu**) à la température et l'atmosphère de cuisson et qui vont donner des **couleurs franches** en produisant '**peu d'effets**'.

Ainsi, par exemple, un oxyde de cobalt donnera toujours du bleu plus ou moins différent selon la composition de la glaçure de base et la cuisson, mais ce sera toujours proche du bleu et plus vous en mettrez, plus le bleu sera intense...

Certains oxydes sont plus «réactifs» que d'autres, mais d'une façon générale, les «réactions» sont **beaucoup plus nombreuses, variées** et **aléatoires** à **haute température** qu'à basse température où les coloris sont souvent un peu trop ... sages...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 14, Couleurs et effets colorés

### Glaçures complexes et réactives

Les oxydes de **fer**, de **cuivre** et de **chrome** sont des colorants très complexes dans la mesure où la couleur résultante ne dépend pas de la couleur de l'oxyde, mais surtout de la composition chimique de la glaçure et de l'atmosphère de cuisson.

De plus, en ce qui concerne l'**oxyde de cuivre**, l'intensité de la couleur ne dépend pas de la quantité d'oxyde introduite car il s'agit d'une réaction colloïdale qui, à partir d'une quantité **très faible** peut donner des coloris **extrêmement soutenus et foncés**.

L'**oxyde de fer** n'est pas non plus un colorant «simple». En effet, selon le type de cuisson et la quantité d'oxyde introduite, on peut obtenir des coloris aussi différents que des **bleus pâles**, des **bleus intenses**, des **verts plus ou moins intenses**, des **rouges**, des **orangés** ou du **noir très intense**. Par contre, sans précautions particulières, l'oxyde de Fer donnera le plus souvent un **marron** tout à fait quelconque...

Mais c'est dans le domaine des «**effets**» que l'oxyde de fer va donner toute sa mesure avec une palette extraordinaire de **gouttes**, **coulures**, **nuages**, **moirés** etc... etc...

(voir planches de photos ci-contre. Toutes ces couleurs ont été obtenues **uniquement** avec de l'**oxyde de fer** comme oxyde colorant ... Etonnant non ?...)

Compte tenu de l'importance et de la **complexité** de leurs réactions et des couleurs obtenues, nous traiterons des **oxydes de cuivre** et **oxyde de fer** dans des **chapitres spéciaux**.

### Préparation des bouteilles d'Oxydes métalliques (Méthode liquide)

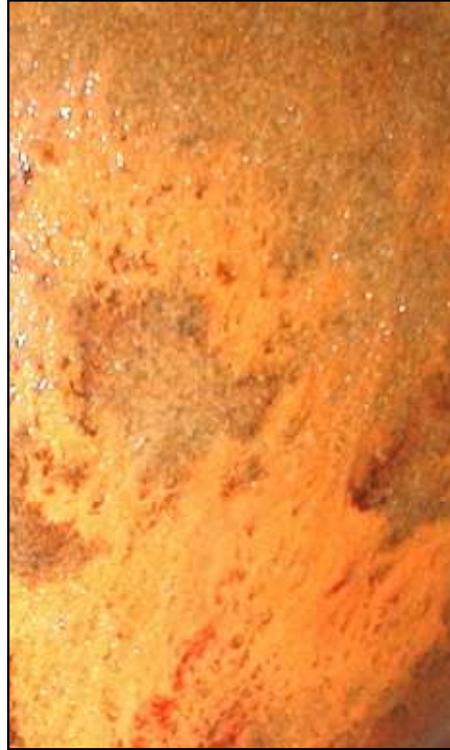
Compte tenu des quantités extrêmement faibles d'oxydes métalliques à rajouter dans les glaçures, la méthode liquide est pratiquement **INCONTOURNABLE** si vous voulez travailler avec un minimum de précision.

En effet, il faut que vous procédiez à la mise en suspension liquide des oxydes métalliques sinon vous aurez beaucoup de mal à les mélanger et homogénéiser parfaitement avec les glaçures de base. Je vous suggère donc de vous reporter

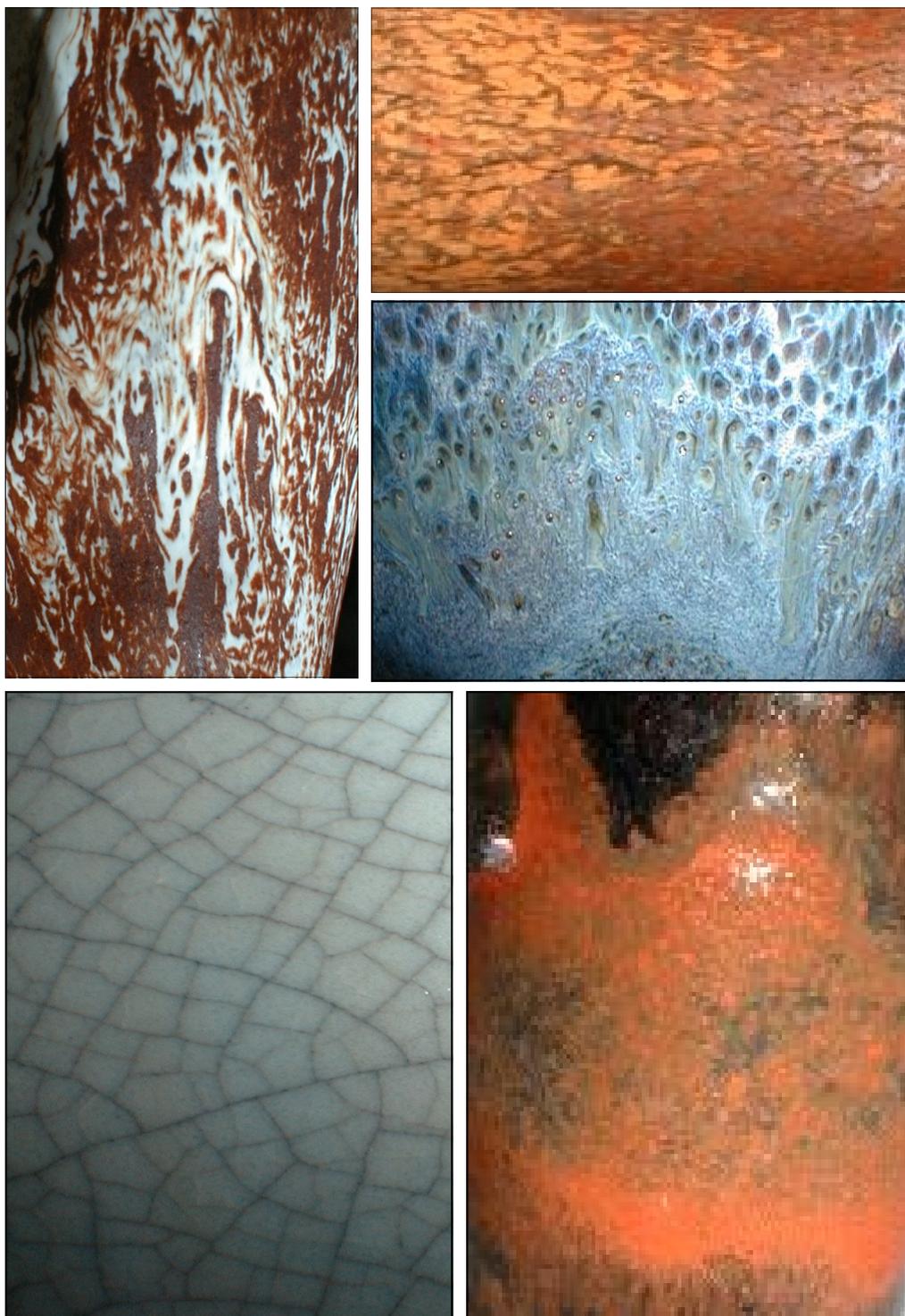
Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 14, Couleurs et effets colorés



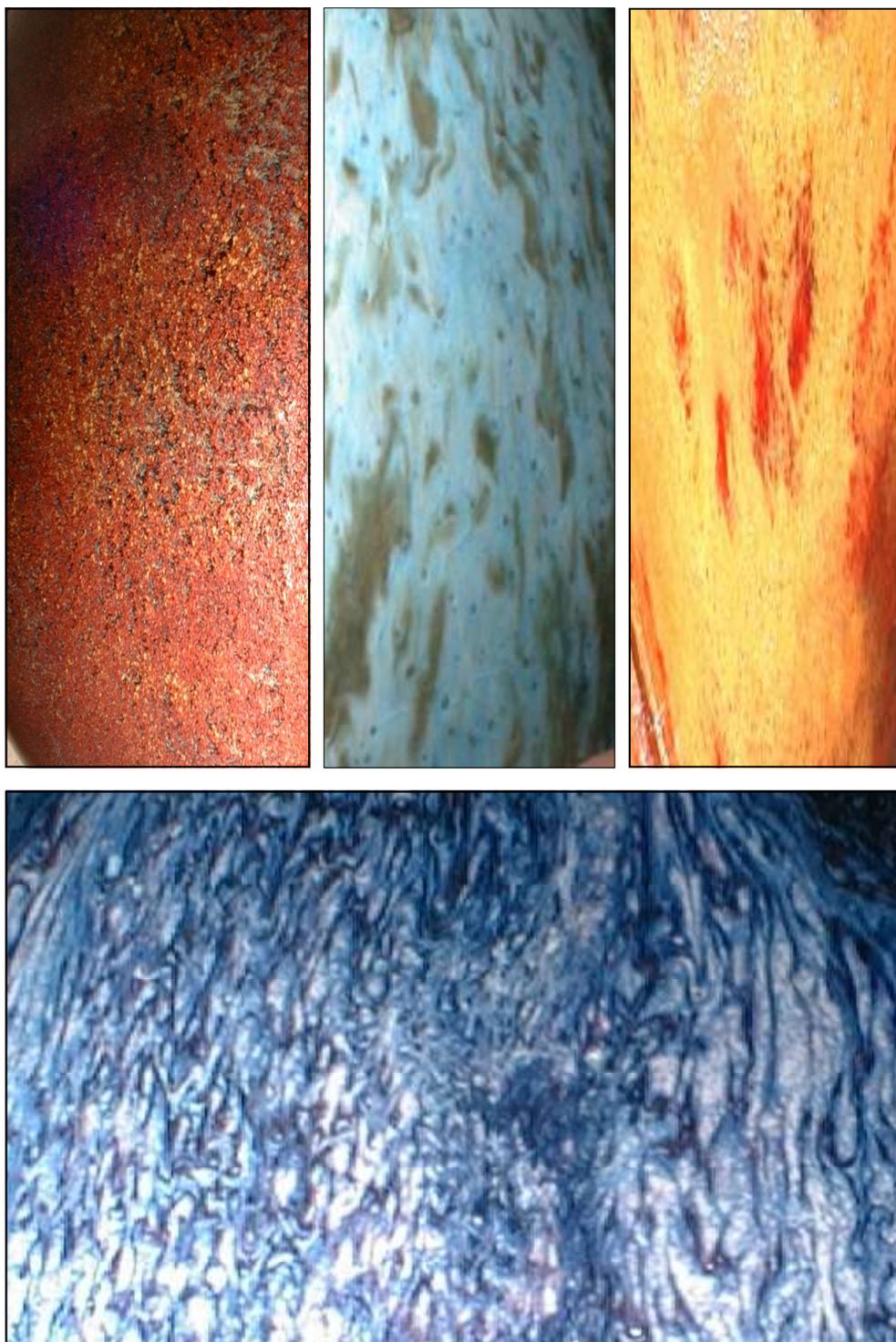
Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 14, Couleurs et effets colorés



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 14, Couleurs et effets colorés



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 14, Couleurs et effets colorés



## Chapitre 15

### Les Glaçures Noires et les TENMOKUS

#### Première partie Les Glaçures NOIRES simples:

Faire une glaçure noire et stable, à base d'oxydes métalliques, c'est simple, très simple...

Tous les livres de poterie vous donneront d'ailleurs toutes sortes de recettes de glaçures noires à base d'oxydes métalliques que sont l'oxyde de cobalt et de manganèse (*plus un peu d'oxyde de fer*).

Pour ne pas faillir à la tradition, je vous communique donc ci-dessous les principales conditions à réunir pour obtenir des glaçures noires à base de ces oxydes:

A savoir que le rajout de 4 à 7% d'oxyde de manganèse plus 1 à 2% d'oxyde de cobalt plus 2 à 4% d'oxyde de fer dans quasiment n'importe quelle glaçure blanche vous donnera une glaçure plus ou moins noire.

Selon la glaçure de base utilisée, la glaçure noire sera brillante, mate ou satinée et pourra être obtenue aussi facilement en oxydation qu'en réduction. Toutefois, la combinaison des oxydes métalliques rajoutés agira comme un « fondant » supplémentaire qui risque de rendre votre glaçure un peu plus fusible et probablement coulante. Il faudra donc **ajuster** celle-ci en rajoutant un peu de silice pour la rendre moins fusible et peut être aussi un peu d'alumine pour qu'elle adhère mieux au tesson.

Les seules choses que l'on puisse reprocher à ces glaçures est la « **froideur** » et la **triste homogénéité** de cette couleur noire obtenue avec des oxydes autres que le fer.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 15, Noirs et Tenmokus

### Deuxième partie Les TENMOKUS

« Tenmoku » est le nom japonais donné à une glaçure noire, dont le ton très « chaud » et très « profond » contraste singulièrement avec les simples glaçures noires décrites ci-dessus.

Elle fait partie de la famille des glaçures à haute température d'origine chinoise (Chien Sung) très renommées telles que le Tessha, Kaki, Soba, (poussière de thé), « gouttes d'huile », « fourrure de lièvre » dans lesquelles l'oxyde colorant est **uniquement l'oxyde de Fer** (sans aucun « pigment » rajouté).

Contrairement aux glaçures noires simples, cette famille de glaçures peut donner une grande variété de couleurs et d'effets très particuliers selon la glaçure de base utilisée, la concentration en oxyde de fer et le type de cuisson

Si l'on y rajoute la possibilité de les combiner ou d'y superposer d'autres oxydes tels que le titane, le phosphore, le zinc, le baryum etc... ou bien des cendres ou d'autres glaçures couvrantes ou transparentes, **on peut obtenir des millions de couleurs et d'effets différents dont bon nombre restent encore à découvrir**

Pour l'instant, nous nous intéresserons uniquement à la glaçure noire donnée par le Tenmoku, mais comme c'est souvent le cas et comme dit la chanson : « *la peinture à l'huile c'est bien difficile, mais c'est bien plus beau que la peinture à l'eau...* », le Tenmoku est plus délicat et plus difficile à obtenir que les simples glaçures noires décrites ci-dessus.

En effet, sans précautions particulières, la plupart des glaçures à base d'oxyde de fer auront toutes pour tendance de tirer sur la **couleur marron** qui est la couleur prépondérante de l'oxyde de fer et qui va dissimuler toutes les autres...

La couleur noire **très profonde** ne pourra donc s'obtenir que dans des conditions particulières que sont: la **nature** chimique de la glaçure, l'**épaisseur** de cette glaçure et le **type de cuisson**.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 15, Noirs et Tenmokus

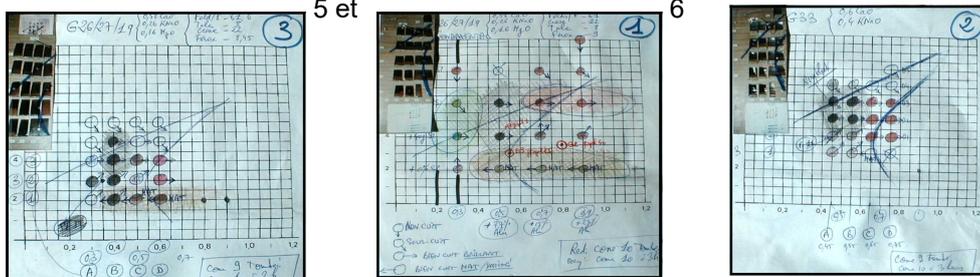
### Compositions des glaçures Tenmoku

Il résulte de mes nombreux essais fondamentaux sur l'obtention des Tenmokus dans toutes les conditions que pour une combinaison des oxydes Bases correspondant à 0.5 à 0.6 CaO plus 0.1 à 0.2 MgO plus 0.2 à 0.3 KNaO, la couleur noire profonde ne « sort » que pour des valeurs d'alumine assez étroites situées **précisément** entre 0.4 et 0.5 moles avec des valeurs de silice situées entre 2 et 5 moles.

Avec des valeurs des oxydes Bases correspondant à 0.6 CaO et 0.4 KNaO, la couleur noire profonde ne « sort » que pour des valeurs d'alumine situées **précisément** entre 0.45 et 0.55 Moles et pour des valeurs de silice situées entre

5 et

6



Moles.

Toute augmentation d'alumine et/ou de silice provoquera la disparition de la couleur noire au profit de la couleur marron/rouille.

Cela ne signifie pas que ce sont les seules combinaisons qui peuvent donner des Tenmokus, et je suis persuadé que l'on doit pouvoir en trouver bien d'autres, mais il faut bien sûr se donner la peine et le temps de les chercher ...!

En ce qui me concerne, pour l'instant, ça suffit largement à mon champ d'essais et d'investigations et j'ai largement de quoi « m'amuser » avec ça..., pour le

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 15, Noirs et Tenmokus

reste, on verra plus tard...

Si vous vous contentez de un seul Tenmoku je vous donne le « tuyau »: vous trouverez (entre autre) un très beau Tenmoku d'un noir très chaud et très profond en 0.6 CaO plus 0.4 KNaO avec 0.5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 5.5 SiO<sub>2</sub>...  
Rajouter environ 8% d'Oxyde de fer.

A vous de jouer et de composer la recette avec vos propres produits. Le logiciel **Glapot** que je met à votre disposition (voir chapitre 7, page 45), vous permettra d'effectuer cette opération en un clin d'oeil et sans aucune difficulté.

### Pose des Tenmokus :

Comme il vient d'être dit, toute augmentation ou diminution de l'alumine et /ou de la silice provoque la disparition de la couleur noire au profit de la couleur marron/rouille.

C'est la raison pour laquelle pour obtenir la couleur noire, il est nécessaire de poser **épais** car toutes les parties au contact avec le tesson (qui est constitué de silice et d'alumine) vont rester marron/rouille, et s'il n'y a pas d'épaisseur, le noir ne sortira pas...

Toutefois, **c'est ce contraste entre le noir profond et le marron/rouille qui fait souvent la beauté d'un Tenmoku**... Il suffit de savoir en jouer...

D'autre part, la « relative » faible quantité d'Alumine dans la glaçure fait que cette glaçure peut être assez coulante et n'adhère pas très bien au tesson.

Lorsque la couche est trop épaisse celle-ci peut glisser et se retrouver sur la plaque... Donc tout est une affaire de dosage... pas assez épais: le noir ne sort pas, trop épais: la glaçure coule sur les plaques ...

Donc, de préférence essayer d'éviter de poser épais sur des surfaces strictement verticales et/ou en surplomb, préférer des surfaces relativement horizontales telles que épaules d'une pièce, plats, intérieur d'un bol etc...

### Cuisson des Tenmokus :

C'est la cuisson réductrice qui fera le mieux ressortir la beauté et la profondeur des noirs Tenmokus.

La couleur noire 'sort' également (et même plus facilement) en cuisson oxydante,



## Chapitre 16

### Mes BLEUS de FER

La première fois que j'ai vu du bleu de fer (par hasard) sur une de mes pièces remonte à 1991 à l'époque où je recherchais la meilleure formule possible pour les noirs Tenmokus.

J'avais donc à l'époque effectué une recherche exhaustive en faisant varier l'alumine de 0.3 à 0.9 moles (de 0,2 en 0,2 moles) et la silice entre 2 et 10 moles de 2 en 2 moles) pour chaque combinaison d'oxydes 'Base' . Cette recherche me donna déjà un nombre conséquent de résultats parmi lesquels beaucoup de marrons et très peu de noirs...

Je refis donc mes expériences sur les mêmes diagrammes, en «serrant» davantage la recherche autour des quelques noirs obtenus. Effectivement, j'obtins toute une gamme de noirs parmi lesquels les plus profonds.

En plus de ces noirs, il y avait aussi encore beaucoup de marrons plus ou moins cuits et puis deux tuiles qui se distinguaient par une couleur inhabituelle .... L'une d'elle avait des reflets très nettement bleus... l'autre était sous-cuite, mais carrément vert foncé...

Comme à l'époque, je recherchais des noirs, je n'ai pratiquement pas cherché à essayer de comprendre pourquoi du bleu ou du vert et surtout comment...

Plusieurs années plus tard, en reclassant mes tuiles à essai, je suis de nouveau tombé sur ces deux tuiles et je décidais d'essayer de comprendre et de les développer...

En meulant légèrement la surface de ces deux tuiles, je découvrais immédiatement sous la surface...un noir très intense avec des bulles. Donc, le bleu de fer (enfin, **mon** bleu de fer) était une variation tout à fait particulière du Tenmoku...

J'ai donc repris les essais pour essayer de découvrir s'il y avait d'autres endroits susceptibles de produire du bleu ...(ou du vert).

J'ai fait des centaines d'essais... Non seulement je ne trouvais plus ni de bleu ni de vert, mais pas davantage autour ou à un autre endroit... De quoi devenir fou... Et pourtant ce bleu, je l'avais, il existait, mais impossible de le reproduire ...!

J'ai donc fait des bouteilles de glaçures avec les recettes correspondant aux formules qui m'avaient donné du bleu (et leur proches voisines) et je décidais

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 16, Bleus de fer

Et puis un jour, j'ai revu le bleu... mais sur 1cm<sup>2</sup>, puis un autre jour un peu plus grand et en essayant de reprendre exactement les mêmes coordonnées de cuisson et de température, j'en ai obtenu d'autres, quelques autres, ça marchait une fois sur 5 ... et je ne comprenais toujours pas pourquoi ni comment...

Finalement à force de persévérance, j'ai finalement réussi à dégager quelques conditions favorables pour obtenir ce bleu (ou vert) de fer et réussi à faire quelques pièces entièrement bleues (ou vertes), pièces que je conserve jalousement car je ne suis pas sûr du tout de pouvoir les reproduire...

A ce jour, je n'ai toujours pas compris pourquoi le bleu se forme dans des conditions extrêmement pointues et pourquoi il y a du bleu (ou du vert) à certains endroits et pas ailleurs, mais ce qui compte c'est davantage le **comment** que le **pourquoi**... n'est-ce pas ?

Bref, vous l'aurez compris, le bleu de fer (vraiment bleu...), je veux dire **le vrai**, (*c'est à dire sans un millième de milliardième de gramme de cobalt*), c'est **très difficile** et on est jamais sûr de le «sortir» ... mais d'une certaine façon et en ce qui me concerne, c'est là que réside le charme...

Un potier de mes amis à qui je racontais mes déboires dans l'obtention du bleu de fer me disait souvent: «mais pourquoi tu t'emm....., moi je met un peu de cobalt et le tour est joué, j'ai du bleu à tous les coups... »  
C'est vrai qu'un Professionnel qui doit vendre sa production n'a pas de temps à perdre dans une recherche dont on ne sait jamais ce qu'il va en sortir, mais pour moi qui ai la chance d'avoir ce temps disponible, j'apprécie beaucoup cette recherche.

De plus, il faut le dire, un bleu de cobalt n'a **rien a voir** (mais vraiment rien à voir) avec un véritable bleu de fer ... Il suffit de regarder les photos ci-jointes pour s'en convaincre... Impossible de faire ça avec du cobalt... Heureusement d'ailleurs parce que sinon, ça perdrait tout son charme ...

Bref, je parle, je parle et je n'ai toujours pas donné le moindre indice ...  
Les voici...

#### **Formule chimique:**

Les formules **susceptibles** de donner des bleus (ou verts) de fer se situent dans la zone suivante: (cuisson à cône 9 touché).

0,2 à 0,3 de KNaO

0,5 à 0,6 de CaO

0,1 à 0,2 de MgO

0,2 à 0,3 de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

4 à 6 moles de SiO<sub>2</sub>

Pour traduire très facilement et automatiquement cette formule en recette, je vous suggère d'utiliser le [logiciel Glapot](#) que je mêt gratuitement à votre disposition.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 16, Bleus de fer

Cette zone est suffisamment petite pour vous permettre de faire **vos propres essais** avec **vos propres matières premières** et dans **votre propre four**, sans avoir à y passer 6 mois

La meilleure quantité **d'Oxyde de Fer** se situe aux environs de 6 à 8%.

Je vous indique ci-dessous d'autres conditions qui sont indispensables pour avoir quelques chances d'obtenir du bleu :

### **Tesson:**

Une des premières conditions est de n'utiliser que des tessons de **porcelaine** à l'exception de toute autre terre car un tesson de grès risque de modifier le rapport entre Alumine et Silice et le bleu ne sort plus ...

### **Pose de la glaçure:**

L'épaisseur de la couche de glaçure est importante. Elle doit être **la plus épaisse possible...**

La couleur (bleue ou verte) a tendance à mieux sortir si vous recouvrez votre glaçure d'une **fine couche** de glaçure transparente. (au pistolet)

### **Paramètres de cuisson:**

La **température de cuisson** doit être extrêmement précise (cône 9 **touché**, mais pas écrasé...). Quelques degrés de trop et votre bleu de fer devient marron et se répand sur vos plaques.

Vous pouvez aussi bien les sortir en Oxydation qu'en Réduction car l'atmosphère de cuisson n'a d'importance que pour la couleur. (en Oxydation, la couleur tend davantage vers le bleu outremer, en réduction, le bleu vire au vert pâle).

**Attention:** Du fait de sa très faible teneur en Alumine ainsi que de la grande épaisseur de glaçure, cette glaçure très lourde et fluide a une très **grosse tendance à couler...**

Je recommande que vous la posiez de préférence sur des supports aussi horizontaux que possible, et si vous devez mettre sur des pièces verticales, d'arrêter la glaçure largement avant le pied...

Dans tous les cas, **ne mettez jamais une pièce avec du bleu de fer directement sur les plaques de votre four.**

D'ailleurs, ce devrait être un réflexe que de protéger systématiquement et régulièrement vos plaques (avec un mélange 50/50 de Silice et d'Alumine passé au pistolet régulièrement) et de poser vos pièces sensibles sur de vieux morceaux de plaques ou sur du papier à base de fibres céramique .

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 16, Bleus de fer

### VOILÀ ...

J'ai mis **5 ans** pour mettre au point et réunir toutes les conditions pour obtenir véritablement du bleu de fer... *(autant que je sache, je suis le seul à donner toutes les coordonnées pour en permettre l'accès à des potiers inexpérimentés)*  
...

Vous venez de le lire en quelques secondes...

**Maintenant, c'est à vous de jouer...**

Ce n'est pas évident, vous devrez peut-être faire de nombreux essais, dans des conditions de cuissons différentes...

Et puis un jour (peut-être), votre four vous offrira de très belles pièces que je vous recommande de conserver précieusement car il n'est pas dit que la cuisson suivante vous récompense de la même façon, mais quelle poussée d'adrénaline à l'ouverture de chaque four et quelle joie le jour où enfin ils arrivent ...

Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 16, Mes Bleus de fer



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 16, Mes Bleus de fer



## Chapitre 17

### Les glaçures Bleues **CHUN** (ou **JUN**)

Les glaçures Chun (ou Jun) sont des glaçures traditionnelles classiques connues en Chine depuis le 10ème siècle...

Il semble que les bleus de fer que je décris dans les pages précédentes soient plus ou moins cousines des bleus Chun, mais il semble également qu'il y ait quelques différences fondamentales.

En effet, dans les bleus Chun tels qu'ils sont décrits dans de nombreux ouvrages, la couleur bleue **serait** produite uniquement par la réfraction de la lumière sur les bulles microscopiques (et invisibles à l'œil nu) qui sont en suspension dans la masse de verre de façon tout à fait similaire aux Céladons (dixit les anciens !).

Or, en examinant mes bleus de fer au microscope, il n'y a rien de tel... tout ce que j'y vois, ce sont des inclusions dans le verre sous forme de petits nuages ou de coulures, mais pas de bulles...

De plus, alors que les Chuns sont sensés ne pas contenir de fer (ou très peu), mes bleus de fer comportent eux près de 8% de fer.

Donc, bien que plus ou moins cousines, il s'agit donc apparemment de deux choses différentes.

#### **Je reviens donc aux glaçures Chun:**

Depuis que les chinois ont découvert ces glaçures, les glaçures Chun (ou Jun) ont fasciné des générations de potiers. Tout (et son contraire) a été écrit à leur sujet par des céramistes de renom... et bien qu'il y ait quelque consensus sur quelques points, **on trouve pas mal de disparités dans les opinions...**

Je me bornerai donc à retranscrire ici quelques explications sur le phénomène lorsqu'il semble faire l'unanimité en mentionnant leur auteur et leur éditeur chaque fois que celui-ci sera connu...

Robert Fournier en 1973

(illustrated dictionary of practical pottery aux Editions Van Nostrand Reinhold - New York)

*«glaçure opalescente ayant des nuances laiteuses bleutées mais ne contenant aucun oxyde pigmenté. Le phosphore provenant des cendres de bois est probablement un ingrédient nécessaire. La glaçure n'est pas affectée par l'atmosphère, par contre, la couleur du tesson visible en dessous influence la glaçure.»*

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 17, Chuns

M. Cardew (Pionner Pottery 1969 )

«La couleur provient d'inclusions de bulles de verre dans le verre (Cardew) connue sous le nom de couleur optique... une couche épaisse par dessus un tesson sombre ou même un Tenmoku favorise l'effet Chun. Cet effet peut également provenir de particules en suspension telles que le Silicate de Calcium qui va précipiter dans la glaçure en fusion sous forme de minuscules bulles de gaz.»

« La couleur bleue ne peut sortir que si la taille des particules en suspension est comprise entre 0.45 et 0.5 microns...

Ian Currie (Stoneware glazes, a systematic approach aux Editions Bootstrap Press Queensland Australia):

« L'effet Chun apparaît dans une petite minorité de certaines glaçures semi opaques. Le facteur critique est la taille des particules causant l'opacité... » « l'opacité est causée par la réflexion aléatoire de la lumière blanche sur les particules pacifiantes... »

« Le spectre des fréquences de la lumière blanche s'étale de 0.7 microns (rouge) jusqu'à 0.4 microns (violet). Si la longueur d'onde d'un agent opacifiant est supérieure à 0.7 microns, la lumière est totalement réfléchi et la glaçure est complètement opaque). Par contre, si cette longueur d'onde est plus petite que 0.4 microns, la lumière n'est plus réfléchi et passe donc entièrement à travers (dans ce cas, la glaçures est transparente) »

Bon, c'est très joli tout ça... Toutes ces explications de scientifiques (qui n'ont d'ailleurs pas l'air d'être tous d'accord...) nous donnent le **pourquoi**, mais pas le **comment** ...! et il s'agit donc maintenant de trouver le moyen pour que les particules des particules en suspension aient dont la bonne taille intermédiaire entre opacité et transparence...

Pour répondre à cette question, j'ai fait une synthèse de tout ce que j'ai trouvé sur la question écrit par tout un tas de personnes qui semblent connaître la question à fond... à savoir (et entre autres) : Ian Currie, M. Cardew, Tichane et Hamer .

Cette synthèse nous indique que d'une façon plus... pratique... que le Chun apparaît le plus souvent dans les conditions suivantes:

**1°-**) Glaçure ni opaque ni transparente, (entre les deux). (voir chapitre 13)

**2°-**) Quantité très basses d'Alumine et de Silice ce qui suggère l'utilisation d'une fritte (voir chapitre 6) avec un ratio Al/Si de l'ordre de 1 pour 12.

**3°-**) Formule chimique de base comme suit:

KNaO : 0.8 moles

CaO : 0.2 moles

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : entre 0.15 et 0.25 moles

SiO<sub>2</sub> : entre 2,5 et 4,5 moles

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : entre 1 et 2%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : entre 0.5 et 1,5 %

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 17, Chuns

- Si possible, il est grandement souhaitable que la silice soit introduite dans sa forme colloïdale ultrafine (c'est à dire à partir de cendres de foin, de riz ou de bambou) qui auront aussi l'avantage d'introduire un peu de phosphore).
- Le phosphore peut aussi être introduit par de la cendre d'os.
- Une partie des alcalis pourrait être remplacé par du MgO.
- Quelques traces de zinc et/ou de rutile/titane peuvent aider à obtenir l'effet Chun,

L'oxyde de fer joue un rôle important pour l'obtention du Chun, mais plutôt que de l'introduire dans la glaçure, il est préférable que celui-ci soit directement sur le tesson sous forme d'engobe ou bien de Tenmoku car le rôle du fer est de donner à la lumière un «fond» qui permettra la réflexion optique partielle de la lumière blanche en la transformant dans les longueurs d'onde du bleu.

Si cela est possible, Il est préférable d'introduire du fer sous sa forme de silicate de fer.

Comme je l'ai déjà indiqué pour mes Bleus de fer, la température de maturation est cruciale...

Pas assez chaud la glaçure est opaque, trop chaud elle est transparente, dans les deux cas, l'effet Chun est perdu.

D'autre part, l'épaisseur de la glaçure est importante . Les emplacements où la glaçure est trop fine n'ont aucune chance de donner du bleu.

## Chapitre 18

### Les GOUTTES d'HUILE

Ces glaçures n'ont strictement rien à voir avec l'huile mais ont été dénommées de cette façon probablement à cause d'une certaine ressemblance (?) (*avec beaucoup d'imagination*) entre l'effet produit par cette glaçure à la surface des pièces et des gouttes d'huile dans du café ou des 'yeux' dans la soupe ...

Les glaçures «Gouttes d'huile» en céramique sont une technique particulière bien connue par les Chinois depuis des siècles et redécouverte en Europe depuis une cinquantaine d'années.

Cette technique a été décrite pour la première fois dans tous ses détails par **Frère Anthony** dans un article de la revue américaine «*Céramics Monthly*» de Octobre 1980 intitulé «*The Chemistry and Physics of Oilspot glazes*».

Comme je pense qu'il est indispensable de **comprendre** le fonctionnement du phénomène afin de pouvoir le mettre en application de façon efficace, je vous traduis ci-dessous la quintessence de cet article qui décrit remarquablement bien tous les tenants et aboutissants du phénomène.

*«Fondamentalement, une glaçure «Goutte d'Huile » consiste en des taches ou mouchetures de magnétite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) déposés à la surface d'une glaçure Tenmoku suite à l'action d'un bouillonnement».*

*« Le bouillonnement est causé par la décomposition de l'oxyde de fer rouge (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) en oxyde de fer magnétite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) par perte d'oxygène (1/2 de O<sub>2</sub>). Ce procédé de décomposition apparaît spontanément en oxydation entre 1230° et 1320°.»*

*«Les bulles sont donc formées de l'oxygène perdu dans la réaction. Elles viennent crever à la surface de la glaçure en entraînant avec elles une petite quantité de magnétite.»*

*«La glaçure doit contenir suffisamment d'oxyde de fer afin que tout le fer ne soit pas dissout dans la glaçure en fusion (car c'est le surplus de fer qui se décompose). De plus, Il est nécessaire que la composition chimique de la glaçure soit telle qu'elle ne dissolve pas trop l'oxyde de fer...»*

*«Cette glaçure devra donc contenir beaucoup d'Alumine et de Silice et d'Alcalis, par contre, il faut qu'elle soit relativement pauvre en Magnésium et en Calcium (lequel dissout effectivement le fer).»*

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 18, Gouttes d'huile

Pour récapituler tout ce qui vient d'être dit par **Frère Anthony**, la formule recommandée est donc la suivante:

KNaO : entre 0.45 et 0.70 moles ) *Naturellement,*  
MgO : entre 0.15 et 0.35 moles ) *la somme de ces 3 oxydes*  
CaO : entre 0.10 et 0.25 moles ) *devra faire le chiffre 1.*  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : devrait avoir la même quantité que KNaO  
SiO<sub>2</sub> : devrait être 10 à 12 fois celui de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : devrait être entre 0.2 et 0.3 moles.

Il vous sera facile à l'aide du logiciel **Glapot** de traduire ces formules en recettes avec vos propres matières premières. (voir chapitre 7, page 35).

Frère Anthony recommande également : *«que la glaçure soit posée raisonnablement épaisse... Plus la glaçure sera épaisse, plus les taches seront grandes. Une glaçure posée trop fine peut ne pas produire de taches du tout...»*

Venons en maintenant à des considérations pratiques:

Nous savons donc que pour obtenir les bulles, il faut non seulement une composition particulière de la glaçure, mais aussi un mode de cuisson tout à fait particulier.

En effet, la plus grande partie de cette cuisson doit être **oxydante** (*car c'est cette oxydation qui fait bouillonner l'oxyde de fer*), mais si vous restez en cuisson oxydante jusqu'à la fin de la cuisson, les bulles ne cesseront pas de venir crever à la surface et vous allez sortir des pièces entièrement «bullées».

Afin que la surface de votre glaçure redevienne lisse sans pour autant perdre les taches, il faudra donc que quelques minutes (*entre 15 et 20*) avant d'atteindre la température de maturation de la glaçure, vous passiez en cuisson **légèrement réductrice** afin que la production des bulles d'oxygène cesse et que la glaçure ait le temps de se napper .

Les pièces que vous aurez donc recouvertes de cette glaçure et que vous aurez cuites dans ces conditions devraient sortir noires avec un tas de mouchetures plus ou moins grosses selon l'épaisseur et de couleur plus ou moins rouille.

Vous avez donc sorti vos premières «Gouttes d'huile»...

Mais rouille sur noir, ce n'est pas génial...

L'idée géniale pour le premier qui l'a effectué (probablement un Chinois ou un Japonais il y a plusieurs siècles...) et reprise il y a quelques années par Daniel de Montmollin, a consisté à recouvrir la glaçure d'une couche d'une autre glaçure de nature telle que les gouttes de magnétite, au lieu de crever une couche noire vienne crever la seconde couche superposée qui peut être de la couleur que l'on veut ...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 18, Gouttes d'huile

Et dans ce cas, les gouttes d'oxyde de fer vont venir parsemer la surface de la deuxième couche superposée qui peut être beaucoup plus claire va donner **des effets** très diversifiés et beaucoup plus intéressants...

Cette technique qui consiste à superposer deux glaçures dont la deuxième va être modifiée par la première va donner à chacun d'entre vous la possibilité de **décupler ses possibilités de création**.

Mais attention, là, il y a quelques contraintes: En effet, non seulement il faut que la deuxième couche **surname** par dessus la première, mais de plus Il faut encore que sa composition soit telle que les bulles de magnétite aient la force de **crever** cette deuxième couche sans pour autant aller se **mélanger** avec elle...

Toutefois, on peut aussi imaginer des bulles de magnétite plus ou moins mélangées **dans** la deuxième couche ce qui (au strict sens du terme) donnera des Gouttes d'huile «complètement loupées» mais peuvent aussi donner des effets inédits très intéressants...(voir photo page ci-contre en haut à gauche).

A partir du moment où vous avez la technique, la création suit ...

Donc, pour obtenir une surcouche qui satisfasse aux conditions édictées ci-dessus, à titre personnel, après de nombreux essais personnels et de nombreux déboires, j'ai mis au point une glaçure qui a la composition suivante:

KNaO : 0,40  
MgO : 0,60  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,75  
SiO<sub>2</sub> : 3,50

Cette glaçure qui a relativement peu de Silice doit être composée avec de la Néphéline Syénite ou du Feldspath sodique car le Feldspath potassique apporte trop de Silice. Rajouter 6% d'étain pour blanchir la glaçure.  
Colorants éventuels ... au choix...

Pose de cette glaçure au pistolet. Effets différents selon l'épaisseur.

**Attention:** La Néphéline ayant une grande tendance à « plomber » au fond du bain et l'étain ayant une grande tendance à faire des grumeaux.  
Je vous recommande donc de passer cette glaçures pendant plusieurs heures au broyeur à rouleaux (voir description au chapitre 36 à la fin de ce livre) puis de la tamiser soigneusement avant de la mettre dans votre pistolet et enfin de remuer en permanence votre pistolet au cours de son utilisation afin que la Néphéline ne vienne pas se déposer au fond.

Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 18, Gouttes d'huile



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 18, Gouttes d'huile



## Chapitre 19

### Rouges de Fer, Kakis, Vermillons

Nous l'avons vu dans un chapitre précédent, l'oxyde de fer peut donner des effets et des couleurs très différents selon la composition de la glaçure et selon les paramètres de la cuisson...

A priori, sans précautions particulières, 10% d'oxyde de fer dans une glaçure quelconque va vous donner à 95% du marron, du marron et encore du marron...

Nous avons vu que obtenir du noir était un peu plus compliqué, et que pour le bleu, c'était carrément plus "pointu"...

En ce qui concerne le rouge de fer, il faut distinguer au moins deux "familles" de "rouges de fer" complètement différentes...

Tout d'abord, les **Rouges sombres cristallisés** :

Cette effet/couleur n'est pas trop compliqué à obtenir dans la mesure où il suffit de saturer la glaçure en oxyde de fer et de cuire en réduction ce qui provoque au refroidissement lent des cristaux d'hématite dont l'effet est assez intéressant.

Mais pour ce qui est de la couleur **vermillon** ou "**kaki**" (non pas le "kaki" militaire, mais la couleur du fruit de l'arbre Kaki qui est pratiquement **orange**), ça, c'est déjà beaucoup plus difficile. Certaines pièces de Daniel de Montmollin qui maîtrise particulièrement bien cette effet/couleur sont à cet égard remarquables...

Certes, celui-ci a bien indiqué que cette couleur "sortait" dans une glaçure de la famille des Tenmokus, mais que c'était le **phosphore** contenu dans les cendres rajoutées qui permettaient de d'obtenir la couleur kaki... mais ce n'est pas aussi simple ...

Comme pour les bleus de fer, je me suis donc lancé pendant de nombreuses années dans un nombre incalculable d'essais en prenant comme point de départ les indications de Daniel de Montmollin...

Pendant des années, j'ai utilisé toutes sortes de **cendres** contenant du phosphore ainsi que toutes autres sources de phosphore possibles telles que naturellement la **cendre d'os**, mais également le phosphate contenu dans certains **engrais de fond**, le tout combiné dans de nombreuses glaçures différentes avec des pourcentage d'oxyde de fer différent...

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 19, Rouges de fer, Kakis, Vermillons

Dans un certain nombre de cas, j'ai obtenu des couleurs plus ou moins rouges plus ou moins orangée , mais ce n'est de très récemment que j'ai réussi à obtenir ... enfin... cette fameuse et si belle **couleur vermillon** du fruit du **kaki**...

Malgré les informations complètes que je vous donne ci-dessous, ne vous attendez donc pas à ce que une simple recette puisse vous donner immédiatement du **vermillon**, mais si déjà vous arrivez à obtenir un rouge avec tendance orangée, ce sera déjà très bien...

Et puis un jour, votre four vous offrira peut-être un pièce magnifique que je vous conseille de conserver précieusement car vous risquez d'avoir bien du mal à la reproduire. (mais c'est ce "challenge" là qui est passionnant dans les glaçures à température de grès...)

Je récapitule donc ci-dessous toutes les informations (fruit de mon expérience personnelle) qui vous permettront d'éviter de passer 10 ans à chercher dans des directions stériles, mais qui ne vous dispense pas tout de même de faire un bon nombre d'essais avant d'obtenir de jolis rouges.

En ce qui concerne le "**Rouge de fer Saturé**",

Cet effet/couleur apparaît principalement dans des glaçures très riches en alcalis et en Oxyde de fer...

La composition de la glaçure de base doit se situer dans la "pointe" du triangle des diagrammes de Daniel de Montmollin, plus particulièrement aux alentours des diagrammes N° 48, 53, (qui sont recommandés pour les "Gouttes d'huile", mais aussi 56, 57 et même 59, 60 soit, à l'intérieur des valeurs suivantes:

**KNao**: entre 0,60 et 1,00 Moles.

**MgO**: entre 0,00 et 0,20 Moles.

**CaO**: entre 0,00 et 0,20 Moles.

Pour ce qui est de la valeur de  $Al_2O_3$  et  $SiO_2$  étant donné que l'on recherche une **crystallisation** de l'Oxyde de fer, il est préférable que les valeurs respectives de ces deux oxydes les situent sur la **branche basse** des diagrammes de Montmollin (voir explication au chapitre 5), soit des valeurs situées entre 0,80 et 1,20 Moles pour l' **$Al_2O_3$**  avec une valeur de  **$SiO_2$**  qui soit située entre 4 et 4,5 fois la valeur de  $Al_2O_3$ .

La quantité d'oxyde de fer à rajouter dans cette glaçure devrait être importante puisqu'il doit y avoir "saturation".

Personnellement, je recommande entre 12 et 15% de  $Fe_2O_3$ .

La pose de la glaçure doit être assez épaisse et la cuisson doit se faire en **Réduction assez forte** (idem céladon).

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 19, Rouges de fer, Kakis, Vermillons

Pour ce qui est du "**Kaki**" orangé vermillon, c'est nettement plus "pointu"...

Je peux néanmoins vous faciliter les choses en vous indiquant que la composition de la glaçure de base doit se situer à l'intérieur des valeurs suivantes.

**KNaO**: entre 0,20 et 0,30 Moles.

**MgO**: entre 0,10 et 0,30 Moles.

**CaO**: entre 0,50 et 0,60 Moles.

Ces valeurs correspondent peu ou prou à une région située entre les diagrammes 26, 27, 19 et 20 de Daniel de Montmollin.

Pour ce qui est de la valeur de **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, elle peut varier entre 0,25 et 0,60 Moles à condition que la valeur de **SiO<sub>2</sub>** soit absolument située entre 8 et 8,3 fois celle de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ni plus, ni moins... Toute augmentation de la silice vous donnera inmanquablement la couleur marron...

Disons que pour commencer, il serait prudent de prendre Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,35 et SiO<sub>2</sub> = 2,85 Moles.

Naturellement, pour transformer ces valeurs en recettes, vous utiliserez le logiciel Glapot que je met gracieusement à votre disposition.

Mais ce n'est pas suffisant car pour l'instant votre glaçure serait .. blanche...

Pour obtenir du rouge kaki, cette glaçure de base doit également comporter de **l'Oxyde de fer** (entre 6 et 8%) plus de la **endre d'os** (entre 10 et 12%)...

La pose de la glaçure doit se faire assez épaisse car la couleur rouge orangée apparaît à la surface d'un noir qui reste toujours présent en dessous.

La cuisson doit se faire en **oxydation** avec un refroidissement assez lent et long.

La glaçure que vous allez "sortir" sera probablement avec une certaine tendance rougeâtre orangée, mais peut être pas suffisamment...

je vous donne maintenant le "**truc**" qui vous permettra d'intensifier cette couleur orangée et qui devrait vous donner une glaçure magnifique...

Mon "**truc**" consiste à **recuire la pièce** dans les mêmes conditions après avoir pulvérisé à sa surface un **voile** d'un mélange contenant de la cendre d'os (environ 80%) plus de la colémanite ou toute autre composition contenant du borax (environ 20%) plus 8% d'Oxyde de fer, plus 3% de gomme arabique... Le Bore (qui est un "fondant") est nécessaire pour contrecarrer la tendance de la cendre d'os à donner une surface légèrement sous-cuite.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 19, Rouges de fer, Kakis, Vermillons

Naturellement, il vous faudra faire plusieurs essais avant d'obtenir ce fameux rouge kaki, mais vous avez de très bonnes chances de réussir car c'est une piste très intéressante dont je vous fais bénéficier.



## Chapitre 20

### Les CELADONS

Le but de cette **microscopique** évocation historique est simplement d'indiquer aux nouveaux potiers contemporains que le céladon ne date pas d'aujourd'hui et que des chefs-d'œuvre ont été créés par des artistes dans tout l'Orient depuis plus de 1.000 ans...

Les premiers Céladons apparaissent au VIII<sup>ème</sup> siècle en Chine juste avant la dynastie des **Song** . Ils trouvent l'apothéose de leur magnificence en Corée au XII<sup>ème</sup> siècle (Koryo) et poursuivent leur apogée en Chine pendant toute la dynastie des **Yuan**, jusqu'au milieu du XIV<sup>ème</sup> siècle.

Des pièces merveilleuses sont conservées dans de nombreux musées de par le monde, entre autres: Musée Guimet, Musée Cernuschi, Musée municipal de la céramique orientale à Osaka, au Musée Fitzwilliam à Cambridge etc...

**Jean Girel**, artiste français écrit:

*« Céladon, transposition céramique du Jade, la matière vénérée, la semence de Phénix congelée, le germe de la terre... chacun a le céladon qu'il mérite... rayonnement silencieux des Lonquan, urne funéraire de la collection Calmann ou bol à feuilles de lotus du Musée Cernuschi. Guan épais, Jun opalescents, Qinbai bleutés, Ru aux reflets changeants ».*

La beauté de nombreuses pièces chinoises de cette époque tient à l'opalescence de cette glaçure **semi mate** et semi opaque dont les subtiles nuances vont du gris-verdâtre au vert bleuté ressemblant souvent à du jade jusqu'à l'olivâtre.

Cette particularité du Céladon (on devrait dire **des** Céladons tant cette catégorie est variée), est souvent mise en valeur par la pureté des formes associées à des réseaux de craquelures plus ou moins importants,

Mais les plus beaux céladons sont ceux où des décors finement incisés au couteau de bambou directement sur le tesson, motifs discrets en creux ou en relief font jouer la couleur et la transparence du fait de la variation des épaisseurs....

Ça, c'est de l'**Art** avec un grand '**A**'.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 20, Céladons

### LA TECHNIQUE, ou comment réussir de beaux Céladons ?

Dans le principe pur et dur de la seule glaçure, **en théorie** (mais en théorie seulement) , faire un Céladon, c'est simple, facile, très facile...

En effet, la composition chimique de ces glaçures est telle que ces glaçures sont relativement stables. D'autre part, les quantités d'alumine en jeu sont telles que la glaçure ne coule pas et reste bien accrochée au tesson...

Par contre, faire un **beau** Céladon, ça, c'est difficile, très difficile et nécessite une grande expérience (ou beaucoup de chance !). Mais même si l'on a peu de chance d'arriver à la cheville de nos maîtres à tous les Chinois et Coréens, cela n'exclut pas que l'on puisse toujours essayer... en toute humilité ...!

L'opalescence des Céladons provient d'un effet d'optique sur des particules ultra fines en suspension ainsi que du jeu de lumière sur une myriade de bulles d'air minuscules difficilement perceptibles à l'œil nu.

Cette opalescence peut être comparée à celle de la glace des glaciers où la couleur bleue provient comme pour le Céladon de myriades de petites bulles d'air **microscopiques**. Elle peut également être comparée à la couleur laiteuse bleutée des torrents issus de ces mêmes glaciers où la couleur est due à de **microscopiques** particules de roche arrachées à la montagne et restant en suspension dans l'eau.

La difficulté de réussite des Céladons tient dans le fait que l'effet semi opaque ne "sort" que si les bulles d'air restent très petites. Si la glaçure n'est pas "mure", les bulles n'existent pas, et si la glaçure est trop "mure", les bulles sont trop grosses. Dans les deux cas, l'effet Céladon 'ne sort pas'.

La cuisson a donc une importance primordiale dans la réussite des Céladons et il sera nécessaire de procéder à de nombreux essais de Céladons issus de formules diverses et de bien noter tous les paramètres des cuissons afin de pouvoir les reproduire.

On distingue plusieurs types de Céladons: mats, semi mats, soyeux, ressemblant à du jade, brillants, tressaillés (craquelures) et la combinaison de ces différents types. De nombreuses expériences seront nécessaires pour déterminer le ou les Céladons qui auront votre préférence.

**TESSON:** La couleur vert pâle caractéristique du Céladon sera toujours particulièrement belle sur porcelaine, toutefois, on peut utiliser du grès à condition qu'il ne soit pas trop foncé et ne comporte **pas de titane**. (Dans le cas du titane, la couleur sortirait grise et si le tesson est trop foncé, il y a un risque d'obtention de vert olive absolument pas souhaitable). Une engobe de porcelaine sur un tesson de grès trop foncé peut éventuellement donner de bons résultats. Pour les Céladons brillants, utiliser de préférence des pièces avec des motifs en creux ou en relief pour faire jouer les différences de teintes dues à l'épaisseur de

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 20 Céladons

la glaçure.

### FORMULES :

Les Céladons les plus stables et les plus faciles à reproduire sont généralement obtenus à partir d'une combinaison des oxydes « Base » se situant dans les proportions suivantes:

L'alumine se situant entre 0.40 et 0.60 moles, cela donnera une glaçure qui accrochera bien au tesson.

Les valeurs de la silice sont généralement basées sur un rapport silice/alumine # 8,50, mais on peut faire d'autres essais en prenant par exemple des valeurs de silice basées sur un rapport silice/alumine pouvant se situer entre 7 et 10.

	1	2	3	4
KNaO...	0.20	0.30	0.40	0.50
CaO...	0.80	0.70	0.60	0.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	0.40	0.50	0.50	0.60
SiO <sub>2</sub> ...	3.50	4.50	4.50	5.50
Rapport Si/Al...	8.00	6.66	8.75	10.00

Selon le cas et la nature de votre la cuisson, les résultats pourront varier entre mat, semi mat et brillant.

Seuls de nombreux essais avec **vos propres produits**, et dans **votre propre four** pourront vous donner des résultats qui vous conviennent.

**RECETTES:** Les recettes suivantes ont été obtenues à partir des formules ci-dessus. Chacun de vous pourrait les obtenir très facilement avec l'aide du programme informatique **Glapot** mis gratuitement à votre disposition (voir chapitre 7 page 49).

	1	2	3	4
Feldspath Potasse...	35.0	44.0	59.6	64.0
Craie...	22.5	16.5	14.4	10.3
Silice...	29.7	30.2	24.6	25.7
Kaolin...	12.8	9.4	1.4	
Total ...	100	100	100	100

Naturellement, comme pour les précédentes glaçures, en fonction des résultats de fusion donnés par ces essais , il y aura lieu de modifier la glaçure de base en augmentant ou diminuant uniquement la silice.

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 20 Céladons

#### Oxyde de fer

La couleur des céladons est donnée par la présence d'une **très faible** quantité d'oxyde de fer se situant entre 1 et 2%.

A titre indicatif, la plupart des céladons que je fais (voir page suivante) sont basés sur une quantité de l'ordre de 1,5% d'oxyde de fer ce qui donne une couleur bleu/verte très pâle.

Mais ceci est une question de choix, pour obtenir un ton verdâtre plus soutenu ressemblant davantage à du jade, il suffit d'augmenter **légèrement** la quantité de fer jusqu'à un maximum de 2 ou 2,5%. (Attention, en cas d'excès de fer, l'émail vire au vert olive).

Certains chercheurs ont constaté que l'oxyde ferrique (rouge) favorisait les tons jaunes alors que l'oxyde ferreux (noir) favoriserait plutôt les tons bleus.

Mais quel que soit l'oxyde utilisé, il est très important que ce soit un oxyde avec des particules **ultra fines** tel qu'on le trouve dans la nature sous forme d'ocre micronisé par exemple.

**David Leach** précise que « *des textures et des couleurs plus belles peuvent souvent s'obtenir à partir de matériaux naturels subtilement séparés et mélangés au cours de longues périodes géologiques* ».

En cas d'utilisation de poudre d'oxyde de fer vendu dans le commerce, il est indispensable de passer cet oxyde au broyeur à rouleaux pendant plusieurs heures

#### Broyage de la glaçure

Toutes les particules de la glaçure doivent être très fines. Il est donc nécessaire de faire tourner la glaçure pendant plusieurs heures (40 heures au Japon) dans un broyeur à rouleaux. Vous trouverez à la fin de cet ouvrage un chapitre spécial (N° 36) vous indiquant comment construire à peu de frais un broyeur à rouleaux « maison » qui marche très bien.

**Attention:** Le degré de finesse des composants d'une glaçure a beaucoup d'importance dans le phénomène de fusion de l'ensemble.

En effet, une glaçure broyée fondra toujours à une température plus basse que la même glaçure non broyée et risque d'être légèrement sur-cuite. Il faudra donc en tenir compte dans la formule et ajuster en conséquence la quantité de silice.

#### Pose de la glaçure

Une couche épaisse est nécessaire.

Si possible faire un ou deux trempages ou versages successifs, sinon plusieurs passages au pistolet. La glaçure doit avoir entre 1 et 2mm d'épaisseur.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 20, Céladons

### Cuisson

Réduction forte à partir de 800 à 900° et d'une durée particulièrement longue (surtout dans sa phase terminale de maturation). Prévoir 3 heures minimum entre 1100° et l'arrêt de la cuisson.

Souvenez vous, la cuisson a une importance capitale. L'effet semi opaque ne "sort" que si les bulles d'air restent très petites. Si la glaçure n'est pas "mure", les bulles n'existent pas, et si la glaçure est trop "mure", les bulles sont trop grosses. Dans les deux cas, l'effet « céladon » ne viendra pas.

Il vous faudra donc trouver les paramètres les plus favorables en fonction de **vos** propre four et **vos** propres conditions de cuisson.

### Obtention et mise en valeur des CRAQUELURES (Tressailage).

La couleur « Céladon » étant généralement assez pâle, en absence de motif décoratif sur le tesson, il est courant de vouloir obtenir et souligner les craquelures, en particulier sur les Céladons mats ou semi mats.

Pour faire apparaître de grands réseaux de tressailages, il est recommandé de sortir les pièces du four vers 150 à 200°. D'une façon générale, les grandes craquelures se forment immédiatement, le réseau très fin vient bien plus tard

Pour souligner ces réseaux de tressailages, on peut tremper la pièce dans du brou de noix, du thé ou du café très fort ou bien frotter immédiatement (ou plus tard) la pièce avec de l'encre de Chine diluée ou avec un "jus" de manganèse ou d'oxyde de fer noir à particules **ultra fines**.

Le tressailage se continuant encore pendant plusieurs heures après la sortie du four, il y a lieu de choisir (par expérience et observation minutieuse) le moment propice pour noircir (ou non) le réseau de craquelures.

### Produits ajoutés :

On peut obtenir de très beaux Céladons avec les seuls produits mentionnés ci-dessus et il n'est pas besoin de rajouter le moindre artifice.

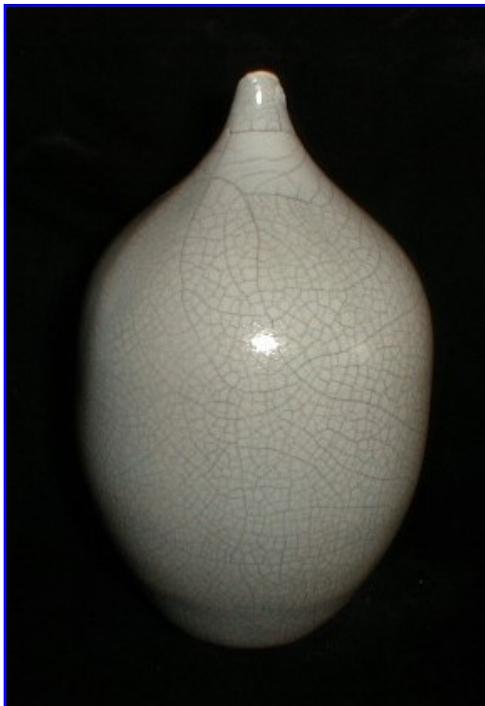
Toutefois, certaines personnes chercheront à améliorer (*pas forcément ...!*) la texture ou la couleur par le rajout de quelques produits supplémentaires.

- Lambercy suggère de rajouter un peu de magnésie 0.1 à 0.2

- D'autres suggèrent un peu de cendre d'os de 1 à 3% ou de carbonate de baryum (\*) pour améliorer l'opalescence disent-ils ! ... (*mais moi, à ce jour, je n'ai pas constaté que ça améliore quoi que ce soit ...! Chacun voit midi à sa porte...*)

(\*) Attention: le carbonate de baryum est un produit **très dangereux**

Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 20, Céladons



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 20, Céladons



## Chapitre 21

### ROUGE de CUIVRE et SANG de BOEUF

composition, rôles du bore et de l'étain, pose, cuisson,  
atmosphère, recommandations,

Les rouges de cuivre ont été inventées avant le 16ème Siècle par les Chinois qui ont réalisé des pièces absolument extraordinaires détenues dans des musées ou dans des collections privées.

Les plus connus sont les rouges brillants, des régions/périodes Xuande, Wanli, Qianlong, rouges "sang de bœuf", rouges "flambés" de la région de Jingdezhen (Chine) période Zhengde 1506-1521, rouges rosés "fleurs de pêcher" etc...

Plusieurs types de glaçures peuvent être réalisées avec le cuivre, mais elles sont toutes difficiles à obtenir..

La difficulté de l'obtention de la couleur des glaçures au cuivre et leur difficulté de reproductibilité tient au fait que ces glaçures sont très sensibles à la fois :

- à la **composition chimique** de la glaçure
- à la **température** et à la **durée** de cuisson
- à l'**atmosphère** de cuisson

### COMPOSITION CHIMIQUE des glaçures au cuivre

Les recettes de rouge de cuivre sont toutes situées plus ou moins dans une même zone de composition et les composants sont toujours à peu près les mêmes.

Par contre, une même glaçure peut donner des dizaines de résultats différents (voire très différents), selon la façon dont la cuisson a été menée.

D'une façon générale, les limites de la composition chimique idéale d'une glaçure au cuivre est quelque chose de l'ordre de :

Pour les rouges brillants Chinois:

KNaO	3,3 à 8%
SiO <sub>2</sub>	62 à 75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9 à 20%
CaO	5 à 14%

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 21 Rouges de cuivre

Pour le "Sang de Bœuf"  
KNaO 0,4 à 0,5 moles  
CaO 0,5 à 0,6 moles  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,35 à 0,45 moles  
Si O<sub>2</sub> 2,5 à 4,5 moles

Ces limites restreignent les rouges de cuivre dans la région des diagrammes N° 33 et 40 publiés dans l'ouvrage de Daniel de Montmollin.

Certains personnes préconisent de rajouter 0,1 de MgO et même 0,1 de ZnO. Personnellement, n'ayant constaté aucune amélioration apportée par l'utilisation de ces produits (le MgO et le ZnO font virer la couleur vers les "roses sales"), je ne les utilise donc pas dans les Rouges de cuivre.

Par contre, l'obtention de la couleur est plus facile avec une addition d'oxyde d'**étain** et d'oxyde de **bore**.

#### Rôle de l' Etain

Comme dans toutes glaçures, l'étain va opacifier une glaçure qui aurait tendance à être trop transparente.

D'autre part, l'étain contribue à conserver la finesse des grains d'oxyde de cuivre et évite qu'ils ne se regroupent. Or comme il est indiqué plus loin, ce n'est pas la quantité de cuivre qui importe, mais la finesse de ses grains qui permet la réaction colloïdale.

#### Rôle du Bore

Le bore est un développeur de couleurs et dans le cas des rouges de cuivre, il a une très grande importance pour faciliter l'obtention de rouges sombres et profonds (presque noirs...)

Les principales sources de bore insoluble sont la **Colémanite** ou le **Gerstley Borate** qui sont tous deux des formes différentes de **borocalcite** (bore + craie).

Malheureusement, la mine de borate de Gerstley aux USA vient d'être fermée et il devient difficile (voire impossible) de trouver ce produit.

Reste donc la Colémanite, mais en ce qui concerne ce produit, certains lots commercialisés en France ont une perte au feu de 24% (eau ou carbone ou autre ?) qui provoque vers 500/600° des explosions de glaçures tout autour de la pièce.

Cela est extrêmement dommageable non seulement pour la pièce elle-même, mais surtout pour la plaque du four car la glaçure étant éjectée avant cuisson, va lors de la fusion à 1280° pénétrer dans les pores de la plaque du four.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 21, Rouges de cuivre

Je vous laisse imaginer dans quel état vous retrouvez votre plaque...

En ayant fait plusieurs fois l'amère expérience, je pense qu'il est bon d'en faire profiter tout un chacun.

**La première solution** consiste à calciner la Colémanite au préalable vers 600° (en évitant de la fritter) puis la broyer plusieurs heures dans un broyeur à rouleaux.

**Une deuxième solution** consister à utiliser une fritte au bore mais cette fritte a l'inconvénient de venir perturber l'équilibre de votre recette car outre l'oxyde borique, une fritte contient beaucoup de  $\text{KNaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  etc... et tout ceci modifie le bel équilibre de votre recette qu'il va falloir recalculer et rééquilibrer...

### Quantité de bore:

Curieusement, j'ai constaté à plusieurs reprises (sans pouvoir l'expliquer) que la variation de bore dans une glaçure au cuivre donne à peu près les mêmes résultats que la variation d'atmosphère. En tous cas, il y a lieu de tenir compte de ces deux paramètres en même temps.

Je m'explique:

Si, dans une glaçure contenant 6% de bore, vous augmentez cette quantité, et que vous cuisez exactement dans les mêmes conditions d'atmosphère, vous allez obtenir une couleur de plus en plus profonde, de plus en plus sombre, puis, vers 15 à 18% de bore, brutalement, la glaçure va devenir incolore puis légèrement verdâtre !!!! (surprenant et encore inexplicé ...pour moi...!)

Il en va de même avec l'atmosphère: Si pour une glaçure donnée contenant par exemple 6% de bore vous cuisez en réduction forte, vous obtiendrez un affreux rouge tomate. Si vous diminuez la réduction petit à petit au point d'être pratiquement au neutre, la couleur de la glaçure va également varier et devenir de plus en plus profonde, de plus en plus sombre, puis, vers le neutre, brutalement, la glaçure va devenir incolore puis légèrement verdâtre. (cela s'explique par le fait que c'est un début d'oxydation).

J'en conclus personnellement que l'action du bore est de **déplacer** ce passage brutal entre le rouge très sombre et l'incolore qui est la limite maximum du Sang de Bœuf dans le sens d'une réduction plus forte.

Plus vous mettez du bore, plus vous pourrez réduire pour obtenir le même résultat. (une bonne moyenne me semble être de l'ordre de 9%).

Il en résulte que pour obtenir un rouge sombre, si vous ne mettez pas ou peu de bore, vous devrez vous tenir strictement sur l'arête très abrupte entre réduction et

## Compréhension des glaçures , La Pratique

### Chapitre 21, Rouges de cuivre

oxydation . (très difficile).

#### Quantité de cuivre dans la glaçure

Le cuivre n'est pas un colorant (comme le cobalt par exemple).

La couleur rouge est donnée par une réaction chimique dans une suspension colloïdale qui se produit dans des conditions bien précises et dans une glaçure déterminée.

L'intensité de la couleur rouge n'est pas proportionnelle à la quantité de cuivre contenue dans la glaçure par contre, elle est fonction de la **dimension des grains** d'oxyde ou carbonate de cuivre.

L'oxyde de cuivre (CuO) a des grains plus gros et ne favorise pas l'obtention des rouges sombres. Plus les grains seront gros, plus la couleur sera claire et brillante.(D'où la nécessité de concasser, tamiser et passer l'oxyde de cuivre et toute la glaçure au broyeur à rouleaux afin de réduire la taille de ses grains).

Par contre, plus les grains seront petits, plus les chances de sortir un rouge foncé sera grande. Pour obtenir des rouges très sombres, utiliser de préférence le carbonate de cuivre  $\text{CuCO}_3$  dont la poudre verte clair est très fine et se dissout très bien dans les glaçures. Mettre une quantité comprise entre **0,2 et 0,3% maximum** pour des rouges sombres.

En ce qui concerne la quantité d'oxyde (ou carbonate), la quantité optimum pour obtenir un rouge sang profond presque noir est de l'ordre de 0,35 % ce qui est extrêmement faible. Si vous augmentez la quantité de cuivre, vous n'obtiendrez pas un rouge plus foncé, mais un rouge de plus en plus sale.

#### Pose de la glaçure.

Les rouges de cuivre donnent toute la beauté de leur couleur sur support neutre du type porcelaine .

On peut aussi utiliser un grès, mais tout tesson contenant beaucoup de fer ou des "impuretés" risque de "salir" le rouge et l'obtention de la couleur rubis ou sang de bœuf sera pratiquement impossible. Éviter absolument des grès pyrités.

#### Décollements

En cas de décollement ou explosions de glaçures autour de la pièce, il faut incriminer vraisemblablement la Colémanite (voir plus haut).

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 21, Rouges de cuivre

### Coulures

Du fait de la faible quantité d'alumine, ces glaçures ont également tendance à couler surtout si l'épaisseur est trop grande.

Il est donc important de prévenir cette tendance en évitant de mettre une couche trop épaisse dans la partie basse de la pièce et/ou en arrêtant la glaçure avant le pied de la pièce.

Pour les mêmes raisons que ci-dessus, cette glaçure tient mal sur les parties en surplomb.

Prévoir de protéger les plaques de cuisson contre ces éventuelles coulures ou décollements .

### Volatilisation du cuivre

Le cuivre commence à se volatiliser à partir de 1225°.

Compte tenu des très faibles quantités de cuivre contenues dans les rouges de cuivre, il est essentiel de ne pas s'attarder à partir de cette température et jusqu'à la chute du cône 9.

### Attention aux "coups de feu"

Le cuivre est très sensible à la température et toute pièce placée sur le chemin ou trop près d'une flamme va se retrouver inmanquablement avec une face blanche...

- soit parce que la température aura fait volatiliser le cuivre  
soit parce que celui-ci se sera trouvé à cet endroit là dans une atmosphère légèrement oxydante au lieu de réductrice.

Dans ce dernier cas, si le cuivre n'a pas été entièrement volatilisé, le blanc sera légèrement verdâtre compte tenu de la faible quantité de cuivre des ces glaçures et pourra éventuellement être recuit ultérieurement jusqu'à 900/1000° en atmosphère réductrice pour faire réapparaître partiellement le rouge.

Dans ce cas, le rouge apparaîtra davantage dans les réseaux de tressillage de la première cuisson ce qui donne un effet particulier.

Pour éviter les "coups de feu" (et à moins qu'ils ne soient recherchés), **il faut éviter** de mettre les pièces en rouge de cuivre face aux parois du four parcourues par la flamme oxydante ainsi que dans la partie haute du four (la plus chaude). Si vous ne pouvez pas éviter cette situation, je recommande de protéger les faces exposées des pièces par des plaques verticales ou bien de placer vos pièces dans des cazettes. (petites boites en matériau réfractaire).

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 21, Rouges de cuivre

La couleur rouge étant déjà acquise à partir de 900/1000°, il ne reste plus qu'à mener la glaçure à maturité. (cela peut se faire presque au neutre car une légère oxydation sur une pièce déjà réduite n'aura pratiquement aucun effet). Afin d'éviter toute volatilisation du cuivre, les cuissons de rouges de cuivre doivent être **rapides** et surtout **éviter tout palier**, surtout en fin de cuisson.

### ATMOSPHERE DE CUISSON

Ce paramètre est extrêmement important en ce qui concerne les rouges de cuivre et selon le type de cuisson effectué, les résultats peuvent être extrêmement différents.

J'ai moi même expérimenté plusieurs fois (sans toutefois pouvoir l'expliquer) que pour une même glaçure, on peut obtenir les résultats suivants (avec souvent des mélanges des différentes couleurs dans un même four selon **la position** de la pièce) et même sur une même pièce.

- Réduction forte : Rouge tomate
- Réduction moyenne : Rouge brillant
- Réduction faible : Framboise écrasée
- Réduction très faible: Rouge Rubis foncé
- Réduction très faible : Sang de bœuf presque noir
- Transition brutale entre mi-réduction, mi-oxydation : Entièrement blanc:
- Légèrement oxydant : Vert clair
- de plus en plus vert au fur et à mesure que l'on augmente l'oxydation.

### CONTRÔLE de l'ATMOSPHERE

Si vous disposez d'un analyseur d'atmosphère, vous pouvez toujours essayer de relever les indications qu'il vous donne et essayer de les reproduire, mais je prétend que ce n'est pas la panacée car si l'analyseur d'atmosphère (qui est un appareil très onéreux) vous donne un chiffre précis tout au long de la cuisson, il ne vous le donne que pour **un endroit unique du four**.

En effet, cet appareil vous donne l'analyse **des gaz du four** en un point fixe précis du four (tout comme un pyromètre vous donne la température des gaz en un **point fixe** du four)

Or ce n'est pas la température ou l'atmosphère des gaz du four qui intéresse le potier, mais le degré de réduction et la température **de ses pièces** réparties dans tout le four.

## Compréhension des glaçures , La Pratique Chapitre 21, Rouges de cuivre

L'analyseur d'atmosphère et le pyromètre ne doivent être utilisés que pour donner une indication, mais tout bon potier qui se respecte se fiera davantage pour la température, à l'aspect des cones qu'il aura placé devant le trou de visite et pour l'atmosphère de cuisson à **l'aspect de la flamme sortant par ce trou de visite** (dans le cas de la réduction) et surtout à la couleur des tessons qui suffit à indiquer si la cuisson s'est faite en oxydation ou en réduction faible ou forte.

Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 21, Rouges de cuivre



Compréhension des glaçures , La Pratique  
Chapitre 21, Rouges de cuivre





**Deuxième Partie**  
**Connaissance de votre FOUR**  
**et Maîtrise de la CUISSON des Glaçures**

## Chapitre 22

### Les FOURS PRINCIPES de BASE

*Cette partie ne s'adresse qu'à des potiers et céramistes relativement inexpérimentés. Si vous êtes potier/céramiste depuis de nombreuses années, passez cette partie car je n'ai pas la prétention de vous apprendre quoi que ce soit ...Encore que ..., (en toute modestie), les échecs répétés du néophyte autodidacte que je suis m'ont beaucoup appris, et m'ont obligés à "inventer" quelques "trucs" inédits qui pourraient bien être utiles à certains potiers chevronnés).*

La cuisson est un paramètre majeur dans la réussite d'une glaçure, au moins aussi important que la composition chimique de la glaçure.

Plus la glaçure est "pointue", plus elle est difficile à reproduire, souvent uniquement à cause de la conduite du four.

Il va donc falloir commencer par connaître votre four, puis comprendre les mécanismes de la cuisson afin de pouvoir le maîtriser ensuite.

Il n'est pas mon intention de donner un cours sur le fonctionnement de tous les fours; Je me permettrai seulement de rappeler certains points importants ou utiles pour la connaissance de votre four ainsi que la conduite de la cuisson tels que je les ai moi-même expérimentés.

Il existe des millions de fours de poterie dans le monde, tous plus ou moins différents quant à leur mode de fonctionnement, architecture, combustible, matériaux de construction et d'isolation, dimensions, etc... chaque four installé possède ses spécificités propres qui en font **un outil absolument unique**.

Même en supposant deux fours de construction absolument identiques, la hauteur de la cheminée, le réglage des brûleurs, la qualité du combustible, mais également l'altitude et les conditions climatiques du lieu d'installation feront que ces deux fours vont réagir de façon très différentes.

Or, quel que soit le type de four, (briques lourdes, briques légères, ou fibres), quelle que soit sa taille et son volume, quelle que soit son énergie de chauffage, (bois, gasoil ou gaz ou même électricité), le principe de la cuisson lui, ne change pas...

## Connaissance de votre four, La Théorie

### Chapitre 22, Principes de base

Dans tous les cas, il s'agit d'amener une charge (les pots + parois du four + matériel d'enfournement) jusqu'à la température de maturité de la glaçure qui les recouvre, puis, laisser retomber la température jusqu'à la température ambiante, le tout dans un laps de temps plus ou moins long et avec plus ou moins d'oxygène.

Les lois de la physique sont les mêmes pour tous et le four n'est qu'un outil comme les autres qui ne sert qu'à maîtriser les paramètres de ces lois.

Il en résulte donc que par principe, toutes les glaçures peuvent être obtenues dans tous les types de fours. Les fours électriques sont un cas particulier car ils ne font pas appel à la combustion, (*mais à la convection et au rayonnement*), mais on peut tout de même en tirer de très belles glaçures.

En résumé, une seule chose compte: le contrôle des paramètres de la cuisson (*c'est à dire: la quantité d'énergie et d'oxygène ainsi que durée de la cuisson*).

Tout cela ne s'obtient que grâce au **savoir-faire** de celui qui l'utilise et le but des lignes qui vont suivre est de vous aider à acquérir ce savoir faire du mieux possible.

## Chapitre 23 LES FOURS Matériaux de construction

### Masse thermique et Inertie

Les fours peuvent être construits en briques (lourdes ou légères) ou en fibres céramiques. Deux conséquences importantes découlent des matériaux choisis pour la construction d'un four céramique:

- 1°) **le prix**,
- 2°) **le poids** et par conséquent, la **masse thermique** et donc **l'inertie**.

En ce qui concerne le prix, chacun devra se faire sa propre idée en fonction de son budget et de l'utilisation qu'il veut en faire.

Quant à la masse thermique, elle dépend directement du poids des matériaux de construction du four et son action est fondamentale sur la durée des cuissons et donc de la consommation d'énergie.

### Four construit avec des briques lourdes

Un four construit en matériaux lourds (ayant donc une masse thermique et une inertie importantes) va avoir besoin de beaucoup de temps et beaucoup d'énergie avant que ses parois internes n'atteignent la température désirée.

En effet, dans ce type de four, avant de pouvoir chauffer les pièces de céramiques disposées à l'intérieur du four, il va falloir que les parois du four montent en température de façon identique aux pièces.

Ces parois ayant une masse thermique (et dont une inertie) importante, la température monte très lentement, consomme beaucoup d'énergie avant d'arriver à la température désirée et surtout, le four ayant accumulé toute cette énergie va mettre beaucoup plus de temps à redescendre en température. (Tous les possesseurs de fours construits en briques vous diront combien les derniers 500° sont longs à tomber...).

Dans ce type de four, une cuisson de grès peut mettre 12 à 20 heures pour monter jusqu'à cône 9, mais surtout 1 à 3 jours (voire plus) selon la taille du four pour redescendre jusqu'à la température d'ouverture... Le principal avantage que l'on peut avoir dans ce type de four est surtout une durée de vie considérablement plus grande que les fours à fibres.

## Connaissance de votre four, La Théorie Chapitre 23, Matériaux de construction

### Four construit avec des fibres céramiques légères :

A contrario, un four construit avec des matériaux légers aura une **masse thermique** faible, donc **peu d'inertie**. Les parois du four monteront très rapidement en température et la charge (les pots) va profiter au maximum de l'énergie dispensée par les brûleurs.

Il en résulte des cuissons courtes terminées en 6 à 7 heures et redescendues en une nuit. Par contre, les réfractaires et isolants utilisés sont **fragiles**, très fragiles et d'une durée de vie relativement limitée qui obligera probablement le propriétaire de ce type de four à refaire le garnissage au bout d'un certain nombre de cuissons.

Cette durée de vie dépend également beaucoup du soin avec lequel l'utilisateur va utiliser son four.

Surtout pas de chocs (physiques ou thermiques) et naturellement pas d'explosions dans le four comme il arrive souvent lors des premières cuissons de dégourdi si les pièces ne sont pas 100% sèches.

### Four construit avec des briques légères :

Restent les briques légères: Cette solution intermédiaire devrait (à mon avis) n'être utilisée que pour la construction de la sole des fours à fibres ce qui aurait pour avantage de leur donner une assise très solide sans pour autant grever le prix de façon exorbitante.

En résumé:

	Briques lourdes	Briques légères	Fibres
Prix d'achat	Chères	Très Chères	Bon marché
Durée de vie	Très longue	Longue	Limitée
Masse thermique	Très élevée	Moyenne	Faible
Inertie	Très élevée	Moyenne	Faible
Consommation	Forte	Moyenne	Faible
Durée des cuissons	Très longues	Longues	Courtes
Résultats	Très bons	Très bons	Très bons

**Influence de l'inertie du four** (et donc de la durée de cuisson) sur l'aspect final des glaçures.

On peut maintenant affirmer que aucun système n'est préférable à un autre et il est maintenant largement prouvé que toutes les glaçures peuvent être réussies **quels que soient les matériaux de construction**.

Il suffit de savoir « conduire son four ».

## Connaissance de votre four, La Théorie Chapitre 23, Matériaux de construction

A titre de comparaison:

Un four à **fibres** ... est à un four à **briques lourdes**  
ce qu'un **voilier** ... est à un **Supertanker**

Dans les deux cas, on peut traverser l'atlantique et arriver à bon port sans encombres (*pour peu que l'on sache les piloter sérieusement et que l'on ait pas d'avarie ...!*), mais les conditions de la traversée seront sensiblement différentes:

- **Le voilier** (*four à fibres*), sera léger, rapide, capable de virer sur lui-même, mais très soumis aux conditions de la mer et de la météo...
- Par contre, le **Supertanker** (*four à briques lourdes*), sera lent, avec une inertie énorme, mais beaucoup moins sensible à la houle et au vent.

### **Montée en température:**

Le temps de montée en température importe relativement peu sur l'aspect final des glaçures. Toutes les glaçures peuvent être obtenues en moins de 7 heures ou en plus de 15 heures sans grand changement d'aspect.

### **Descente de la température:**

Par contre, la vitesse de descente entre 1250° et 800° **conditionne beaucoup l'aspect final.**

Les inconditionnels du four à briques lourdes vous diront que ce système est préférable car les glaçures cristallisent mieux et sont plus douces. C'est exact, mais rien n'empêche un possesseur de four à fibres de ralentir sa descente pendant cette période critique en laissant les brûleurs en marche au ralenti pendant 2, 4, 10, ou 24 heures s'il le désire.. ce qui permet d'obtenir exactement le même résultat mais avec l'avantage qu'il peut être contrôlé, prolongé, raccourci, et même de faire des paliers positionnés à la température de son choix.

## Chapitre 24 La Combustion Energies de chauffage

### La Combustion

**Combustible:** Corps ou matière dont la composition est telle que au contact d'un comburant, ce corps va entretenir une réaction chimique plus ou moins violente dégageant de la chaleur. (bois, mazout ou gaz)

**Comburant:** Corps ou matière qui par combinaison avec un combustible permet la combustion. (l'oxygène)

**La Combustion**, c'est donc la combinaison entre combustible et comburant qui va entretenir la réaction chimique, laquelle va **transformer** les corps d'origine en corps différents.

Souvenons-nous de Lavoisier: "*Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme !*".

Pour ce qui nous intéresse, dans un four de potier le combustible est généralement le bois, le mazout ou le gaz (butane, propane ou gaz de ville). Tous ces combustibles sont des composés hydrocarbonés d'origine organique qui contiennent tous dans des proportions variables de l'**Hydrogène** et du **Carbone**. Le comburant lui est partout et gratuit, il s'agit de l'**Oxygène** contenu dans l'air (mais à hauteur de 21% seulement).

Une fois amorcée (c'est à dire, dès que la flamme est allumée), la combinaison chimique entre l'Hydrogène + le Carbone et l'Oxygène va s'auto entretenir et il y aura non seulement dégagement de chaleur, mais aussi transformation des gaz de combustion en Anhydride carbonique (le fameux CO<sub>2</sub> qui provoque l'effet de serre) plus du H<sub>2</sub>O qui (chacun de nous le sait peut-être), n'est autre que de l'eau...! plus de l'azote (78% de l'air) qui traverse le four **sans participer à la combustion** et qui va donc **...le refroidir ...!**

## Les énergies de chauffage:

### Le Bois, Le Mazout

Les fours à bois ou à mazout, ont déjà été "disséqués" et décrits en détails dans de nombreux ouvrages de par le monde et il n'est pas besoin d'en rajouter. Ce sont des fours de professionnels, je ne les ai pas expérimenté et laisse à d'autres le soin d'en parler. Sur ce sujet, je veux citer particulièrement deux auteurs qui font autorité en la matière: Alexandre Brongniart dans son "Traité des Arts Céramiques" et Daniel Rhodes dans son livre "Les Fours", tous les deux édités chez Dessain et Tolra, mais il y en a certainement beaucoup d'autres.

### L' Electricité

Je n'ai pas une grande expérience dans les fours électriques et laisse également le soin à d'autres d'en parler.

Il me semble toutefois que ces fours sont (*à priori*) d'un usage ultrasimple et relativement bon marché à l'achat, mais à moins d'avoir un compteur spécial, coûtent certainement très cher en consommation d'énergie...

D'autre part, ces fours ne font pas appel à la combustion mais à la **convection** et au **rayonnement** et ne permettent donc pas (*à priori*) de réaliser des cuissons comportant des réactions chimiques provoquées par la privation d'oxygène (réduction).

On peut toutefois arriver à obtenir une '*réduction*' plus ou moins bien contrôlée en provoquant à l'intérieur du four la combustion d'un produit hydrocarbure quelconque (huile, graisse, mazout etc...), mais je crois savoir que ce n'est pas très recommandé pour les résistances.

D'autre part, à moins de les équiper d'une soufflerie d'air (ce qui les refroidirait), ou d'un système quelconque qui y amènerait de l'oxygène pur, (dangereux), toute cuisson qui nécessiterait un supplément d'oxygène y est pratiquement impossible.

Dans tout ce qui va suivre, je ne traiterai donc ici que de la catégorie de fours que je connais bien et qui est de plus en plus utilisée par bon nombre de potiers:  
Je veux parler des ... **fours à gaz**....

## Connaissance de votre four, La Théorie

### Chapitre 24 Combustion, Energies de chauffage

**Le Gaz:** 4 sortes de gaz sont disponibles au public:

**Le Gaz naturel :** Ce gaz issu de la transformation naturelle des matières organiques est principalement du Méthane (CH<sub>4</sub>). Propre et non toxique ce gaz a pris la place de l'ancien gaz de ville qui était hautement toxique. Il est distribué au consommateur par réseau enterré et possède une haute efficacité énergétique.

**Les Gaz de Pétrole Liquéfiés ou G.P.L.** (Butane, Propane, GPL carburant) proviennent du raffinage du pétrole et du dégazolinage du gaz naturel.

**Butane:** C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> Le Butane est livré sous forme de bouteilles de 13 Kilos sous faible pression (1,5 Bar à 15°). Il est essentiellement destiné aux appareils ménagers à faible débit et doit être stocké à l'intérieur. Du fait de son faible débit et de sa sensibilité au froid, **il ne convient pas pour les fours à poterie.**

**Propane :** C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> Ce gaz est livré sous une pression plus forte (7,5 bars à 15°), sous forme de bouteilles de 13 et 35 kilos ainsi que citernes de 500kilogs, 1Tonne et 1Tonne750 à l'air libre ou enterrées. Les bouteilles doivent être stockées à l'extérieur

**GPL Carburant:** Ce gaz est un mélange de Propane et Butane. Il pourrait convenir pour un four à gaz, mais sauf exception est réservé aux véhicules.

**Combustion du gaz :**

**Si la quantité d'oxygène est suffisante**, la combustion du gaz est propre, n'émet ni poussière ni fumée, ni suie et ne produit que de la vapeur d'eau et du gaz carbonique (*ou dioxyde de carbone Co<sub>2</sub> qui est relativement peu dangereux*). Par contre, dans le cas de la réduction où la quantité d'oxygène est insuffisante, le gaz produit également du **monoxyde de carbone (Co)** qui lui est **extrêmement toxique et dangereux**. Assurez vous donc que votre cheminée est bien efficace et **aérez la pièce dans laquelle se trouve le four.**

#### **Attention: Problème très courant...**

Les bouteilles de Butane et même de Propane de 13 kilos **peuvent bloquer** au bout d'un certain temps **et ne plus délivrer suffisamment de pression.**

**Explication:** Tout soutirage de gaz quelqu'il soit provoque une dépression qui engendre un **froid intense** au robinet ou manodétendeur (c'est le principe des réfrigérateurs et congélateurs). Or, plus la demande est forte, plus la dépression est forte, et plus le froid est intense, plus la pression baisse.

**Il est donc indispensable d'adapter la taille de votre bouteille de gaz à la taille de votre four et au nombre de brûleurs.**

Si vous rencontrez ce problème, vous devez soit utiliser une bouteille plus grande, ou bien jumeler deux bouteilles ensemble ou même, chauffer le robinet détendeur avec un radiateur soufflant... (ce n'est pas très pratique, mais ça marche...

## Connaissance de votre four, La Théorie Chapitre 24, Combustion, Energies de chauffage

La combustion est une réaction chimique d'oxydation qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Exemple: Gaz Propane + air = gaz carbonique + eau + énergie, soit:  $C_3H_8 + 5(O_2) = 3(CO_2) + 4(H_2O)$

### Consommation d' énergie:

La consommation d'énergie au cours d'une cuisson se décompose en **quatre facteurs**:

Pour éviter de consommer de l'énergie en pure perte, vous allez devoir agir sur les **quatre facteurs** à la fois

#### 1°) L'énergie perdue pour monter les parois du four à la température voulue.

Cette perte d'énergie est directement liés à la **qualité de l'isolation** ainsi qu'à la **masse thermique** du four (voir pages précédentes). En conséquence, plus votre four sera **léger et bien isolé**, plus la consommation d'énergie sera faible... Par contre, un four en briques va devoir consommer des quantités phénoménales de thermies avant d'arriver à pouvoir chauffer les pièces...

#### 2°) L'énergie nécessaire pour amener la charge... (C'est à dire non seulement les pots céramique, mais en plus, les **plaques et matériel d'enfournement**) jusqu'à la température désirée. Dans tous les cas, il s'agit de monter en température **une masse** (*un poids*), et non un volume d'air. Naturellement, cela est inévitable, mais plus le poids de ce matériel d'enfournement sera élevé, plus les thermies nécessaires seront élevées...

#### 3°) L'énergie perdue par refroidissement

Ces pertes peuvent être très importantes si l'oxydation est excessive.

Si votre cuisson ne nécessite pas une oxydation importante, il est bon de limiter l'entrée d'air au **strict nécessaire** afin **d'éviter le refroidissement** du four et les pertes d'énergie par la cheminée.

#### 4°) L'énergie perdue par mauvaise combustion en cas de réduction excessive.

Ici aussi, tout excès de gaz est très consommateur d'énergie en pure perte car les brûleurs fonctionnent mal, sont encrassés et la température ne monte pas. En conséquence, il est bon de limiter la réduction au **strict nécessaire**.

## Chapitre 25

### Systèmes de combustion (à gaz ou à mazout)

Il existe de nombreux types de fours de forme différentes et à combustible variés, mais tous sont basés sur l'un des deux systèmes de combustion suivants...

#### **Air pulsé** ou **air induit**

##### **1°) Systèmes à air pulsé**

Les fours à air pulsé possèdent un système de combustion particulier qui mélange de façon précise et réglable le combustible (gaz ou mazout) avec le comburant (oxygène contenu dans l'air).

Ce mélange pré-réglé est envoyé sous pression dans le four par des buses orientées qui répartissent la chaleur et atmosphère de façon très homogène dans tout le volume intérieur du four.

Il en résulte non seulement que ces fours permettent des réglages très précis et reproductibles dans le temps, mais surtout qu'ils sont très peu affectés par les paramètres incontrôlables de météorologie tels que vent, pression atmosphérique etc...

Résultat : Des cuissons fiables, reproductibles et pratiquement sans surprises... Bref, des cuissons faciles avec beaucoup moins d'accidents dus à des excès de température ou des différences d'atmosphères.

Ils ont par contre l'inconvénient d'être plus cher (*et donc pas toujours à la portée du potier amateur*) et sont considérés par certains potiers comme un peu trop « aseptisés »...

Ces fours ne posant pratiquement aucun problèmes, je ne m'étendrai pas sur leur fonctionnement.

## Connaissance de votre four, La Théorie Chapitre 25, Systèmes de combustion

### 2°) Systèmes à air induit

Contrairement aux systèmes à air pulsé, (où le mélange air + combustible est préréglé et envoyé sous pression), les systèmes à air induit n'utilisent pas de ventilation mécanique. L'air nécessaire à la combustion est introduit uniquement grâce au tirage provoqué par l'évacuation des gaz brûlés dans la cheminée.

Ces fours sont beaucoup plus économiques car ils ont l'avantage de ne pas nécessiter de mécanique coûteuse et compliquée, mais ils ont par contre quelques inconvénients qu'il faut connaître afin de pouvoir les maîtriser.

En particulier le fait que les cuissons peuvent être très affectés par les conditions climatiques et météorologiques (température extérieure, pression atmosphérique, vent...).

D'autre part, les réglages des brûleurs et de l'atmosphère de cuisson sont plus délicats à régler.

Je concentrerai donc mon étude uniquement sur les fours à **air induit** (voir chapitre suivant) qui sont très répandus chez les potiers amateurs et nécessitent de nombreuses précautions particulières.

## Chapitre 26

### Fours à AIR INDUIT

#### L'Air: Principe.

Je rappelle ici que l'air est un mélange d'azote et d'oxygène.

La proportion d'azote (qui est totalement inerte et inutile dans la combustion) est **prépondérante (78%)** alors que l'oxygène qui est le principal gaz utile ne s'y trouve que dans une **proportion de 21%**.

#### Introduction de l'air dans le four.

Les systèmes à air induit n'utilisant pas de ventilation mécanique, l'air nécessaire à la combustion est introduit uniquement par la dépression (le tirage) provoquée par la montée des gaz brûlés dans la cheminée.

En début de cuisson, tant que le tirage n'est pas amorcé, (*c'est à dire avant 400/600°*), cet air n'est entraîné dans le four que grâce à la **vitesse** de la flamme des brûleurs.

Dès que le tirage de la cheminée a été amorcé (*ce qui ne se produit que vers 400 à 600°*), les gaz brûlés se trouvant dans la cheminée commencent à « tirer » les gaz se trouvant dans le four ce qui a pour conséquence de faire circuler l'air chaud autour des pièces à cuire et d'**aspirer de l'air frais** par les lumières (*orifices*) situés autour des brûleurs.

Nous avons vu que ce type de fours pouvait être très affectées par les conditions météorologiques, tels que température extérieure, pression atmosphérique et vent.

En effet, plus la différence de température entre l'air extérieur et les gaz du four sera grande, plus le tirage sera fort. (*Si il fait -15° à l'extérieur, le tirage sera plus fort que s'il fait +30°*).

De plus, si le vent souffle fort et/ou que la pression atmosphérique descend, on aura un tirage maximum qu'il faut absolument contrôler et éventuellement réduire surtout si la hauteur de cheminée est grande..

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 26, Fours à air induit

**Dans un four à air induit,  
l'air y est introduit de 3 façons différentes:**

### **1°) l'air PRIMAIRE** (Air introduit dans les brûleurs)

L'**air primaire** est l'air qui est nécessaire pour apporter l'oxygène indispensable à une partie de la **combustion du gaz** dans le brûleur .

Cet air qui ne participe absolument pas à l'atmosphère des cuissons est introduit directement **dans les brûleurs**.

Le réglage de la quantité d'air dans le but d'obtenir la **flamme la plus chaude possible** s'effectue à l'aide de la bague située juste en dessous de l'ouverture



Voir le **REGLAGE des BRULEURS** en pages 154 à 157.

### **2°) l'air SECONDAIRE** Air introduit autour des brûleurs

Le rôle de cet air est double...:

1°) Il doit amener le supplément d'oxygène nécessaire à la bonne combustion du gaz **lorsque la porte du four est fermée**. (Si cet air n'était pas introduit et que vous fermez la porte du four hermétiquement, la flamme s'éteindrait rapidement).

2°) Il doit procurer l'oxygène nécessaire aux réactions chimiques qui se produisent au cours des cuissons **en oxydation**.

Cet air est introduit dans le four par les « lumières » (*espaces*) situés **autour des brûleurs** (voir photo ci-contre).

Cette ouverture permettant l'introduction de l'air primaire étant **fixe** et non réglable, le réglage de cet air secondaire et donc de l'atmosphère du four se fait à **la sortie des gaz brûlés** à l'aide du **registre de tirage**.



Voir le **REGLAGE de l'ATMOSPHERE du FOUR** en pages 162 à 165

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 26, Fours à air induit

### **Améliorations à apporter aux entrées d'air secondaire:**

Certains constructeurs de fours à fibres plus ou moins 'bon marché' négligent le 'fignoilage' de l'orifice d'entrée d'air et se contentent souvent d'un simple trou dans la fibre recouvert de colle réfractaire.

Cette solution ne tient pas dans le temps car après un nombre conséquent de cuisson, le trou se retrouve beaucoup plus grand que celui d'origine.

Il en résulte une entrée d'air plus grande qu'au début, donc des réglages décalés et pas fiables ce qui peut provoquer des difficultés pour un obtenir un réglage précis de l'atmosphère du four.

Je préconise que ces entrées d'air secondaire soient percées au moment de la construction du four une bonne fois pour toute **dans des briques réfractaires légères de bonne qualité** afin de garantir des ouvertures toujours identiques, même après de nombreuses cuissons.

### **3°) l'air TERTIAIRE** (*air "parasite" ...!*)

L'air nécessaire à la cuisson ne devrait arriver en principe dans le four que par les seuls orifices prévus pour cette opération, c'est à dire **dans** et **autour** des brûleurs.

Si le four n'est pas 100% étanche et qu'il a des fissures dans son revêtement (*ce qui arrive souvent après de nombreuses cuissons*), de l'air non souhaité peut s'introduire par ces fissures et la quantité d'air introduite dans le four risque d'être (*à votre insu*), plus importante que prévue (ce qui risque de fausser l'atmosphère interne du four à des endroits précis ou aléatoires)...!

Conséquence: au cours d'une cuisson théoriquement au neutre vous vous retrouvez avec des bulles provoquées par du fer en ébullition ou du vert sur un rouge de cuivre suite à une oxydation parasite...!

Ces paramètres "parasites ou incontrôlés" expliquent en partie l'apparent "inexplicable" de certains résultats différents ou non reproductibles de deux cuissons que l'on croyait avoir conduites de façon strictement identiques...

Néanmoins, ils permettent parfois de " sortir " une pièce totalement inattendue (quelquefois extraordinaire ou totalement loupée).

Mais ces résultats "inattendus" sont aussi le sel de la vie d'un potier et la raison de sa poussée d'adrénaline au moment de l'ouverture du four...

Après tout, les Chinois, (nos grands Maîtres à tous), n'avaient pas de systèmes à air pulsé, avaient aussi du vent, des basses et hautes pressions, et probablement des fissures dans leur four n'est-ce pas ?

Ils ont pourtant "sorti" quantité de pièces magnifiques, mais comme tout bon potier qui se respecte, ils avaient certainement eux aussi, leur "musée des horreurs"... !

## Chapitre 27

### Réglage de la PRESSION du GAZ

#### Réglage de la Pression du gaz.

Tous les fours sont différents (nombre de brûleurs, type de gaz, dimensions des gicleurs, pression du gaz, dimensions des entrées et des sorties d'air, diamètre et hauteur de la cheminée).

Tous ces paramètres constituent un ensemble **cohérent, équilibré et immuable** qui détermine la **puissance** du four.

En général, la **pression optimale** et **maximale** du gaz sont des valeurs qui sont indiquées par le constructeur du four. Ces valeurs sont exprimées en **bars**.

La ligne de gaz est toujours équipée d'un '**manodétendeur**' qui permet d'introduire dans les brûleurs une pression plus ou moins grande de gaz. Cette pression du gaz introduite dans les brûleurs se lit sur un '**manomètre**' gradué (par exemple de 0 à 1,5 bars).

Le réglage de la pression détermine la quantité de gaz introduite dans le four et donc **la durée** de la cuisson. En effet, plus vous mettez de pression, plus vous donnez de **puissance** à votre four et donc plus la température sera atteinte **rapidement**.

L'analogie hydraulique toute simple serait la suivante: un ou plusieurs robinets (les brûleurs) devant remplir une grande cuve. Plus vous ouvrez les robinets, plus votre cuve sera remplie rapidement.

Vous pouvez donc régler vous-même la puissance de votre four entre 0 bars et la puissance maximum indiquée par le constructeur, mais vous ne devez pas dépasser cette limite car si votre four est construit pour donner sa pleine puissance par exemple à 0,5 bars, cela signifie que les ouvertures d'air sont calculées pour cette pression de gaz maximum.

**Important: Si vous augmentez la pression au-delà de la pression maximum** indiquée par le constructeur, vous allez créer un déséquilibre entre la quantité de gaz et la quantité d'air et **au lieu de monter, la température du four va se mettre à descendre**

**Explication:** Vos brûleurs n'auront plus assez d'oxygène pour brûler le gaz qu'ils reçoivent et ils cesseront de fonctionner correctement.

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 27, Réglage de la pression du gaz

Il existe en permanence un rapport étroit entre la quantité de **gaz** introduite et la quantité d'**air** introduite dans le four qui conditionne le bon fonctionnement du four. Toute variation de la quantité de gaz doit obligatoirement entraîner la modification de la quantité d'air secondaire..

Certains potiers modifient en permanence la pression de gaz ce qui les oblige également à modifier à chaque fois le réglage de la quantité d'air introduite dans le four car ces deux paramètres sont indissociables l'un de l'autre.

Personnellement, je considère que **cette pratique est mauvaise** car elle ne permet pas de prendre facilement des repères et de reproduire des cuissons à l'identique.

A titre personnel, je recommande vivement **d'éviter la modification de la pression du gaz au cours de la cuisson.**

Sachant par exemple que votre four est construit pour fonctionner avec une pression optimale de 0.4 Bars pour monter à 1.280°, je vous recommande d'**afficher cette pression** dès que les pièces ont dépassé le point quartz (c'est-à-dire vers 700° au pyromètre) et de **ne plus y toucher jusqu'à la fin de la cuisson.**

Je précise ici que **tous les réglages de l'atmosphère du four ne se font pas sur la pression du gaz, mais sur la fermeture plus ou moins grande du registre de sortie** (*nous verrons cela au chapitre 28 en pages 162 à 163*).

Je vous recommande d'effectuer votre première cuisson avec la **pression optimale** indiquée par le constructeur **dans une atmosphère aussi neutre** que possible, c'est-à-dire avec une flamme minuscule au trou de visite des cônes, (*voir chapitre 28 pages 164 et 165*) car c'est cette allure que la montée en température est la plus forte.

Si vous estimez que lors de cette première cuisson votre four est monté trop vite, il vous suffira lors de la prochaine cuisson de diminuer légèrement la pression de quelques graduations.

Par contre, si votre four semble monter trop lentement, (*et à condition que vous soyez en dessous de la pression maximale indiquée par le constructeur*), il vous suffira de faire votre prochaine cuisson avec un peu plus de gaz.

Après deux ou trois cuissons, vous aurez trouvé la bonne allure et **devrez conserver cette pression comme pression de référence pour toutes les autres.**

Cette pression de référence étant réglée une fois pour toutes, vous allez pouvoir facilement prendre des repères pour les réglages de la flamme des brûleurs et de l'atmosphère de cuisson.

## Chapitre 28

### Réglage de la flamme des brûleurs Air primaire

#### Ne pas confondre ...

Température de la **flamme des brûleurs** et la **température** du four.

#### Ne pas confondre non plus ...

Réglage de la **flamme des brûleurs** et le réglage de l'**atmosphère** du four.

#### Principes:

Dans un four à air induit, le réglage de l'**air primaire** (et donc de la température de la flamme du brûleur) est **totalemment indépendant** du réglage de l'**atmosphère de cuisson**.

Le rôle du brûleur est essentiellement d'apporter la chaleur nécessaire à la fusion des glaçures. (La Palice n'aurait pas dit mieux, mais il ne faut pas perdre de cet aspect fondamental).

Selon la masse du four (entre 100 et 500 kilos) et le nombre de brûleurs, chaque flamme de brûleur va devoir apporter en quelques heures quelques 200.000 à 800.000 calories (*calorie = énergie nécessaire pour élever 1 gramme d'eau de 1 degré*) pour que en fin de cuisson, l'ensemble parois du four + matériel d'enfournement + pièces soient toutes à la température homogène de 1.280°.

Il va donc falloir que nos brûleurs soient réglés de façon à ce que la partie la plus chaude de leur flammes soient **la plus chaude possible**..(aux environs de 1.700/1.900 degrés) pour la pression de gaz maximum utilisable.

Il est donc évident que des brûleurs mal réglés dont la flamme ne peut pas dépasser 1400 à 1500° aura un rendement désastreux et que compte tenu des pertes de chaleur par les parois, il en résultera beaucoup de difficulté (sinon l'impossibilité) de monter la température du four à 1.280°...soit une perte de temps considérable et une consommation excessive de gaz.

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 28, Réglage des brûleurs

Pour fonctionner et entretenir la **combustion** (voir chapitre 23), un brûleur a besoin de **gaz**, mais aussi d'**oxygène**.

Nous l'avons vu, l'oxygène contenu dans l'air n'y est que dans une faible proportion. (En effet chacun de nous le sait bien, l'oxygène ne représente que **21%** de l'air que nous respirons, le reste, 78% est constitué d'Azote et de quelques gaz rares).

Or, ces 78% ne participent absolument pas à la combustion du gaz et n'auront pour effet que se combiner avec le gaz de façon totalement inerte avec pour seule conséquence de **refroidir la flamme**.

Afin que notre brûleur puisse fonctionner de façon optimale et donner ainsi la flamme la plus chaude possible, la quantité d'air primaire va donc devoir être réglée le plus possible « pilepoil » pour que la quantité d'oxygène nécessaire et suffisante à la combustion du gaz puisse se combiner exactement avec celui-ci **sans refroidir la flamme**.

#### **Réglage de la flamme des brûleurs.**

Afin de pouvoir visualiser la flamme de façon correcte, le réglage de la flamme doit se faire à **four ouvert** et dans **l'obscurité la plus totale**. (voir photos).

Tous les brûleurs possèdent un gicleur de gaz **dont le diamètre** est fixe et **doit être strictement adapté** à la nature du gaz dont vous disposez et à sa pression optimale.

Le réglage de la flamme du brûleur à four ouvert consiste à **adapter la quantité d'air** à la **quantité de gaz**.

Ce réglage s'effectue (selon modèle des brûleurs) par le déplacement d'une bague ou le vissage ou dévissage d'un écrou ou d'une molette **sur le brûleur lui-même**.

En principe, le réglage peut être effectué à n'importe quelle pression de gaz et reste valable quelle que soit cette pression puisque c'est cette pression qui entraîne l'air primaire (mais cela, c'est la théorie) et pour plus de sécurité, il est préférable de **faire la réglage des brûleurs à la pression de gaz** maximale indiquée par le constructeur du four.

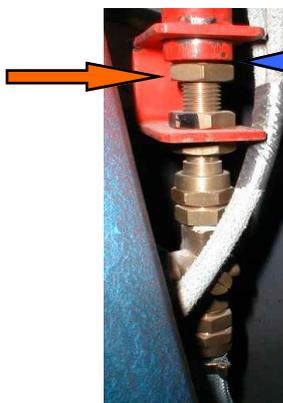
Les trois photos du base de la page suivante vous indiquent mieux qu'un long discours la façon de régler la flamme de vos brûleurs.

Je rappelle que ce réglage doit s'effectuer avec la **porte du four ouverte** et dans **l'obscurité totale**.

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 28, Réglage des brûleurs

- 1°) Ouvrir le four
- 2°) Mettre le gaz à la **pression maximum** indiquée par le constructeur
- 3°) Faire le **noir absolu** dans la pièce
- 4°) Régler la bague d'air primaire **sur chaque brûleur** jusqu'à ce que la flamme soit le plus près possible de la troisième photo.

Dans ce brûleur, le réglage de l'air primaire est effectué à l'aide de ce **gros écrou** situé dans la partie supérieure du brûleur. Dans d'autres brûleurs, ce réglage est effectué à l'aide du bague coulissante.. Dans tous les cas , le réglage est extrêmement fin et délicat.



C'est la « **lumière** », c'est à dire l'espace située entre cet écrou et le corps du brûleur qui va devoir être réglé précisément pour laisser passer juste ce qu'il faut d'air primaire pour faire fonctionner le brûleur de façon optimum. Le réglage est de l'ordre du dixième de millimètre.

Mauvais réglage	
	<p><b>Pas assez d'air</b></p> <p>Flamme longue, jaune et dansante, éventuellement fuligineuse). consommation excessive de gaz ,</p>

Mauvais réglage	
	<p><b>Trop d'air</b></p> <p>Flamme courte, bleue et très bruyante. refroidissement excessif de la flamme par l'azote.</p>

Bon réglage	
	<p>Flamme ferme, bleue à l'extérieur mais teintée de jaune à l'intérieur.</p> <p>Peu bruyante (bruit sourd)</p> <p><b>flamme chaude</b></p>

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 28, Réglage des brûleurs

En principe, le réglage des brûleurs est fait une fois pour toutes, mais il peut se dérégler au fil des cuissons.

En effet, il arrive souvent que les lumières (trous) permettant l'entrée d'air dans le brûleur soient bouchés partiellement par de la poussière ou des morceaux de fibre ou de tesson.

D'autre part, le trou du gicleur de gaz peut être bouché partiellement par des particules de carbone, ou alors à contrario, il peut aussi s'agrandir après de nombreuses cuissons par le frottement des atomes de gaz sur les parois du gicleur. (*eh oui !!!*) ...

Dans tous les cas, le réglage s'en trouve changé.

Il faut donc vérifier les flammes de tous les brûleurs **avant chaque cuisson**

Pour ce faire, pas besoin d'appareil de réglage, en principe, l'**œil** et l'**oreille** doivent être suffisants pour régler les brûleurs de façon correcte.

L

## Chapitre 29

### Atmosphères de cuisson Réglage de l'atmosphère du four Le Registre et la cheminée

#### Atmosphères de cuisson

Il y a trois sortes d'atmosphères de cuisson:

##### L'atmosphère OXYDANTE

Dans ce cas, le four reçoit une quantité d'air **légèrement excès** (mais pas trop...) par rapport à celle dont il a besoin pour fonctionner. Cet excès d'oxygène va permettre les réactions chimiques oxydantes souhaitées.

##### L'atmosphère REDUCTRICE

Suite à la fermeture limitée (et quantifiée) du registre de sortie, le four se met légèrement et progressivement « sous pression ». Cette pression limite donc la quantité d'air secondaire susceptible d'entrer dans le four autour des brûleurs. A cause de cette limitation d'air à l'entrée, la flamme des brûleurs ne trouve plus suffisamment d'oxygène pour brûler de façon optimum et va donc chercher à "tirer" son oxygène là où elle va pouvoir le trouver, c'est à dire dans les oxydes qui composent les glaçures.

Cette atmosphère va donc transformer donc fondamentalement et chimiquement la composition de la glaçure en **réduisant** (d'où le nom...) le nombre d'atomes d'oxygène qui la composent.

##### L'atmosphère NEUTRE

Ce type d'atmosphère est un équilibre extrêmement instable qui peut être comparé à un objet en équilibre sur une lame de rasoir... Autant dire que dans la pratique, cet équilibre est **totalemment irréalisable**.

Pour certaines glaçures (bleus de fer, rouges de cuivre), Il faudra pourtant essayer de s'en approcher au plus près en réglant le **registre de sortie** (*voir page suivante*) de façon à ce que la flamme qui s'échappe du trou de visite soit extrêmement faible et ne reste pas plus de quelques secondes.

Dans ce cas, il faudra vérifier assez souvent ce qui s'échappe du trou de visite, **dans le noir le plus complet**.

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 29, Réglage de l'atmosphère du four

### Réglage de l'atmosphère du four, Le Registre

Ce réglage est totalement indépendant du réglage des brûleurs et **ne doit pas être confondu avec le réglage de la flamme**

Dans le cas d'un four à air induit, l'atmosphère réductrice ou oxydante est déterminée par la quantité **d'air secondaire** introduite **autour des brûleurs** par le tirage du four.

La « lumière » (trou) située autour des brûleurs étant **fixe**, la seule solution pour régler la quantité d'air introduit dans le four consiste donc à régler l'évacuation des gaz **à la sortie**.

Le **Registre** est une plaque coulissante placée (verticalement ou horizontalement) sur le conduit d'évacuation des gaz brûlés dont le rôle est de limiter l'évacuation de ces gaz à une valeur quantifiée et reproductible.



Ce réglage de l'évacuation des gaz brûlés à la sortie conditionne la **quantité d'air secondaire admise à l'entrée** et donc la quantité d'oxygène présente dans le four, ce qui par conséquent détermine le type d'atmosphère.

Si le **registre** est complètement ouvert, il y aura excès d'oxygène et le four sera en **oxydation**.

Si le **registre** est plus ou moins fermé, il y aura une réduction de la quantité d'oxygène admise à l'entrée et le four se trouvera en « **réduction** ».

Toute la difficulté consiste à trouver les bons réglages intermédiaires afin que le four soit en oxydation ou en réduction **juste ce qu'il faut mais pas plus...**

En effet, un **excès d'ouverture** va provoquer un **refroidissement du four** suite au mauvais fonctionnement des brûleurs par **excès d'azote**.

A l'opposé, un **excès de fermeture** va également provoquer un **refroidissement du four** mais cette fois-ci à cause de la **privation d'oxygène**.

### Evacuation des gaz brûlés: Registre et cheminée

Afin de rendre les réglages de l'atmosphère **beaucoup plus précis et reproductibles**, je recommande d'apporter des **améliorations au registre** et procéder à l'installation d'un **limiteur de tirage** sur le parcours de la cheminée. (voir page suivante).

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 29, Réglage de l'atmosphère du four

#### Amélioration au niveau du Registre

Certains constructeurs de fours à fibres plus ou moins 'bon marché' négligent le 'fignolage' de cette partie (pourtant primordiale) et se contentent souvent d'une simple plaque coulissant directement sur de la fibre. Il en résulte un réglage très approximatif et difficilement reproductible. ... (je l'ai vu également à plusieurs reprises sur des fours dits « de qualité »)

Si votre four comporte un registre horizontal de ce genre, je vous suggère de le **faire coulisser** entre deux briques réfractaires cimentées avec du ciment réfractaire.

Un réglet en acier inoxydable (que vous trouverez dans tous les magasins de bricolage) sera fixé sur la partie fixe et un index sera placé sur la partie mobile. Ainsi, il vous suffira de relever la position de l'index en face du réglet pour les différentes atmosphères de cuisson pour pouvoir la noter et la reproduire. Cette solution est très stable dans le temps et permet des réglages "millimétriques".

#### Limiteur de tirage sur la cheminée

Tout four à gaz doit être muni d'une cheminée pour évacuer les gaz brûlés ( $\text{Co}_2$ =dioxyde de carbone= gaz carbonique), mais surtout **les gaz non brûlés** ( $\text{Co}$ =Monoxyde de carbone) **qui sont très toxiques**. Cette cheminée n'est en général pas livrée avec le four et doit être installée par l'utilisateur.

Mais dans un four à air induit, la cheminée joue également un rôle très important dans le **tirage de l'air secondaire** introduit dans le four et si la cheminée est très haute il faut absolument **réduire** et **contrôler le tirage** qui pourrait être très influencé par le vent et les différences de température.

Pour limiter le tirage, on peut soit utiliser un **tuyau en Té** ou bien couper le tuyau d'évacuation des gaz et le surmonter d'un **"avaloir"**..



L'**avaloir** se règle en le plaçant plus ou moins haut par rapport à la souche de cheminée,  
Le **té** se règle en diminuant progressivement le trou de la troisième branche.



Quel que soit le système, le réglage de ce limiteur de tirage s'effectue **une bonne fois pour toutes** (après de multiples tâtonnements).

Une fois réglé de façon satisfaisante, il **ne doit plus être modifié**.

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 29, Réglage de l'atmosphère du four

#### Trou de visite ou trou «espion»

Ce trou est ménagé sur la face avant du four afin de pouvoir visualiser :



- 1°) la **couleur** de l'intérieur du four pendant la cuisson (ce qui permet d'estimer la température)
- 2°) les **cônes pyrométriques (ou montres fusibles)** qui seront placés juste en face.
- 3°) la **flamme ou l'absence de flamme** qui permet d'estimer l'atmosphère de cuisson.

Certains fours modernes bardés d'électronique ne sont plus pourvus de ce trou. Si c'est votre cas, je vous recommande de le faire vous même car il est important de pouvoir visualiser directement ce qui se passe dans votre four.

Ce trou est à creuser proprement dans la paroi du four à environ la moitié de la hauteur utile du four. (A garnir avec une ou plusieurs couches de barbotine pour éviter la destruction de la fibre sur le long terme).

Un simple bouchon fabriqué avec une brique réfractaire légère suffira pour le boucher.

#### Estimation du degré de réduction à un moment donné

Comme je l'ai indiqué plus haut, en atmosphère réductrice, le four se trouve plus ou moins "sous pression" et la flamme des brûleurs ne recevant pas suffisamment d'oxygène, celle-ci ne consomme pas la totalité du gaz (propane) qui traverse le four et cette partie du gaz non brûlé se retrouve intacte à la sortie du four et s'enflamme au contact de l'oxygène de l'air ambiant de l'atelier.

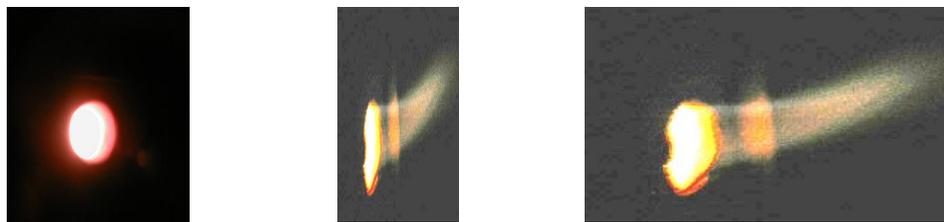
Si vous avez ménagé un trou de visite, vous pourrez visualiser cette flamme et estimer avec suffisamment de précision le degré de réduction.

A mon avis, ces estimations s'avèrent largement suffisantes pour le potier «moyen» qui cherche à avoir une idée de ce qui se passe dans le four à un moment donné.

J'ai eu pendant quelques temps un analyseur d'atmosphère extrêmement précis (et coûteux), j'avais l'œil rivé en permanence dessus et n'ai jamais autant loupé de glaçures !.. Cet appareil est tombé en panne et j'en suis revenu aux estimations suivantes: (voir photos en page suivante).

- Aucune flamme: vous êtes en **oxydation**.
- Une flammèche qui disparaît immédiatement, vous êtes **proche du neutre**.
- Une flamme de 5cms qui disparaît après quelques secondes trahit une **réduction faible**
- Une flamme de 10cms qui reste visible plus de 10 secondes, vous êtes en **réduction très forte**

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 29, Réglage de l'atmosphère du four



Au fil des constatations que vous ferez à chaque cuisson, vous pouvez vous faire un petit tableau qui vous indiquera que pour **telle pression de gaz**, avec **telle ouverture du registre**, vous constatez **telle flamme** au trou de visite et vous vous trouvez donc dans **telle condition d'atmosphère**.

### Tableau des réglages du four.

Je vous reproduis ci-dessous un exemple du tableau qui indique les constatations que vous aurez faites sur vos premières cuissons.

Ce tableau vous indique pour deux pressions de gaz distinctes ce que vous pouvez constater au trou de visite selon les différents réglages du registre de sortie

Nous avons vu plus haut que en atmosphère oxydante, un excédent d'air va refroidir le four ce qui va nécessiter une cuisson beaucoup plus longue et donc beaucoup plus de gaz.

La **pression du gaz** et les **mesures d'ouverture** ne sont **que des exemples** et sont à adapter à votre propre four.

Ouvertures du registre à la Pression de...		Constatations au trou de visite	Atmosphère
0.50 Bars	0.40 Bars		
10cm	9cm	Pas de flamme	Oxydation très forte
9,5cm	8,5cm	Pas de flamme	Oxydation moyenne
9cm	8cm	Pas de flamme	Oxydation faible
8,5cm	7,5cm	Pas de flamme	Oxydation très faible
8cm	7cm	Flamme minuscule qui disparaît immédiatement	Neutre
7,5cm	6,5cm	Flamme 10cm qui ne reste pas	Réduction très faible
7cm	6cm	Flamme 10 cm qui reste 5 secondes	Réduction faible
6,5cm	5,5cm	Flamme 10 cm qui reste plus de 10 secondes	Réduction moyenne
6cm	5cm	Flamme 12/15cm	Réduction forte
5,5cm	4,5cm	Flamme de plus de 15cm	Réduction très forte

## Combustion et consommation:

Dans le cas de la réduction, l'appauvrissement en oxygène va faire en sorte que une bonne partie du gaz propane va traverser le four sans brûler.

Dans les deux cas, il y aura **surconsommation de gaz...**

Donc, **en supposant un four étanche et bien isolé**, pour minimiser la consommation de gaz, il est souhaitable de **ne pas être excessif** ni dans un sens, ni dans l'autre.

En atmosphère oxydante, il ne sert à rien d'amener plus d'air qu'il n'en faut. Si il n'y a pas de flamme à la sortie du trou de visite, c'est suffisant... Il ne faut pas ouvrir plus que nécessaire et se souvenir que plus on introduit d'air dans le four, plus on le " refroidit ". (l'air ambiant n'est composé que de 21% d'Oxygène plus 78% d'Azote + autres gaz qui ne participent pas à la combustion et donc traversent le four de façon tout à fait neutre en le refroidissant...)

En atmosphère réductrice, il n'est pas nécessaire d'avoir une flamme de 20cms au trou de visite. La simple présence d'une flamme, (même petite), indique qu'il n'y a pas assez d'oxygène et que le four va prendre l'oxygène dans les glaçures.

Naturellement, la cuisson super économique par excellence c'est la cuisson au neutre où il y a théoriquement un équilibre parfait, mais comme je l'ai indiqué, c'est le fil du rasoir...et de toutes façons, ce type de cuisson ne convient pas pour toutes les glaçures

## Chapitre 30

### Conduite du FOUR : Mesure des températures.

#### TEMPERATURE de l'atmosphère du four, le PYROMETRE

Les températures indiquées par le pyromètre au cours d'une cuisson doivent être interprétées de façon différente selon qu'il s'agit du début ou de la fin de cuisson et surtout selon le **taux de montée (1)** en température.

En effet, la sonde d'un pyromètre, aussi sophistiquée soit-elle est un instrument dont la paroi extrêmement fine est conçue pour relever la **température de l'atmosphère qui l'entoure** en un point précis et **non pas** la température au cœur des pièces.

Or, les gaz très chauds venant des brûleurs (1.700/1.800°) vont devoir chauffer en même temps: les parois du four **plus** le matériel d'enfournement **plus** toutes les pièces contenues dans le four. Toute cette charge (*qui selon la taille du four peut représenter plusieurs centaines de kilos*), représente une **inertie énorme** par rapport aux gaz du four (*qui n'ont aucune inertie*), ainsi que par rapport aux parois du pyromètre qui sont très fines.

Il en résulte que si vous choisissez un taux de montée (1) rapide, la charge du four (*du fait de son inertie*), n'aura pas le temps de se mettre à l'unisson avec la température de l'atmosphère du four et pendant les premières heures de la cuisson, la température réelle (à cœur) des pièces pourra être **très inférieure** à celle indiquée par le pyromètre.

(Cette différence de température entre l'atmosphère du four et la masse totale du four représente d'ailleurs un risque de casse non négligeable des pièces ou des plaques).

En conclusion, avant d'interpréter une température donnée par le pyromètre il faudra donc toujours se poser la question suivante: « *La masse totale du four et des pièces a-t-elle bien eu le temps de se mettre à la température de l'atmosphère du four ?* »

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 30, Mesure températures

Si vous êtes en **début de cuisson** et/ou que votre taux de montée est relativement rapide, la réponse est absolument NON et vos pièces seront donc certainement à une température très inférieure à celle indiquée par le pyromètre.

Par contre, si vous êtes en **fin de cuisson** et/ou que votre taux de montée est relativement faible, la réponse pourra être OUI et dans ce cas vous pourrez considérer que la température à cœur des pièces est à peu près celle indiquée par le pyromètre (à quelques degrés près tout de même).

Toutefois, en **milieu de cuisson**, dans la plage de températures allant de 300 à 1.200°, cette différence d'information entre la température indiquée par le pyromètre et la température réelle des pièces n'a finalement pas grande importance.

En effet, peu importe vraiment de savoir si les pièces sont à 750, 800 ou 900°. Dans ce cas, le pyromètre doit être considéré comme un outil qui ne doit servir qu'à prendre des repères approximatifs.

### Contrôle de la maturité des glaçures : Les Cônes pyrométriques.

Par contre, en fin de cuisson, il importe de savoir de façon **précise** si les glaçures qui sont à la surface des pièces sont arrivées à maturité ou pas...

Pour répondre à cette question le pyromètre n'est d'aucune utilité car avec un taux de montée rapide, on pourrait lire 1.280° au pyromètre et avoir des glaçures sous cuites et inversement, on pourrait très bien avoir des pièces sur cuites à 1.250° si le taux de montée est très lent ...

Il résulte de tout ce qui précède que pour être « puriste », le fait de dire que l'on cuit à 1.260 ou 1.280° n'a aucun sens si l'on ne précise pas le taux de montée

Donc en fin de cuisson, **il faut oublier le pyromètre** .

La seule façon de savoir de façon certaine si les glaçures sont « mures » ou pas est d'utiliser des **cônes pyrométriques** (ou montres fusibles) ou bien encore, des anneaux revêtus de glaçure.

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 30, Mesure températures

Par exemple, en supposant une glaçure calculée pour être « mure » à cône 9, cette glaçure sera arrivée à maturité lorsque la pointe du cône 9 touchera la plaque sur laquelle il est posé. Si le cône est bien positionné dans le four, cela signifie que la majeure partie des pièces du four auront à cet instant précis accumulé exactement ce qu'il faut de chaleur pour que les glaçures soient accordées à la chute de ce cône.

Naturellement, cela n'exclue pas qu'il y ait dans votre four des zones plus chaudes ou plus froides car peu de fours à air induit sont réellement homogènes en température, mais si vous cuisez toujours au même cône et que celui-ci est toujours placé au même endroit, vous finirez par connaître les zones chaudes et froides de votre four et même en tirerez-vous avantage pour certaines glaçures.

A titre personnel, je fais toutes mes cuissons de grès à **cône 9 tombé**.

Or, d'après Orton, Seger ou Céradel, le cône 9 est calculé pour tomber aux températures suivantes:

à **1250° si le taux de montée est de 20° par heure.**

ou bien à **1280° si le taux de montée est de 150° par heure .**

Rappel important:

**En fin de cuisson, ne se fier qu'aux cônes...**  
(pas au pyromètre)

Voir en Annexe, page 217 la préparation des cônes pyrométriques

Voir aussi un exemple de courbe de cuisson en page 182

(1) Taux de montée = nombre de degrés par heure ou par minute

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 30, Mesure températures

### POSITION de la sonde du pyromètre dans le four

La sonde d'un pyromètre qui va devoir relever la température de l'atmosphère du four de façon aussi fiable que possible devra être **aussi éloigné que possible du trajet de la flamme des brûleurs** (1.700/1.800°) en tenant compte que ce trajet peut rebondir sur les parois du four.

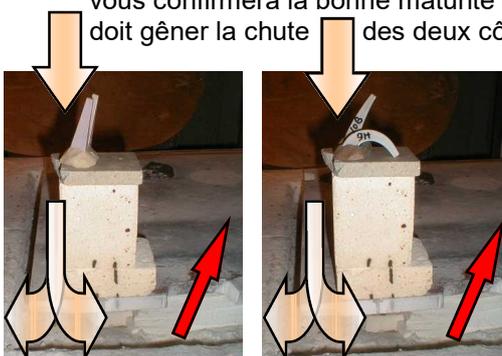
La plupart des fours à air induit étant maintenant à flux renversé avec la flamme des brûleurs dirigées vers le haut, il semble logique (si possible) de placer la sonde du pyromètre au cœur du four, à un niveau assez bas sur le trajet de l'**évacuation** des gaz du four. La tête de la sonde devra être aussi « froide » que possible et donc éloignée de la paroi et sans contact direct avec cette paroi.



### POSITION des Cônes pyrométriques dans le four:

Pour les mêmes raisons fondamentales, il est nécessaire que les cônes pyrométriques soient situés dans la même zone que la sonde du pyromètre, je dirais, à peu près à la moitié de la hauteur utile du four dans le flux **descendant** des gaz du four **juste avant leur évacuation**. Le trou de visite dont il est question au chapitre 28 page 164 devra être placé juste en face.

Si vous cuisez à cône 9, (entre 1240° et 1280° selon taux de montée), je vous suggère de placer un cône 9 face au trou de visite, bien visible depuis l'extérieur plus un cône 10 immédiatement derrière. L'inclinaison du cône 10 après cuisson vous confirmera la bonne maturité de vos glaçures. Naturellement, rien ne doit gêner la chute des deux cônes.



Position des cônes dans le flux descendant (flèches orange). La flèche rouge indique la direction de la flamme du brûleur.



Cônes 9 et 10, avant et après cuisson. Après cuisson (à droite), le cône 9H est tombé, le cône 10B est penché.

## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 30, Mesure températures

### **VISUALISATION des cônes dans le four.**

Vers 1.200° (et au-delà), lorsque toutes les pièces et les cônes sont à la même température, les longueurs d'ondes de toutes les molécules sont toutes identiques. Il en résulte que parois, pièces et cônes, tout, **absolument tout** est de la même couleur jaune/clair brillant. Il est donc absolument impossible de distinguer quoi que ce soit dans le four...

La solution pour pouvoir voir l'inclinaison des cônes consiste donc à souffler légèrement par le trou de visite afin de refroidir temporairement le cône. Celui-ci devient donc visible pendant quelques secondes avant de reprendre rapidement la couleur uniforme du four.

**Attention**, en cas de réduction forte, si la flamme est importante, cette opération peut être dangereuse, vous risquez au minimum d'y laisser quelques sourcils ou quelques cheveux ou bien même des brûlures graves.

Un conseil donc pour éviter de vous brûler: Diminuez **provisoirement** la pression du gaz et laissez la flamme devenir moins intense ou bien soufflez à l'aide d'un petit tube en matériau réfractaire. (*du style des barreaux creux qui servent à tenir les parois du four*).

### **« Petit truc bien pratique ... »**

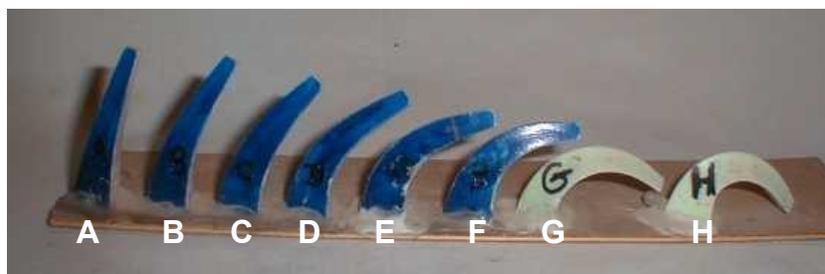
#### **Une planchette de référence pour l'inclinaison des Cônes.**

Si comme moi, vous cuisez à cône 9 tombé et que vous décidez de ne vous fier qu'aux cônes pendant la fin de cuisson, c'est à dire à partir de 1.220°, je vous suggère de vous « bricoler » une petite planchette sur laquelle vous pourriez coller quelques cônes à différents degrés d'inclinaison.

En les numérotant ou en leur affectant des lettres, ces cônes de référence vous permettront d'évaluer plus facilement le degré de cuisson auquel vous vous trouvez pour un taux de montée donné, et vous permettront donc d'estimer au mieux le temps qu'il reste avant la chute du cône 9.

*(Ainsi, à 20/30° par heure, on peut estimer que entre les cônes D et E il faut compter environ 10 minutes. Idem entre E/F, F/G et G/H. Naturellement, à 80° par heure, le temps entre chaque inclinaison sera considérablement réduit).*

A vous de prendre vos repères et ... **de tout noter...**



## Chapitre 31

### DIFFERENTES PHASES d'une CUISSON

Une cuisson se déroule en plusieurs phases qui ont chacune leur utilité et leur particularité et leur utilité.

#### 1°) Séchage:

Cette phase s'applique surtout aux cuissons de dégourdi (ou biscuit), mais elle est également très importante dans les cuissons de grès. Toutes les pièces introduites crues dans le four contiennent toujours un certain pourcentage d'humidité (même si les dites pièces vous paraissent complètement sèches). Cela est d'ailleurs surtout vrai pour les pièces dont les parois sont épaisses, bien sèches à l'extérieur, (mais pas à l'intérieur...), mais cela est aussi très vrai pour les pièces déjà cuites biscuit et sur lesquelles vous venez d'appliquer une glaçure.

Cette eau «physique» doit être absolument et **complètement** éliminée avant toute montée en température au-delà de 180°. Dans le cas contraire, «Bing», vos grosses pièces vont **exploser en mille morceaux** sous la pression de la vapeur d'eau. (voir photo).



Donc, pendant cette phase de séchage, on recommande d'être particulièrement prudent et de n'allumer que un seul brûleur (si vous en avez plusieurs) ou/et de le mettre au minimum de pression ou bien d'utiliser une veilleuse (si vos brûleurs en sont équipés). Température maximum au pyromètre: 160°/180° Afin de permettre à toute l'humidité résiduelle de s'échapper facilement, je recommande de procéder çà ce séchage à **four légèrement ouvert** car dans les fours à air induit et à cette température, le tirage par la cheminée n'existe pas encore.

En principe, vous devriez voir apparaître de la condensation sous forme de gouttelettes d'eau, bien visibles à proximité de l'ouverture du four. De plus, si

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 31, Différentes phases de cuisson

vous placez précautionneusement la paume de la main en face du trou de visite, vous devriez ressentir que les gaz qui s'échappent sont humides.

Cette de séchage de séchage doit durer (comme aurait dit Fernand Raynaud) «un certain temps...» qui peut être très variable (de 1 à 3 heures) selon le degré d'humidité des pièces que vous avez introduit dans le four. On peut considérer que le séchage est terminé lorsque **aucune sensation d'humidité** n'est plus perceptible si vous placez la main au trou de visite ou bien lorsqu'il n'y a plus **aucune trace de condensation** sur les parois du four à proximité de l'ouverture. A partir de ce moment, comptez encore une demi-heure de sécurité, et vous pourrez passer à l'étape suivante en toute tranquillité.

#### 2°) Préchauffage:

Cette phase consiste maintenant à amener **les pièces** de 180° jusqu'à 570° à une vitesse «raisonnable». En effet, la température de 570 à 600° est «relativement» critique car c'est la température du «point Quartz» à laquelle les pièces subissent une certaine dilatation. Si cette dilatation est trop brusque, elle peut provoquer quelques fissures ou cassures dans certaines pièces.

Mais comme je l'ai expliqué dans le paragraphe précédent, votre pyromètre peut très bien indiquer 600° et vos pièces n'être encore qu'à 500 ou 550°. Je dirai donc, jusqu'à 700° (au pyromètre # 600° pour les pièces), allez-y fermement, mais raisonnablement.

Pour fixer les idées, je suggère environ 3/4 d'heure à 1 heure entre 200 et 700°.

#### 3°) Chauffage:

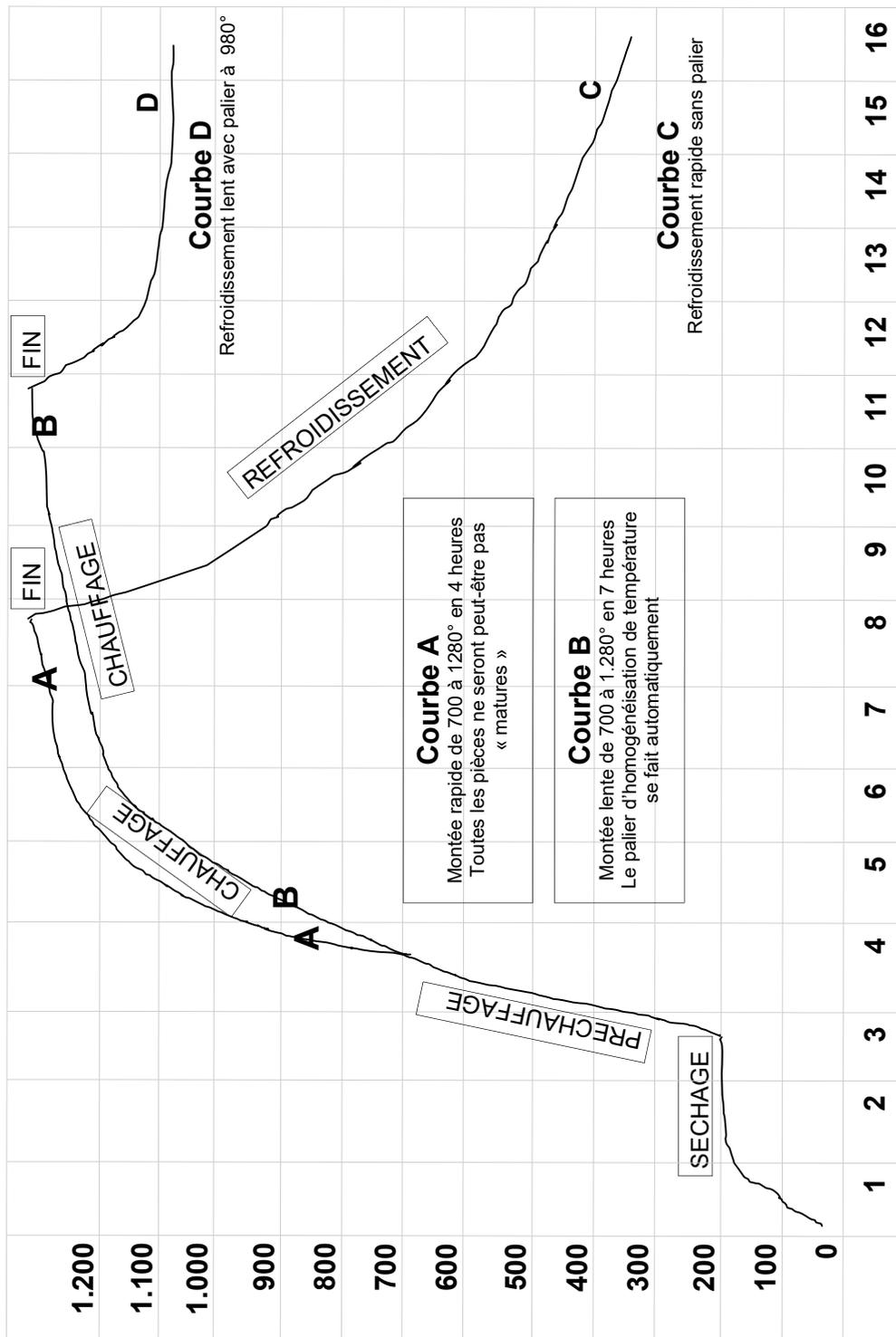
Après 700° au pyromètre, le point quartz passé, vos pièces ne risquent plus rien... **C'est le moment de mettre toute la pression** compatible avec le taux de montée que vous aurez choisi, (voir réglage de la pression du gaz au chapitre 26) et de chauffer sans limitation jusqu'à 1.220° au pyromètre.

#### 4°) Maturation:

Entre 1.220° au pyromètre et la chute du cône choisi, c'est la période de maturation de la glaçure qui ne requiert pas de limitation particulière; Par contre, à cette température, le contrôle doit se faire en visualisant **les cônes** et non le pyromètre (voir chapitre précédent).

#### Palier en fin de cuisson ou pas ?

En cas d'une montée en température rapide, il peut être nécessaire de faire un palier en fin de cuisson pour permettre la maturation homogène de la glaçure. Par contre, avec un taux de montée relativement lent, la maturation de la glaçure se



**Courbe A**  
 Montée rapide de 700 à 1280° en 4 heures  
 Toutes les pièces ne seront peut-être pas « matures »

**Courbe B**  
 Montée lente de 700 à 1280° en 7 heures  
 Le palier d'homogénéisation de température se fait automatiquement

**Courbe C**  
 Refroidissement rapide sans palier

**Courbe D**  
 Refroidissement lent avec palier à 980°

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 31, Différentes phases de cuisson

fait progressivement tout au long de la phase de maturation et point n'est besoin de palier. Dans les deux cas, le résultat est souvent similaire.

#### 5°) Fin de la cuisson:

La pointe du cône que vous avez choisi vient de toucher la base sur laquelle il est posé. La phase de montée en température est terminée, il est temps d'arrêter les brûleurs et de fermer le registre.

#### 6°) Palier au refroidissement (ou pas...)

Toutes les glaçures ne nécessitent pas de refroidissement particulier. Bon nombre de glaçures sont d'ailleurs totalement sans réaction par rapport à la durée du refroidissement.

Par contre, pour certaines glaçures particulières, le refroidissement peut être une phase très importante de la cuisson car certains «effets» tels que les cristallisations et glaçures mates ou satinées nécessitent absolument une descente très lente de la température entre 1.250 et 800°. Si cette descente se déroule trop rapidement, les cristaux n'auront pas le temps d'apparaître ou de grossir et les effets seront perdus.

Les anciens fours en briques lourdes ayant une inertie très importante avaient un taux de descente extrêmement lent. (il fallait d'ailleurs quelquefois plusieurs jours pour atteindre une température permettant d'ouvrir le four).

Or, le principal défaut des fours à fibres, c'est que (contrairement aux fours à briques), le taux de descente en température est assez rapide. (quelques heures).

Pour compenser cette descente rapide, on peut (si on le souhaite ou si la glaçure le nécessite) faire un ou plusieurs paliers au refroidissement vers 1.100 ou 1.000° même 900° pendant une ou plusieurs heures.

Si le ou les paliers sont menés à température idoine pendant la durée nécessaire, le résultat peut être identique aux résultats obtenus dans un four à briques lourdes, je dirai même que four à fibre présente l'avantage de permettre le **contrôle** cette descente.

#### Différents taux de montée en température, durée de cuisson

Pour la phase de séchage, nous n'avons pas le choix, il faut y aller «doucement» voire «très doucement».

Entre 200 et 700° nous avons dit environ 3/4 d'heure à 1 heure.

Par contre, à partir de 700°, dans les phases de chauffage et de maturation, le potier a le choix entre deux solutions principales (*avec naturellement toutes les solutions intermédiaires*):

Soit mettre une pression plus faible et monter **lentement** (entre 6 et 7 heures de 700° jusqu'à maturation). Dans ce cas, le palier se fait presque automatiquement

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 31, Différentes phases de cuisson

car du fait des pertes de température par les parois du four, la température augmente très lentement dans les deux dernières heures. (*dans ce cas, le cône 9 tombera entre 1.240 et 1.250°*)

- Soit mettre une pression plus forte et monter **rapidement** (entre 4 et 5 heures de 700° jusqu'à maturation) (*si son four le lui permet*) et dans ce cas, il est possible que toutes les pièces ne soient pas toutes à la même température ce qui mettra peut-être le potier dans l'obligation de faire un petit palier en fin de cuisson pour obtenir une maturation correcte des glaçures. (*Dans ce cas, le cône 9 tombera plutôt vers 1.280°*)

Chaque potier confirmé vous dira soit qu'il faut monter lentement ou rapidement, qu'il faut faire ou non un palier sans vous donner tous les détails. Quant à moi, je crois que pour bon nombre de glaçures, le résultat sera très similaire.

Par contre, **certaines glaçures** sont plus **sensibles** que d'autres à la **température** ou à la **durée de cuisson** et pour ces glaçures **sensibles, il est important que la cuisson se déroule conformément à leur sensibilité**, sinon: échec garanti.

A titre d'exemple, les glaçures qui contiennent des composants très réfractaires ainsi que celles qui contiennent beaucoup d'oxyde de fer peuvent avoir besoin de plus de temps que les autres pour permettre leur «absorption». Pour ces glaçures, (selon l'effet recherché), on choisira peut-être une montée en température plutôt lente...

Un autre exemple concerne les glaçures contenant du cuivre (*qui se volatilise à une température proche de 1.250°*) et pour laquelle on a tout intérêt à monter lentement jusqu'à 1.230° et surtout **ne plus s'attarder** au-dessus de cette température sous peine de trouver une glaçure toute ... blanche....

En résumé, chaque potier a ses habitudes de cuisson, mais surtout, **chaque glaçure a un mode de cuisson qui lui convient le mieux**, et il est bon de le savoir et d'en tenir compte.

Ce n'est pas la garantie du succès, mais en tous cas, cela explique sûrement pourquoi une recette miracle copiée dans un livre qui ne précise pas toutes les subtilités de la cuisson aura toutes les chances de rater...

C'est la raison pour laquelle pour toutes les glaçures spéciales décrites dans cet ouvrage aux chapitres 15 à 20 telles que les Tenmokus, Bleus de fer, Gouttes d'huile, Céladons et Rouges de cuivre... je précise toujours les **conditions exactes de la cuisson**.

C'est une démarche suffisamment rare dans les ouvrages de céramique pour être soulignée...

## Chapitre 32

### REPRODUCTION des GLACURES REGLAGE du FOUR et COURBES de CUISSON

#### **réglage du four:**

Pour pouvoir reproduire une glaçure, il est pratique de connaître les conditions exactes dans lesquelles cette pièce et cette glaçure ont été cuites.

J'ai indiqué au chapitre 26 (réglage de la pression du gaz) que à partir de 700° et pour éviter de compliquer trop vos cuissons, je recommandais de régler la **pression du gaz** et le **registre de sortie une bonne fois pour toutes et de ne plus y toucher**.

En effet, si vous modifiez plusieurs fois la pression du gaz au cours d'une cuisson, vous allez compliquer sérieusement la « reproductibilité » de ces cuissons car chaque fois que vous allez toucher à la pression du gaz, il va falloir modifier également le registre de sortie et retrouver le même réglage d'atmosphère que celui que vous aviez auparavant.

Je vous l'ai dit, la pression du gaz conditionne uniquement la **rapidité** avec laquelle vous allez cuire. Je vous suggère donc dès 700° de régler votre pression de gaz à la pression optimum indiquée par le constructeur.

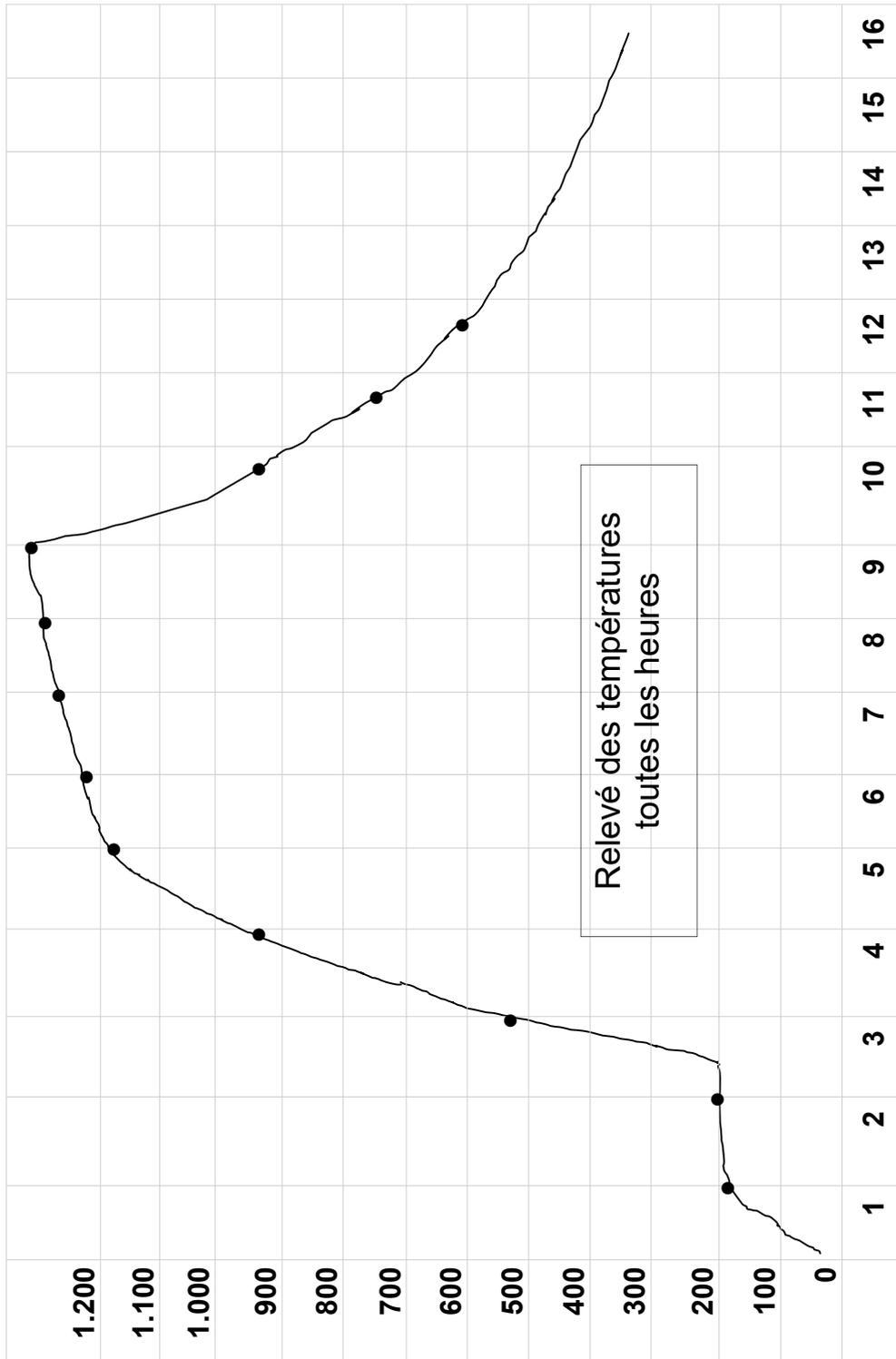
**Notez scrupuleusement cette pression et n'y touchez plus jusqu'à la fin de la cuisson.**

Ensuite, réglez votre registre de façon à ce que une flamme **minuscule** apparaisse au trou de visite (**dans le noir le plus absolu**). Cette flamme minuscule trahit une cuisson plus ou moins neutre légèrement réductrice. Cette flamme n'apparaît réellement que vers 900/950°, donc, jusqu'à cette température, pour les premières cuissons, c'est un peu « au pif »...

Si vous voulez cuire en **Réduction**, **fermez très légèrement le registre** (quelques millimètres), notez scrupuleusement la position du registre et **n'y touchez plus jusqu'à la fin de la cuisson**.

Si c'est une cuisson **Oxydante** que vous voulez, **ouvrez très légèrement légèrement le registre** (quelques millimètres), notez scrupuleusement la position du registre et **n'y touchez plus jusqu'à la fin de la cuisson**.

Connaissance de votre four, La Pratique  
Chapitre 32 Courbes de cuisson



## Connaissance de votre four, La Pratique Chapitre 32, Courbes de cuisson

### Et si votre four ne monte pas...

Si vous trouvez réellement qu'il y a quelque chose d'anormal dans le taux de montée en température, **ne cédez pas tout de suite à la tentation d'augmenter la pression du gaz** (sans ouvrir davantage le registre) car ce remède pourrait s'avérer pire que le mal...vous augmenteriez le taux de réduction de votre four et celui-ci au lieu de monter plus vite, va carrément régresser...

Si votre four ne monte pas en température, il peut y avoir plusieurs causes.

- Vos brûleurs sont-ils bien réglés... (voir chapitre 151)
- L'arrivée du gaz est-elle correcte (si vous chauffez avec des bouteilles de butane, voir page 139).
- Vous avez peut-être trop de gaz et votre four est en réduction excessive ...?
- Ou bien vous avez trop ouvert le registre et votre four est refroidi par l'azote...?
- Votre registre est-il bien réglé ? ( voir chapitre 28)

### Courbe de cuisson:

La courbe que je vous ai dessinée ci-contre est une courbe de cuisson théorique qui reprend sous forme graphique toutes les indications que je vous ai données au chapitre précédent en ce qui concerne le taux de montée en température.

Si vous en êtes à votre première cuisson, je vous suggère donc que dès que vous aurez atteint 700° vous notiez scrupuleusement la température au pyromètre et que vous placiez ces relevés de température sur une feuille similaire à celle ci-contre.

(Un relevé toutes les heures est suffisant, mais si vous êtes désireux d'avoir quelque chose de plus précis, faites-le toutes les 30 minutes...)

Vous allez constater que effectivement, la montée en température **n'est pas linéaire**, mais que la courbe s'infléchit de plus en plus et monte de moins en moins vite. **Ceci est parfaitement normal...**

L'explication est toute simple: Plus vous montez en température, plus la différence entre la température interne du four et la température de l'atelier est grande et l'isolation du four devient de moins en moins efficace.

Les pertes à travers les parois du four étant de plus en plus grandes, les brûleurs ont de plus en plus de mal à fournir. **Cela est normal et je dirai même bénéfique** car cela oblige le four (et le potier) à faire un pseudo palier qui va permettre aux pièces de se mettre à l'unisson avec la température du four.

A la fin de votre cuisson, vous allez donc avoir une courbe de température similaire à la courbe A ou B je vous suggère d'indiquer **la pression du gaz** que vous avez affichée et **l'ouverture du registre**.

Si vous trouvez que vous êtes monté trop vite ou trop lentement, il vous suffira lors des prochaines cuissons de modifier la pression de votre gaz en conséquence et ensuite, **de ne plus y toucher**.

## Connaissance de votre four, La Pratique

### Chapitre 32, Courbes de cuisson

Considérant donc que par la suite, vous cuirez **toujours à la même pression de gaz**, vous pourrez rapidement constater sur les courbes de températures que vous aurez relevées, le rapport entre la montée en température et les différents **réglages de registre**.

Par exemple, vous constaterez que une cuisson au neutre (flamme minuscule) vous donnera une cuisson rapide.

Une cuisson en oxydation sera beaucoup plus longue (à cause de l'azote qui refroidit le four) et une cuisson en réduction forte (sera également très longue (par mauvais rendement des brûleurs).

#### Relevé des températures.

Sur le relevé ci-contre, vous constaterez que les relevés de température sont effectués toutes les 6 minutes et que les courbes sont très régulières. Cela provient du fait que en ayant assez de prendre des mesures de température toutes les 30 minutes pendant 8 ou 10 heures ce qui est passablement « casse pieds », je me suis « bricolé » un petit « système » branché sur l'ordinateur afin de relever automatiquement pendant toute la cuisson les températures données par le pyromètre..

Naturellement, ce système est très pratique et m'a permis de comprendre beaucoup de choses au fil de toutes les cuissons ainsi « monitorées ».

Je vous donnerais bien volontiers tous les détails de mon système, mais le problème est que il était basé sur une petite carte informatique introduite dans les **anciens** slots des **anciens** ordinateurs et fonctionnait avec Basic sous MsDos avec les **anciennes** imprimantes. Malheureusement, tout ce bricolage n'est plus possible avec les nouvelles machines. (c'est ça le progrès...).

J'ai donc été obligé de conserver une vieille machine plus une vieille imprimante dédiés uniquement à cette tâche et le jour où l'un de ces appareils tombe en panne, je suis fichu...

Non pas complètement car le progrès c'est aussi un petit appareil complètement autonome qui s'appelle en anglais un « **data logger** » et qui permet de stocker toutes les données envoyées par un pyromètre.

Puis, à la fin de la cuisson, il suffit de brancher ce « **data logger** » sur l'ordinateur qui peut ensuite les traiter et les ressortir sous forme de courbes à l'aide d'un logiciel du genre « **data acquisition software** »...

Je n'ai pas encore sauté le pas moi-même, mais ça ne saurait tarder.

Vous trouverez tout un tas d'informations sur ce petit appareil sur internet. Je ne l'ai pas trouvé sous une dénomination francophone par contre, il vous suffit de taper « **data logger** » ou « **data acquisition software** »





Voilà...

Vous venez de lire ce livre en quelques minutes,  
(peut-être quelques heures pour les plus minutieux...)

J'ai mis **des mois** pour l'écrire, le mettre en pages, le  
peaufiner etc... et tout cela dans le but principal  
d'aider les débutants dans cette technique...

Je serais heureux de savoir si cela vous a été utile et si  
vous avez trouvé ce que vous cherchiez.

Merci de bien vouloir **me donner vos commentaires**,

Au cas où des modifications seraient souhaitables,  
j'en tiendrai compte dans une "éventuelle" nouvelle  
édition.

**Merci.**

Jacques Datcharry

Email: [amja.datcharry@wanadoo.fr](mailto:amja.datcharry@wanadoo.fr)

**ANNEXE**  
**Chapitre 33, Mélangeur broyeur à rouleaux**

**Chapitre 33**

**MELANGEUR / BROYEUR A ROULEAUX**  
**fabrication économique « maison »**

A plusieurs reprises, j'ai indiqué que l'un des « secrets » de la réussite des glaçures était d'une part la bonne homogénéisation des glaçures et des colorants et d'autre part la finesse du grain des composants.

Pour obtenir une bonne homogénéisation, on peut « touiller » la glaçure ou le colorant à la main ou passer plusieurs fois sa glaçure dans une passoire, mais quoi de mieux que de la refaire « tourner » à la machine dans une bouteille avec de l'eau... ?

Pour ce qui est du broyage et de la finesse des composants, c'est la même chose, mais là, il faut presque carrément « casser les molécules » pour obtenir une finesse aussi proche que possible de l'ultra finesse des grains existant par exemple dans une cendre ou une poussière extrêmement fine.

En ce qui concerne certaines glaçures (dont les Céladons), il n'est d'ailleurs absolument pas question d'obtenir de bons résultats sans avoir une finesse absolument maximum...

La solution, c'est de broyer le tout avec des boulets pendant des heures...



## ANNEXE

### Chapitre 33, Mélangeur broyeur à rouleaux

Le problème, c'est que bien qu'étant très simple de conception, un broyeur à rouleaux professionnel, ça coûte cher, très cher ...

Si vous êtes un minimum bricoleur, vous pouvez vous en fabriquer un vous-même.

Je vous donne ci-dessous tous les détails pour mener à bien l'opération...

#### **Il vous faut le matériel suivant:**

*(Les dimensions sont approximatives et chacun adaptera en fonction de ses besoins).*

- Une planche assez épaisse (disons 3 cm d'épaisseur) par 30 cm de large sur 80 cm de long. (Cette planche servira de support à l'ensemble du mélangeur / broyeur).
- Deux pièces de bois de 3 cm d'épaisseur par 12 cm de large et 30 cm de long. (Ces deux pièces de bois serviront à fabriquer les paliers des roulements à billes).
- Une tige de fer de 10 millimètres de diamètre par 1 mètre de long. (Vous trouverez ces tiges de fer dans toutes les grandes surfaces de bricolage).
- Quatre roulements à billes ordinaires de 9,10 ou 11 mm de diamètre intérieur par 29, 30 ou 32 mm de diamètre extérieur. (Vous trouverez ces roulements dans un magasin spécialisé de pièces mécaniques auto, camions, tracteurs. Sinon, demandez à votre garagiste...).
- Un vieux moteur de machine à laver ou à défaut, un moteur acheté à l'un des camions/outillage qui sillonnent la France... (prix neuf environ 55 Euros)
- Quatre pièces pour évacuation de WC en PVC comme suit: 1 manchon femelle/femelle de 125, 1 raccord male/femelle de 125, 2 regards à bouchon à vis de 125, plus un tube de colle cellulosique pour PVC.

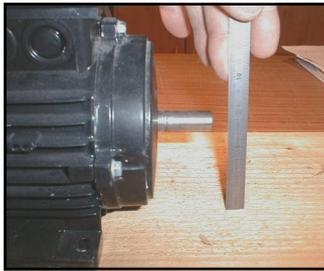
#### **Plus ...**

- - Une scie cloche de 30 mm de diamètre, une perceuse,
- - Une scie à bois, une lime à fer plate, quelques vis à bois,
- - 1 mètre de tuyau d'arrosage, deux colliers de serrage de 14 cm de diamètre
- - Un peu de colle Époxy du type Araldite métal., un peu de colle au néoprène.
- - Quelques centimètres de caoutchouc auto vulcanisant.

## ANNEXE

### Chapitre 33, Mélangeur broyeur à rouleaux

#### Travail du bois



1°) Poser le moteur sur la planche de support et mesurer la hauteur entre le centre de l'axe et la planche. (environ 7,5 cm)

2°) Reporter cette distance sur chacune des deux pièces de bois servant à faire les paliers.

Puis, tracer un trait sur toute la longueur de chacune des pièces.



Déterminer le milieu de chaque pièce de bois et tracer un point à la jonction avec le trait. Tracer un autre point à 90 millimètres de distance du point milieu.



3°) A l'aide de la scie à cloche de 30 mm de diamètre, percer deux trous dans chaque palier avec pour centre les points marqués précédemment.



4°) Scier en deux chaque palier le long du trait qui a été tracé au N° 2



5°) Sur la planche de support, tracer l'axe longitudinal de cette planche (à 15cm d'un bord), puis, tracer deux perpendiculaires à cet axe à une distance respectivement de 4 et 52 centimètres de l'un des bouts de

6°) Positionner sur la planche, la partie inférieure de chaque palier, à l'intérieur et le long des deux traits perpendiculaires.



Les deux faces extrêmes des paliers doivent donc être distants de 48 centimètres et l'un des deux trous doit se trouver sur l'axe de la planche. Fixer ces paliers sur la planche à l'aide de vis à bois vissées par dessous.

## ANNEXE

### Chapitre 33, Mélangeur broyeur à rouleaux

#### Travail du fer, Fabrication des rouleaux

- 1°) Couper la tige métallique en 2 parties **inéga**les, l'une de 47 cm, l'autre 53cm.
- 2°) Couper deux morceaux de 40 cm de tuyau d'arrosage .
- 3°) Barbouiller abondamment de colle au néoprène chaque tige métallique ainsi que l'une des entrées de chaque morceau de tuyau , puis glisser les deux morceaux de tuyau sur chaque tige.

Laisser sécher quelques instants puis nettoyer l'excédent de colle à chaque extrémité.

4°) Adapter les roulements à billes aux deux extrémités de la tige de 47 cm ainsi qu'à **une** seule des deux extrémités de la tige de 52 cm. L'adaptation des tiges aux roulements pourra se faire en limant chaque extrémité des tiges de fer (si nécessaire) afin de rentrer légèrement «à force» dans les roulements. Si par contre les tiges sont d'un diamètre inférieur à celui de la tige de fer, il faudra coller soigneusement les roulements sur les tiges avec de l'araldite métal. Le quatrième roulement devra être adapté sur la tige de 53 cm de façon à ce que une longueur de 6 cm de tige sorte de l'autre côté du roulement. Vous devez ensuite vous assurer que la distance 'hors tout' des roulements est bien de 46 cm sur les deux tiges.

#### Montage de l'ensemble

- 1°) Placer les tiges avec les roulements sur la partie basse des paliers. Naturellement, la tige la plus longue doit se trouver **dans l'axe de la planche** de support et doit sortir **côté moteur**.
- 2°) Placer la partie haute des paliers et appuyer dessus.  
Si les parties **extérieures** des quatre roulements se trouvent bloqués dans les paliers, c'est parfait.  
Si par contre les roulements se trouvent légèrement «lâches» à l'intérieur des paliers, vous pouvez les enrober avec une ou deux couches de bande de caoutchouc auto vulcanisant jusqu'à ce que les parties **extérieures** des roulements s'encastrent «à force» dans les paliers. Il ne vous reste plus qu'à fixer solidement avec des vis à bois chaque partie haute des paliers sur sa partie basse correspondante.
- 3°) Après fixation, vérifier que chacune des deux tiges «roule» bien sans friction dans ses roulements.
- 4°) Placer le moteur électrique sur la planche.
- 5°) Relier l'axe du moteur à l'axe sortant de la tige la plus longue à l'aide d'un morceau de tuyau d'arrosage et le fixer de part et d'autre avec des colliers de serrage.
- 6°) Confectionner quatre bandes de roulement sur la tige centrale à l'aide de trois ou quatre tours de caoutchouc auto vulcanisant en quatre endroits bien répartis.

**Votre Mélangeur / Broyeur à rouleaux est terminé ...**

## ANNEXE

### Chapitre 33, Mélangeur broyeur à rouleaux



**Pour Mélanger**, il vous suffit de poser dessus une bouteille (en plastique) contenant votre glaçure **avec de l'eau** et de laisser tourner pendant quelques minutes. Attention, pour éviter que la bouteille ne soit éjectée par la force centrifuge, il faut qu'elle soit au moins aux 3/4 pleine.

**Pour Broyer**, il vous faut confectionner un petit récipient cylindrique solide, étanche et facile à ouvrir et à refermer. Ce sera facile à faire à l'aide des quatre pièces de PVC qui devront être collées très soigneusement avec la colle spéciale PVC (laisser sécher 3 à 4 heures avant d'utiliser).

**Pour Broyer**, Le principe est le même que pour mélanger avec la différence que il vous faut rajouter des billes d'acier, ou tout ce que vous pourrez trouver comme petites pièces d'acier inoxydable telles que douilles de clés, boulons, écrous etc...

Mettez la glaçure ou le produit que vous voulez broyer dans le cylindre **avec de l'eau** plus les pièces métalliques (pour faire du poids et casser les grains) et laissez tourner pendant des heures ....

Comme pour la bouteille, pour éviter que la récipient ne soit éjecté par la force centrifuge, il faut qu'il soit suffisamment lourd.

Donc n'ayez pas peur de le charger...



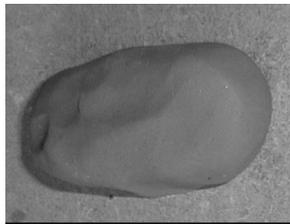
## CONES PYROMETRIQUES

### Préparation et mise en place

### PROCEDURE HABITUELLE



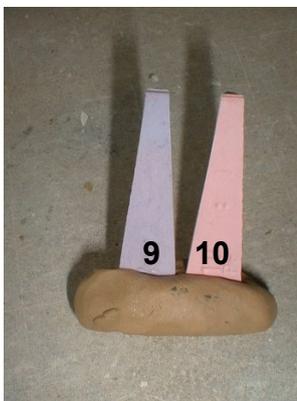
Prendre une petite quantité d'argile à grès



Lui donner une forme oblongue et légèrement aplatie



Préparer une « pige » en carton ou matière plastique avec un angle de 9 degrés



Planter le ou les cônes dans l'argile en laissant bien visible leur numéros



Leur donner une inclinaison approximative. (c'est la face numérotée qui doit être inclinée)



Contrôler l'inclinaison avec la pige.

**Laisser sécher 8 à 12 jours ...**  
**Ne pas biscuiter ...**

**PROCEDURE D'URGENCE**  
Pour une utilisation immédiate



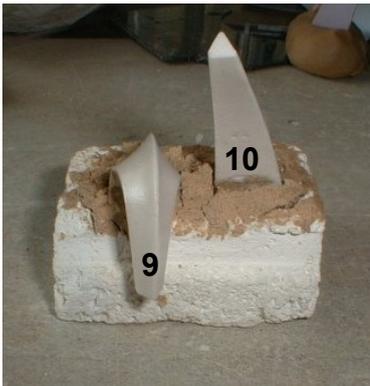
Creuser 1 ou 2 trous de la dimension de la base des cônes dans un morceau de brique légère.



Places les cônes dans les trous avec un peu d'argile tout autour de la



Vérifier l'inclinaison avec la pige.





## MISE EN PLACE DANS LE FOUR



Placer les cônes  
immédiatement derrière le trou  
«espion» ménagé dans la  
paroi ou la porte du four, de  
façon à ce qu'ils soient bien  
visibles.



## SUPPORT TOURNANT pour pose de Glaçures au pistolet



Plateau tournant fabriqué à partir d'un vieux plateau de tourne disques 33 tours posé sur une boîte de rangement faite avec une hausse de ruche. (très pratique).



Socle en ciment moulé dans une boîte de fromage blanc dans lequel est enfoncée une tige en acier inoxydable



**Et voilà ...**