

Emaux de cendres

## Qu'est-ce qu'un émail ?

- Une structure vitreuse, c'est la silice
- Un fondant : C'est un composé qui permet d'abaisser le point de fusion de la silice (pour rappel la température de fusion de la silice est de 1700°C). Le plus courant est le Carbonate de Calcium
- Un agent de viscosité : C'est un composé qui va permettre d'augmenter la viscosité de manière à permettre à l'émail tenir sur le tesson. C'est en introduisant de l'alumine ( $Al_2O_3$ )
- Il faut donc que l'on ajoute ensuite des composants qui vont donner couleur et texture aux émaux.

Une autre propriété du verre est qu'il est amorphe, c'est à dire qu'il n'a pas de structure cristalline. La plupart des minéraux ont une structure cristalline

En refroidissant le verre rapidement, on empêche les cristaux de s'organiser (lorsque la matière est redevenue solide, les cristaux sont figés dans leurs positions sans possibilité de s'organiser) et donc le matériau n'a pas de structure cristalline et est donc amorphe.

## **L'eutexie (et le point eutectique)**

La notion d'eutexie renvoie à la notion de température de fusion (c'est à dire le passage de l'état solide à l'état liquide) :

### ***Température de fusion de quelques matériaux***

- Silice :  $T_f^\circ = 1\,710\text{ °C}$
- Alumine :  $T_f^\circ = 2\,040\text{ °C}$
- Calcium :  $T_f^\circ = 2\,500\text{ °C}$

On va profiter d'une propriété physique, **l'eutexie**, qui abaisse les points de fusions des solide lorsqu'ils sont mélangés.

Le céramiste Daniel de Montmollin s'est intéressé à ce sujet et a testé un grand nombre de compositions de mélanges sur une base de  $\text{SiO}_2$  et  $\text{Al}_2\text{O}_3$  avec les fondants ( $\text{CaO}$  /  $\text{KNaO}$  /  $\text{MgO}$ ) et tous leurs mélanges possibles pour faire une série de diagrammes qui déterminent les compositions permettant la réalisation d'un émail à  $1280\text{ °C}$  (température classique de cuisson HT°).

Voir l'ouvrage « ***Pratique des émaux de grès*** » édité par La Revue de la Céramique et du Verre.

Les 60 diagrammes de Montmollin sont donc une base de travail importante pour l'émaillage. Le fait d'avoir figé, pour chaque diagramme le rapport (CaO / KNaO / MgO), permet de ne travailler qu'en variation de SiO<sub>2</sub> et de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

A noter que les diagrammes s'expriment en mole.

La base d'émail est composée des éléments suivants :

- BASE : oxydes de type RO ou R<sub>2</sub>O
- AMPHOTERE : oxydes de type R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- ACIDE : oxydes de type acide RO<sub>2</sub>

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 trois groupes d'oxydes distincts avec des rôles et des comportements différents.

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

Les couleurs obtenues sont liées, pour l'essentiel, aux paramètres suivants :

- la composition de base de l'émail,
- les oxydes métalliques présents dans les composants de l'émail ou rajoutés (oxydes de fer, manganèse, chrome, titane ; carbonates de cuivre, cobalt, etc...).
- la température de cuisson,
- l'atmosphère (plus ou moins réductrice, neutre ou oxydante),
- l'épaisseur de pose de l'émail

## Les grandes familles d'émaux



Les céladons (bleu / vert plus ou moins soutenus)



Les Tenmoku (couleurs différentes : brun en couche mince et noir en couche épaisses)



Les « Goutte d'huile »



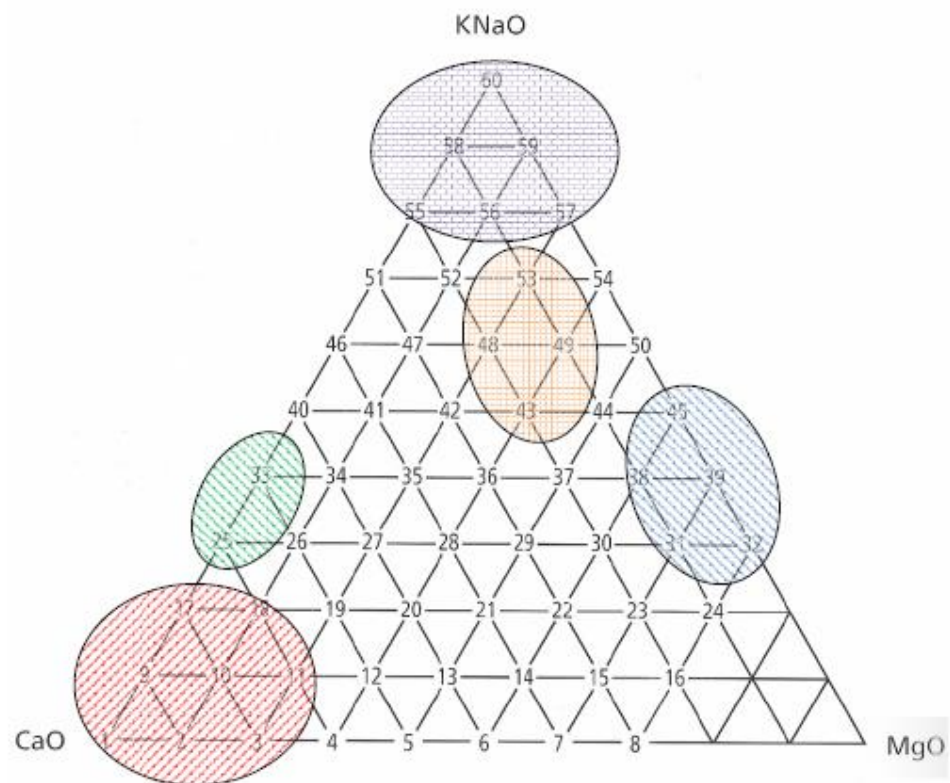
Les « Rouge de fer »








Les Shino (orange en couche fine et blanc en couche épaisse)

### Identification des zones intéressantes

Sur le triangle ci-dessous, les zones intéressantes sont identifiées avec des codes couleurs.



-  → Glaçure très fusible, brillante / tendance au céladon calcique avec un peu de fer  
→ Emaux assez hétérogènes / possibilité de nucléation
-  → Céladon, bleu de fer  
→ Temmoku
-  → Blanc cireux
-  → Emaux goutte d'huile (avec oxyde de fer)
-  → Shino



## Emaux de cendres

Depuis de nombreuses années Daniel de Montmollin (mais également d'autres tels Alain Valtat, Katharine Pleydell-Bouverie, Elisabeth Lambercy, Phill Rogers), ont expérimenté toutes sortes de cendres issues de nombreux végétaux.

Les tendances qui s'est dégagent sont les suivantes :

- Bois

- Ce sont des cendres à tendance calcique (CaO) très marquée

- Les quantités d'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sont très faibles

- Les quantités de silice (SiO<sub>2</sub>) sont très faibles

- légère présence d'alcali (K, Na)

- Paille

- On entend par paille, les tiges de diverses graminées (blé, seigle, riz, maïs, mil).

- Ce sont des cendres à tendance siliceuse (SiO<sub>2</sub>) très marquée

- Les quantités d'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sont assez faibles

- Les quantités de CaO et MgO sont assez faibles

- Présence d'alcali (K, Na)

- Il y a présence de potasse (K<sub>2</sub>O) assez important

- Foins

- On entend par foin le fauchage d'une prairie

- Ce sont des cendres mixtes présentant à la fois une tendance siliceuse (SiO<sub>2</sub>) marquée et une tendance calcique marquée

- Par définition, le foin est hétérogène et donc peut présenter une grande variabilité
- Cependant la règle générale est que ce sont des cendres équilibrées
- Légère présence d'alcali (K, Na)
- Ce sont des cendres propices à l'obtention de nucléation.
- Fougères,
  - Ce sont des cendres mixtes présentant à la fois une tendance siliceuse ( $\text{SiO}_2$ ) marquée et une tendance calcique.
  - Présence d'alcali importante (nécessité de laver)
- Cas particuliers :
  - La lavande est à considérer comme faisant partie de la famille des cendres calciques (comme le bois) mais avec une teneur assez importante en silice
  - Les crucifères (colza) sont également à considérer comme faisant partie de la famille des cendres calciques
  - Les roseaux sont à considérer comme faisant partie de la famille des cendres siliceuses (comme la paille)
  - Les cendres des astéracées (tournesol, achillées millefeuilles) présentent des teneurs en soufre importantes qui les rendent impropres à leur utilisation
  - Les cendres de papiers glacés sont calciques et kaoliniques
  - Les cendres d'os permettent un apport en phosphate ( $\text{P}_2\text{O}_3$ )
  - La cendre de paille de riz est tellement siliceuse qu'elle peut être considérée comme de la silice (donc peu d'intérêt à être utilisée)

Ces données pourraient être schématisées dans le tableau suivant :

|   |                   |
|---|-------------------|
| Cendres calciques                               | Bois<br>Lavande   |
| Cendres calciques et siliceuses                 | Foins<br>Fougères |
| Cendres très siliceuse                          | Maïs<br>Blés      |
| Cendres presque exclusivement siliceuses        | Riz               |
| Cendres calciques et kaoliniques ( $Al_2O_3$ )  | Papiers glacés    |
| Cendres calciques et phosphatiques ( $P_2O_3$ ) | Os                |

*Tableau tiré de l'ouvrage d'Alain Valtat*

## Comment reconnaître une cendre

- Si on calcine les plantes et qu'elles restent intactes cela montera une teneur forte en silice.
- On peut réaliser une cuisson grès avec directement de la cendre (en grosse épaisseur) au fond d'une coupelle
  - cendre calcique : la cendre ne fond pas
  - cendre siliceuse : la cendre fond
- On peut réaliser une cuisson grès avec de la Néphéline Syénite (50% cendre + NS 50%)
  - cendre calcique : l'émail s'accumule au fond d'une coupelle
  - cendre siliceuse : l'émail ne s'écoule pas et reste de couleur claire

## Comment passer d'une cendre à un émail

Pour passer d'une cendre à un émail, il suffit donc de rééquilibrer la composition de la cendre. On garde en tête qu'il est impossible d'enlever un composant (sauf alcalis), c'est donc uniquement par ajout de composants qu'on va rééquilibrer la cendre (on raisonne donc en proportion relative).

Soit on part des compositions théoriques des cendres pour aller vers les compositions théoriques des émaux. C'est la solution proposée par Daniel de Montmollin.

Soit on procède par expérimentations successives (avec une réflexion préalable). C'est l'approche préconisée par Alain Valtat

### Perte au feu.

Le moyen le plus simple pour connaître une perte au feu d'une cendre est de la porter à 1300°C. On pèse une quantité avant et on compare avec le résiduel après. La différence constituant la perte au feu.

Le tableau ci-dessous reprend les pertes au feu de divers composés

| Type de cendre  | Lavé | % perte | Type de cendre  | Lavé | % perte |
|-----------------|------|---------|-----------------|------|---------|
| Bois chaufferie | oui  | 44,7    | Blé Challenge   | non  | 26,0    |
| Bois Bussières  | oui  | 40,9    | Blé Saulieu     | oui  | 24,5    |
| Cerisier        | oui  | 44,0    | Fougère Saulieu | non  | 38,8    |
| Vigne solargil  | non  | 44,5    | Maïs Soupault   | non  | 30,1    |
| Bois Auxerre    | non  | 40,5    | Foin Saulieu    | oui  | 24,5    |

*Essais d'Alain Valtat*

## Quelles glaçure réalisées avec de la cendre

→ Céladons et protocéladons

Ce sont les glaçures les plus faciles à réaliser avec des cendres de bois, essentiellement des céladons verts et jaunes (les bleus sont plus difficiles à obtenir car les cendres contiennent souvent un peu de titane qui fait virer au vert)

→ Glaçure ruisselantes

Beaucoup de recette donnent de telles glaçures. Elles sont obtenues lorsque la teneur en alumine reste faible. Des recettes mélangeant de la terre à brique avec de la cendre donnent de tels résultats

→ Micro cristallisation (nucléations)

Les cendres de foins sont assez propices à ce type de recette.

Ces 3 glaçures sont celles typiques que l'on s'attend à trouver avec de la cendre.

On peut également obtenir facilement :

→ Rouges de fer

Les cendres contiennent assez fréquemment du fer (qui résulte souvent d'une pollution dans la récupération des cendres) et également du phosphore qui orientera les émaux vers des couleurs orangée.

→ Rouges de cuivre

Alain Valtat cite une recette facile à obtenir : 350 g de cèdre de bois + 650 gr de feldspath sodique +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  +  $\text{SnO}$ .

→ Rouges de cuivre

Alain Valtat cite une recette facile à obtenir : 350 g de cèdre de bois + 650 gr de feldspath sodique +  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  +  $\text{SnO}$ .

→ Gouttes d'huile

On observe souvent des émaux goutte d'huile sur les poteries de Daniel de Montmollin. Elles sont obtenues également assez facilement.

Alain Valtat cite une glaçure goutte d'huile obtenu par un mélange de cendre de bois et de terre de Norron (terre ferrugineuse)

→ Glaçures mates

A l'opposé de l'image générale des glaçure de cendres, coulante et brillante, on peut obtenir des glaçure mate, en dopant les recette avec de l'alumine.

Katharine Pleydell- Bouverie en a développé de nombreuses. Alain Valtat cite la recette suivante : cendre de bois 1 + feldspath potassique 1 + kaolin 1 + terre grise 1

\*\*Voir les carnets de bord émaux avec Manu et émaux de cendres avec Guillaume pour complément.