

Dosage en volume

Alain Fichot

mis à jour le 18/02/2019

Page 1 présentation du dosage en volume

Page 2 Ernest

Page 3 Premier pas avec Ernest

Page 5 Exemple de progressions possibles

Page 7 dilution

Page 9 nuancier

Page 10 Préparation des tuiles

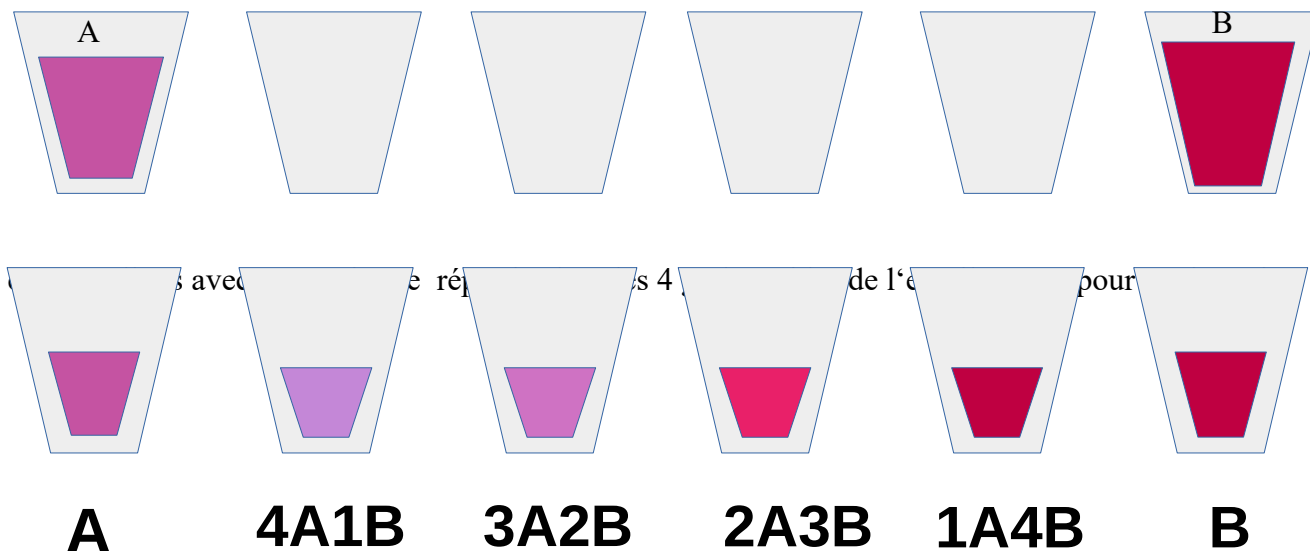
Page 11 Remarque et conclusion



Le dosage en volume permet de faire des essais beaucoup plus vite que de peser les échantillons un à un. Pour cela on peut utiliser une seringue. Celles-ci sont graduées. Au cours du stage nous utiliserons trois volumes de seringue les 1ml, les 3ml et les 10ml. Ml veut dire millilitre (1 gr pour de l'eau). On pourrait utiliser aussi la goutte mais il faut 20 gouttes d'eau pour faire 1ml et donc pour faire des échantillons de glaçure conséquent il faudrait compter trop de gouttes. Nous utiliserons le compte-goutte que pour doser les oxydes colorants comme on le verra plus tard.

Application à une progression en ligne

On veut par exemple voir l'influence d'un matériau dans une recette de base. Par exemple on voudra voir ce qui se passe quand on ajoute plus ou moins de titane dans une recette. On prépare 10 gr de cette recette de base et on va ajouter 10 gr d'eau. On obtient donc 20gr d'émail mouillé. On divise en deux parties égales (ou par pesée ou en volume) que l'on met dans deux godets A et B; on aura donc 10 gr d'émail dans chaque godet soit 5gr en matière sèche par godet. Dans le godet B on va ajouter du titane, on va par exemple en ajouter 8% (ces 8% sont calculés sur la matière sèche) soit 0,4gr de titane. On touille. Maintenant si on veut faire 6 échantillons pour notre progression nous aurons 6 godets



Notre notation indique que dans le premier verre vide on mettra 4 doses de A et une dose de B

dans le second verre vide on mettra 3 doses de A et 2 doses de B

dans le troisième verre vide on mettra 2 doses de A et 3 doses de B etc

La dose ici pourra être ici de 0,5 de ml. On utilisera les seringues de 3 ml et on mettra dans le premier verre vide $4 \times 0,5\text{ml}$ soit 2ml de A , puis 1,5ml dans le verre d'après, puis 1ml etc On fera la même chose pour B dans l'autre sens. Après touillage, on passe au pinceau sur les tests que l'on notera au crayon oxyde A , 4A1B , 3A2B , etc Après cuisson si on veut savoir la recette de l'échantillon merveilleux qui se trouve être le 3A2B on multiplie la recette du A par 3 et la recette de B par 2 et on ajoute les deux recettes. Dans le cas présent comme il s'agit d'un ajout limité au titane de 8% on aura un ajout de 2 cinquièmes de 8% soit 3,2%. (Les essais correspondent à 0% ; 1,6% ; 3,2% ; 4,8% ; 6,4% ; 8%)



Utilisation de mon moule à essais que j'appelle Ernest

J'ai fabriqué Ernest en élastomère qui va nous permettre de faire une progression suivant deux axes et de transférer nos échantillons directement sur la tuile sans l'intermédiaire du pinceau. (J'appelle cet outil un bac à glaçons mais si on utilise directement un bac à glaçons du commerce on risque d'avoir quelques désagréments surtout au moment du retournement sur la tuile j'ai beaucoup cherché un fournisseur qui commercialiserait ce genre d'outil pour glaçons ou confiseries quitte à refaire un support pour le retournement, mais je n'en ai pas trouvé dont les dimensions me satisfassent et les essais faits se sont soldés par des échecs)

Ernest est composé de 5 rangées de 5 cavités qui font chacune environ 5 cm^2 . Cette dimension a été choisie car, pour moi, c'est un bon compromis entre la visibilité de l'essai (bonne pour la plupart des émaux classiques) et la dimension de la tuile des 25 essais qui ne fera que $13,5 \times 15\text{ cm}$ Les cavités sont „nommées“ avec le même système de numérotation que pour la progression en ligne mais en un peu plus compliqué.. Vous pouvez penser que la méthode demande beaucoup de travail avant de commencer de réaliser le premier essai et que ça ne vaut pas le coup mais une fois que ce travail en amont est fait cette méthode devient très rapide

4D	1A3D	2A2D	3A1D	4A
1C3D	1B3D	1A1B2D	2A1B1D	3A1D
2C2D	1B1C2D	2B2D	1A2B1D	2A2B
3C1D	1B2C1D	2B1C1D	3B1D	1A3B
4C	1B3C	2B2C	3B1C	4B

Cela peut paraître bizarre que sur la ligne du dessus le D soit à gauche et le A à droite mais ceci est nécessaire pour avoir après retournement de notre moule sur la tuile, une tuile finie avec le A à gauche et le D à droite.

Premier pas avec Ernest

Pour ne pas avoir de mauvaises surprises du fait d'une mauvaise utilisation je vous engage à suivre ces conseils pour la première utilisation d'Ernest

Tout d'abord un premier test pour voir ce que donne une épaisseur donnée en pratique.

On fera un test simple de 10 gr Par exemple 9 gr de syénite et 1 de kaolin que l'on diluera dans 16 gr d'eau. On utilisera une seule ligne d'Ernest celle qui va de 4A à 4B

Dans la case 4A on va mettre 0,6 ml de notre mélange **0,3 gr**

Dans la case 3A1B on va mettre 0,8 ml de notre mélange **0,4 gr**

Dans la case 2A2B on va mettre 1 ml de notre mélange **0,5 gr**

Dans la case 1A3B on va mettre 1,2 ml de notre mélange **0,6 gr**

Dans la case 4B on va mettre 1,6 ml de notre mélange **0,8 gr**

On ajoute environ 0,5ml à 1ml d'eau dans chaque case et on procède comme il est expliqué précédemment.

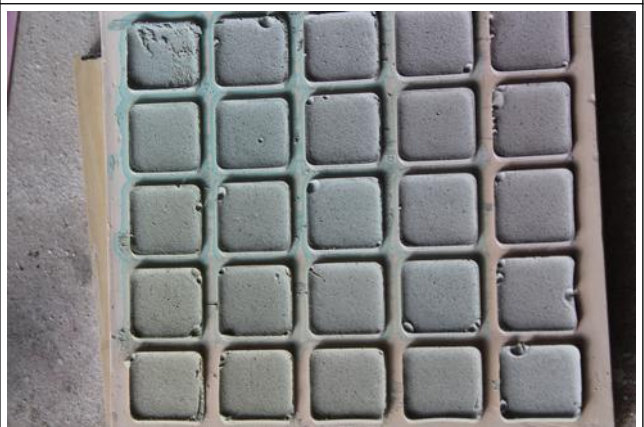
De deux choses l'une ou tout s'est bien passé et on a 5 tests de 5 épaisseurs différentes ou cela a fuit de partout (cas où la tuile n'est pas plane, Ernest pas assez appuyé sur la tuile car on a oublié le bout de mousse ou trop dilué) ou cela n'est pas uniforme (pas assez dilué).

Si on a tout fait correctement on aura les quantités indiquées en **rouge** par case

Une fois que l'on a réussi brillamment le premier test on peut passer au second

Deuxième test pour s'entraîner

On commencera par une recette simple pour que cela soit vite pesé par exemple une base à trois ou quatre composants. On fera 25 gr de cette base dans un verre plastique que l'on note B auquel on ajoute 40gr d'eau. On touille. On va mettre le quart de cette préparation $(40+25):4$ soit 16,2gr dans un verre A que l'on complète avec 1 gr de kaolin . Pareil pour C où on met 2 de silice et dans D où on met 1 de kaolin et 2 de silice. Si vous avez des colorants alimentaires à votre disposition vous pouvez en mettre pour colorer différemment A, B, C et D ça fait joli , ça n'a aucune incidence sur le résultat et on voit tout de suite si on a oublié un élément dans une case.



On pose Ernest sur sa planche et son bout de mousse Avec une seringue de 1 ml on fait la répartition dans Ernest en commençant par mettre le A on prend comme dose 0,2ml Dans la case 4A on met 4 doses de A soit 0,8ml, dans la case 3A1D contigüe on met 3 doses de A soit 0,6ml etc etc Il faut mieux faire tous le A en faisant ligne par ligne de façon ordonnée car on a vite fait de s'y

perdre. On continue avec le B. On peut s'aider d'un cache que l'on fait avancer ligne par ligne au fur à mesure du remplissage.

Quand Ernest est rempli on ajoute +ou- 0,5 ml d'eau par case. On prépare notre tuile en notant la recette de base, les ajouts et l'épaisseur ici 0,4 On recouvre Ernest d'un plastique un peu rigide + une plaque de „bois“ On serre un peu on secoue pour que ça se mélange dans les cases. On remplace notre plaque plastique par la tuile on secoue on retourne et on attend. On voit des dépressions qui se forment sur l'envers d'Ernest. Quand Ernest est redenu plat on peut l'enlever avec un peu de précaution pour ne pas abimer les tests.

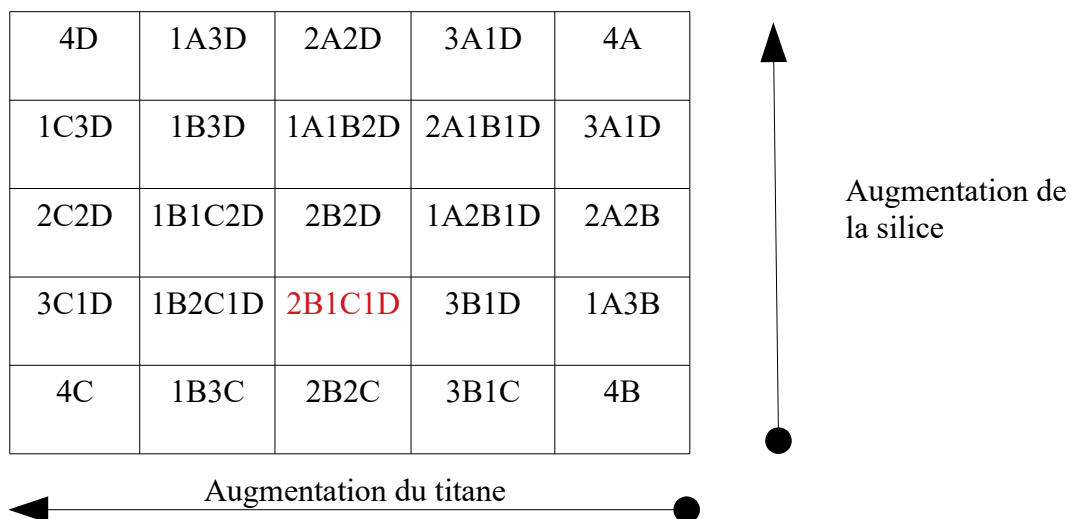
Il ne reste plus qu'à enfourner.....

Remarque avec cette méthode de ne faire qu'une pesée pour la base et de faire des ajouts pour avoir A, C et D il faut que les ajouts restent faibles. Car autrement non seulement on modifie l'épaisseur de A, C et D par rapport à B mais cela peut devenir non gérable car si on veut ajouter 5 gr de silice et 5 gr de kaolin à notre base de 10 gr dilué à 16 gr pour avoir D, D sera trop pâteux pour le dosage à la seringue . Dans le cas d'ajout important il faut donc faire 4 pesées pour A, B, C et D

Exemple de progressions possibles

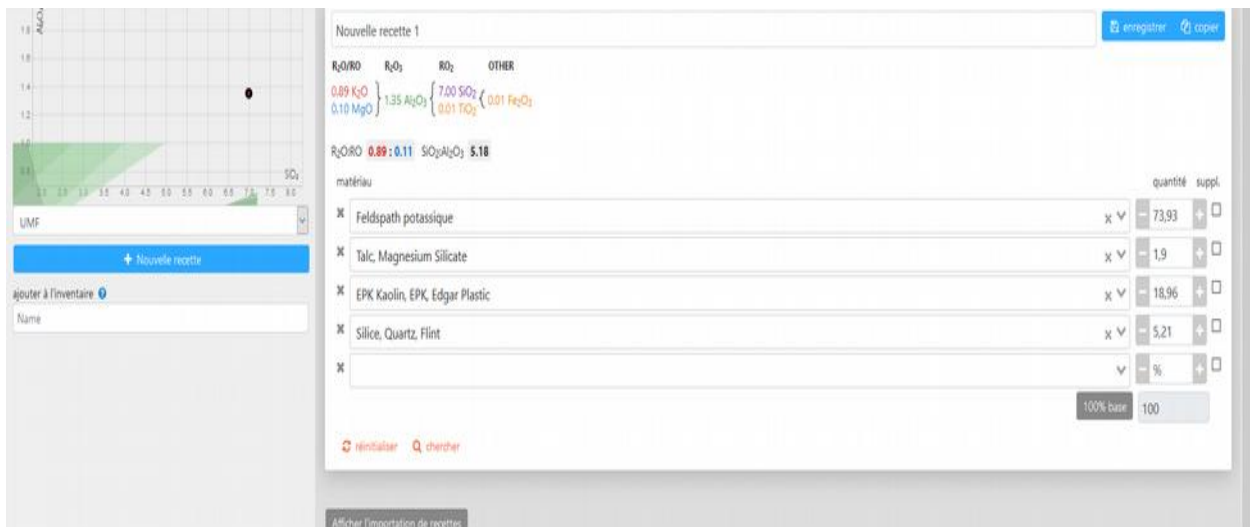
On pourrait par exemple mettre un céladon dans la case A, un rouge de fer dans B, un blanc magésien dans C et un émail à la cendre de géranium dans D mais les résultats, peut-être au demeurant fort intéressants, seraient difficilement interprétables. On fera des progressions plus orthodoxes et surtout plus utiles du type par exemple

---- On prend une base B que l'on divise en 4 partie égales. Dans le godet A on ajoute de la silice par exemple 10% , dans C on ajoute 5% de titane, dans D 10% de Si et 5 de Ti et pour le B on n'ajoute rien On va faire comme pour la progression en ligne en mettant par exemple dans la case **2B1C1D** 2 doses de B , une de C et une de D etc

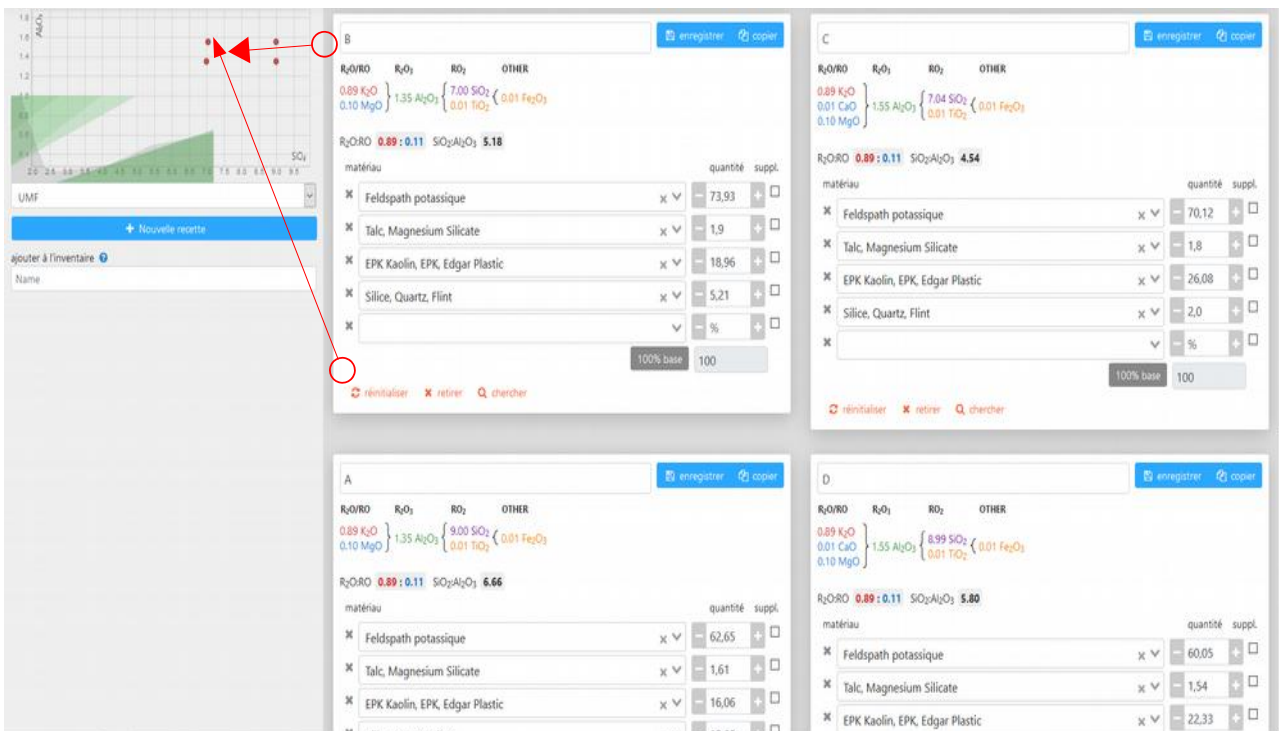


---- On peut aussi vouloir voir ce que donne, dans un émail donné, le remplacement d'une fritte, par exemple, boracique par, par exemple, une fritte alcaline avec en plus une variation sur la silice. On fait la recette B avec la fritte boracique, on fait la recette C avec la fritte alcaline. B on le divise en deux godets A et B; dans le A on ajoute 15% de Si. On procède de la même façon pour C et D. On se retrouve avec 4 godets A, B, C et D et on procède comme précédemment

---- On peut aussi vouloir explorer une petite zone d'un diagramme donné. Par exemple dans le diagramme du bouquin de FDM le diagramme „59“ (0,1 MgO 0,9 KNaO) on pourra faire varier l'alumine entre 1,35 et 1,55 et la silice entre 7 et 9. Pour les calculs on utilisera Glazy On détermine notre point B avec la calculette Glazy qui est l'endroit à 1,35 de Al₂O₃ et 7 de SiO₂.



On recopie 3 fois notre recette. Sur la 1^{ère} copie on ajuste la silice pour la retrouver à 9, sur la 2^{ème} on ajuste l'alumine pour la mettre à 1,55, sur la troisième copie on ajustera pour avoir à la fois 1,55 d'alumine et 9 silice. On clique sur le bouton % pour que nos 4 recettes se retrouvent sur 100 (de cette façon il sera plus facile d'en réaliser 10gr de chaque). Plus bas la capture d'écran de ses 4 recettes. Remarque les axes silice alumine sont inversés chez FDM par rapport à Glazy (diagramme en haut à gauche)



Dilution

L'eau avec cette méthode joue un rôle important car comment diluer notre émail pour que tel volume dans notre seringue nous donne l'épaisseur d'émail voulue sur notre échantillon. Il suffit pour cela de jouer sur la quantité d'eau que l'on ajoutera aux matières sèches (MS) et sur le volume que l'on déposera dans chaque case de notre „bac à glaçons“.

On va vouloir mettre une certaine épaisseur d'émail pour réaliser nos échantillons, ce qui équivaut à dire que l'on veut un certain poids au cm^2 d'émail. Le problème c'est que certaines familles d'émail demandent à être posées plus épaisses que d'autres donc avec un poids au cm^2 plus grand Comment savoir? Il faut essayer car les mentions que l'on voit trainer dans les bouquins genre l'émail devra avoir une consistance crème fraîche ou pâte à crêpe sont vagues et inutilisables . Je préfère parler de gramme au cm^2 et par exemple un émail courant pourra être essayé à 0,08gr au cm^2 dans un premier temps. Ce qui donnera une épaisseur (quand on émaille au trempé) d'environ 0,4mm Pour ceux que le calcul ennueie vous sautez le paragraphe suivant

Sachant que les matériaux utilisés dans un émail ont une densité d'environ 2,5 soit 2,5gr au ml Si on met un poids P de notre matière sèche dans un volume V_{eau} (volume d'eau) on obtiendra un $V_{\text{émail}}$ (volume d'émail) qui sera $V_{\text{eau}} + (P/2,5)$. Sachant aussi que pour mesurer notre volume d'émail il est plus simple d'utiliser les graduations de 0,2 en 0,2 pour la seringue d'1 ml on fera des essais pour avoir des cases contenant 0,8ml d'émail dilué Vous suivez? Donc 0,4gr correspondant à 0,8ml, 10gr de MS correspondent à 20 ml et 10 gr de MS faisant 4 ml à nos 10 gr de MS on ajoutera 20-4 ml d'eau soit 16 gr

On ajoutera pour 10 gr de MS 16 gr d'eau pour avoir notre épaisseur d'émail que l'on a choisie

Quand on a dilué notre émail correctement il suffit alors de sortir la seringue et remplir nos cases comme il est indiqué sur chaque case..... une fois le casier rempli on le retourne sur la tuile et on note au dos de la tuile les 4 recettes A,B,C et D il ne reste plus qu'à cuire.

En pratique pour améliorer la répartition de notre émail sur la tuile une dilution supplémentaire de l'émail facilite son retournement. On pourra mettre entre 0,5 ml et 1 ml par case (à ce niveau la précision n'a pas d'importance car ce n'est pas l'eau supplémentaire qui change la quantité de matière sèche déposée) . Il ne faut pas non plus exagérer cet ajout car il faut que l'émail ne mette pas trop longtemps à sécher sur la tuile. De plus poser son casier en élastomère sur une mousse elle-même posée sur une plaquette en bois ou sur une autre tuile échantillon empêche les fuites éventuelles au moment du retournement car cela absorbe les défauts genre gauchissement de votre tuile.

Dans l'exemple au dessus on voulait 0,4 gr de MS par case en ayant un volume de 0,8 ml d'émail par case (soit des doses de 0,2 ml) mais on peut vouloir faire un émail plus ou moins épais Donc

voici un tableau qui relie le poids de matières sèches à la dilution. Par exemple si on veut un émail plus mince à 0,3 gr par case on diluera nos 10gr de MS avec 23gr d'eau et on fera des doses de 0,2 ml soit 0,8ml par case . Si on veut 0,8 gr par case on fera une dilution à 11gr d'eau pour 10 de MS et on prendra une dose de 0,3 ml (et non 0,2) pour avoir 1,2 ml par case . Pour des épaisseurs encore plus importantes on fera des doses à 0,5 ml etc Dans un premier temps sauf émail particulier on pourra n'utiliser que la ligne 0,4

MS En gr	V en ml	Eau pour10gr	V en ml	Eau pour10gr	V en ml	Eau pour10gr
0,3	0,8	23				
0,4	0,8	16				
0,5	0,8	12				
0,6	0,8	9				
0,7			1,2	16		
0,8			1,2	13		
0,9			1,2	11	2	21
1			1,2	9	2	18
1,2					2	16
1,4					2	13
					2	10



Autre utilisation d'Ernest: essais de couleur avec l'utilisation de compte goutte

On veut faire des essais de couleur avec de l'oxyde ou du colorant dans une glaçure donnée.

J'ai fait une video de cette méthode <https://youtu.be/NUA1c5UCCm4>



On a 5 flacons munis de bouchons avec compte-goutte dans lequel on met 10gr d'eau. On ajoute du fer dans le 1, du manganèse dans le 2, du cuivre dans le 3 etc pour le fer, manganèse cuivre on mettra 0,8 gr de ces oxydes, pour le cobalt 0,08 gr . On préparera une glaçure que l'on diluera comme mentionné plus haut (c'est à dire pour avoir 0,4 gr par case) et on remplira nos cases avec 0,8ml d'émail. Ensuite on mettra pour la 1^{ière} colonne de notre casier 1 goutte de fer dilué dans la 1^{ère} case, 2 gouttes dans la seconde etc pareil pour la colonne2 avec le Mn etc La dilution dans nos flacons est telle que chaque goutte correspond à 1% d'oxyde sauf pour le cobalt où cela pourrait être 1 pour 1000 . Donc au défournement il suffira de choisir la couleur qui vous sied le plus . On pourra aussi essayer des mélanges d'oxydes par exemple , 3 de Cu , 2de Co donc 3% de cuivre et 2 pour mille de cobalt pour un bleu vert Bref les possibilités sont infinies mais la méthode est vraiment très rapide par rapport au pesage individuel des essais.

Il y a d'autres utilisations de mon outil, j'y reviendrai ultérieurement.

Préparation des tuiles

Les tuiles auront pour dimension 14,5 cm par 16 cm elles devront être faites avec la terre que vous utilisez habituellement . Si vous pouvez les couler c'est ce qui est le plus facile. Personnellement je les coule par 3x3 sur un carreau de plâtre (genre 66x50x5cm que l'on trouve chez les marchands de matériaux) elles sont découpées quand elles ont une consistance cuir avec un gabarit. Si vous les faites au rouleau ou à la crouteuse il faut aussi mieux les faire par 3x3 ou plus pour limiter les gauchissements éventuels et les découper quand elles sont raffermies. Pour la cuisson vous pouvez les cuire verticalement



Remarque sur le dosage en volume et les approximations relatives de ce mode de „pesée“

Certains lecteurs diront que j'ai tout faux car je néglige le changement de volume dû à l'ajout de matière sèche avec ma méthode dans les verres A, C et D Mais si cet ajout est faible, l'erreur produite est infime et en tout cas inférieure aux erreurs inhérentes à la précision relative de l'emploi de la seringue. Donc l'ajout de matière à la recette B pour avoir les recettes A et D se fera avec un maximum d'une vingtaine de % pour limiter cette erreur à des valeurs raisonnables. La précision relative de cette méthode est largement compensée par sa vitesse d'exécution. Si vous vous

intéressez à cette précision sachez qu'un volume mesuré avec une seringue de 3 ml sera estimé à moins du dixième de ml. Je vous laisse le soin de finir le calcul d'erreur et de le comparer à l'utilisation d'une balance. Je procède donc différemment que la méthode Ian Currie qui adapte l'ajout d'eau dans les godets pour avoir les mêmes volumes ce qui donne un calcul juste en théorie mais en pratique l'ajustement pour avoir les mêmes volumes est imprécis et est donc source d'erreur. Pour les pinailleurs voici le petit calcul qui justifie cette approximation. Les autres pourront passer au paragraphe suivant Soit une base B de 10 gr de matières sèches que l'on dilue avec 16 gr d'eau, si on estime que la densité moyenne de nos matières sèches est de 2,5 on a le volume de B qui fait 16 ml d'eau + 10/2,5 ml de matières sèches soit 20 ml On divise ce volume en deux godets de 10 ml Dans le godet A on ajoute 20% de silice par rapport à la matière sèche qui est de 5 gr (10/2) donc on ajoute 1 gr de silice dont la densité est de 2,2 donc on ajoute un volume de silice de 1 divisé par 2,2 soit 0,45 ml on a donc un godet B qui fait 10 ml et le A 10,45 ml Si on prend 4 ml dans le godet B et 4 ml dans le godet A on aura $(5/10) \times 4$ gr de MS apporté par B et $(5/10,45) \times 4$ gr de MS apporté par B soit 3,91 gr de MS et $1/10,45 \times 4$ ce qui est égal à 0,38 gr Quand on fait le rapport qui nous intéresse c'est à dire combien on a apporté de silice à notre base (0,38/ 3,91) en pourcentage on obtient 9,7% au lieu des 10 %. On voit ainsi que l'approximation est justifiée

L'autre erreur vient du fait que que l'émail est une suspension de différents solides et non une solution et que cette suspension a tendance à plomber. Ceci est vrai mais en céramique on a toujours à faire à des suspensions et jamais à des solutions et les céramistes ont l'habitude de travailler en agitant souvent la préparation et d'ajouter des suspensifs à la préparation. De toute façon quand on fait une recherche d'émail on procède par zooms successifs ce qui fait la précision augmente au fur et à mesure que l'on s'approche de l'émail parfait

En guise de conclusion

Ma méthode de recherche est proche d'autres méthodes comme celles de Jean Meissen qui lui „pesait“ en gouttes c'est une méthode très rapide mais elle a le désavantage de faire des échantillons un peu petits. La méthode de Ian currie est intéressante et elle est adaptée à une recherche systématique c'est à dire une recherche où on explore tout un diagramme. Personnellement j'essaie de limiter mon champ de recherche. Par exemple je ne cherche jamais d'émaux à moins de 1,5 mole de silice pour des raisons de stabilité mécanique et chimique de l'émail cuit. D'autre part je limite ma recherche à des émaux qui auront une bonne fusion c'est à dire que leur température de fusion théorique calculée par exemple avec [online-glaze-calculator](#) soit proche de ma température de cuisson. Pour les émaux cristallisants je limite encore plus le champ d'investigation.

La recherche d'émail est un peu comme la recherche des champignons par exemple si je veux chercher des cèpes dans mon village qui fait 50 km² je peux envisager de quadriller tout le territoire de la commune en passant tous les 10 mètres. Cela fait 5000 km à parcourir... c'est beaucoup à pied. Alors j'ajoute un critère: le cèpe pousse dans les bois... tout de suite on n'a plus que 2000 km à marcher et comme je ne veux pas aller dans les forêts de Douglas, il ne me reste plus qu'à faire 500 km. On peut ajouter d'autres critères par exemple de ne pas aller dans les endroits où tout le monde va!...

Bref la recherche d'émail est vaste et je vous souhaite de belles découvertes

