

# Quelques trucs & astuces dans un atelier de céramique.

Didier Descamps      <http://didierdescamps.fr>

19 février 2024

<b>1 Rondeaux.</b>	<b>2</b>
1.1 Matériaux. . . . .	2
1.2 Première génération. . . . .	2
1.3 Deuxième génération. . . . .	3
1.4 Et mes vieux rondeaux? . . . . .	3
<b>2 Trusquins.</b>	<b>4</b>
<b>3 Thermocouples.</b>	<b>5</b>
3.1 Principe de fonctionnement. . . . .	5
3.2 Montage minimal. . . . .	8
3.3 Montage ancien. . . . .	9
3.4 Montage moderne. . . . .	9
<b>4 Les « Bons » et les « mauvais » mots.</b>	<b>10</b>
4.1 Biscuit. . . . .	10
4.2 Chalumeau. . . . .	11
4.3 Courbes. . . . .	12
4.4 Émail, glaçure, couverte. . . . .	12
4.5 Pyromètre. . . . .	12
4.6 Quantité de chaleur. . . . .	13
4.7 Ratio. . . . .	13
4.8 Réduction et retrait. . . . .	13
<b>5 Pistolets d'émaillage &amp; compresseurs.</b>	<b>14</b>
5.1 Pistolets. . . . .	14
5.2 Compresseurs. . . . .	15
5.2.1 Débits, pressions, de quoi parle-t-on? . . . . .	15
5.2.2 Régulation, réservoir, détendeur. . . . .	16
5.2.3 Choix pratique. . . . .	16
5.2.4 Démarrage, maintenance. . . . .	18

# 1 Rondeaux.

J'ai toujours voulu repousser l'usage des rondeaux : On n'en a jamais assez et surtout ils prennent une place folle dans les emplacements de séchage. Avec des couteaux à enduire assez larges et un peu de pratique, on peut lever du tour sans rondu deau des pièces assez importantes (assiettes jusqu'à 28 cm, vases jusqu'à 2 kg). Mais il y a bien sûr des limites à ce sport, et pour les plus grandes pièces les rondeaux restent indispensables.

## 1.1 Matériaux.

C'est peut-être irrationnel, mais j'ai la hantise des « points de chaux » et j'ai bani le plâtre de mon atelier. Dans son livre sur le tournage, John Colbeck suggérait l'usage de disques d'amiante, mais ça n'est plus vraiment dans l'air du temps !

Sauf idée que je n'ai pas eue et que vous me donnerez, reste le bois. Sous forme d'aggloméré hydrofuge de préférence, sinon de contreplaqué « extérieur ». Ce dernier a comme inconvénients de présenter un fil (sens des fibres), de blesser les mains (frottement), et de mal adhérer à la terre. Ces difficultés sont facilement contournées en enduisant au préalable la surface du rondu deau avec de la terre très mole (la gadoue qu'un trouve toujours au bord des tours ou au fond des bassines).

## 1.2 Première génération.

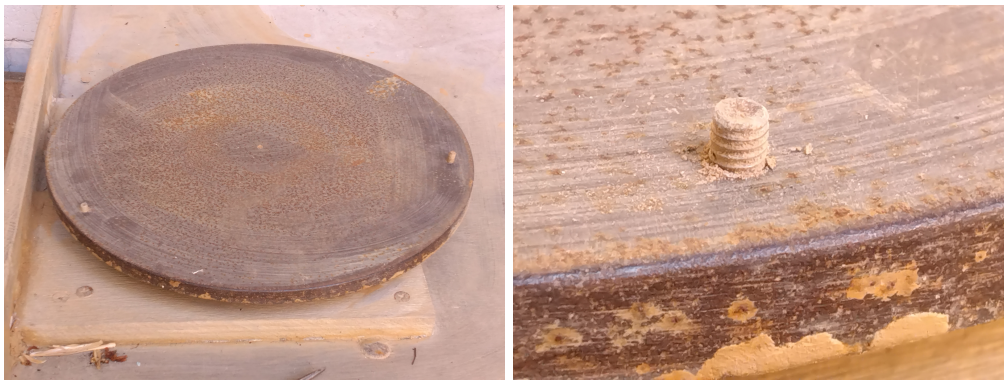


FIGURE 1 – girelle en acier et détail d'un pion

Je fabriquai autrefois un tour à pied muni d'une girelle en acier. Quand elle n'est pas rouillée comme au jour de la photo, le contact est bien plus agréable que celui de l'aluminium des tours modernes ! Et surtout on peut facilement percer et tarauder pour y insérer deux vis comme on voit en figure 1. On les sort quand on veut poser un rondu deau qui possède les trous correspondants, et elles affleurent sous la surface de la girelle quand on veut tourner sans rondu deau.

Comme une majorité de mes contemporains, j'ai un coupable penchant à la paresse. Je ne me suis donc pas embêté à positionner les deux vis exactement en

symétrie, bien au contraire j'ai accentué le "défaut". Il y a donc une bonne et une mauvaise façon de poser un rondeau mais il n'y a pas d'ambiguïté.

### 1.3 Deuxième génération.



FIGURE 2 – rondeau pour girelle alu, face inférieure.

L'âge venant, je me suis offert un tour électrique. La girelle est maintenant en aluminium et il n'est plus question de percer comme dans l'acier. Plus exactement il serait facile de le faire, mais la terre est abrasive et le taraudage dans l'aluminium tendre ne résisterait pas longtemps aux vissages-dévisserages successifs.

La solution que j'ai trouvée qui laisse la girelle intacte est en figure 2. En découpant des cercles dans un panneau, on récupère de nombreuses petites chutes qu'on utilise pour faire un emboîtement légèrement serré. Les avantages de ce système sont nombreux :

- les rondeaux se posent et s'enlèvent très facilement en un instant ;
- ils sont automatiquement centrés, pratique pour reprendre un objet ou pour le colominage des grosses pièces ;
- l'air circule entre eux et ils sèchent facilement quand ils sont stockés empilés.

Les inconvénients?... pas trouvés encore !

### 1.4 Et mes vieux rondeaux ?

Même si je ne l'utilise plus souvent, j'ai gardé mon bon vieux tour à pied historique et son stock de rondeaux. Pour utiliser ceux-ci sur le tour électrique, j'ai fait un rondeau 2<sup>ème</sup> génération spécial comportant deux pions aux mêmes emplacements que ceux de la girelle acier. Je tourne alors sur deux rondeaux superposés.

## 2 Trusquins.

Je suis l'heureux propriétaire et utilisateur d'un tour Shimo RK3E. Puissant, silencieux, increvable, presque que du plaisir. Pour que ce dernier soit complet, je me suis empressé de virer le garde-boue et de le remplacer par une feuille de contreplaqué "marine". J'ai maintenant toute la place pour les outils, la bassine, les boules et les pièces tournées.



FIGURE 3 – feuille de CP et trusquin en place.

Et je peux facilement poser un trusquin amovible qui retrouve immédiatement sa position exacte : je pose une plaque fixe munie de trois pions, et le trusquin se cale précisément sur ces pions comme en figure 3. Le trusquin lui même est fait d'une petite plaque de bois et de trois morceaux d'un vieux mètre pliant. Je le mets de côté au début du tournage de chaque pièce et je le remets en place vers la fin.



FIGURE 4 – Tour non modifié et trusquin.

Je dispose d'un deuxième tour identique mais je n'en suis pas propriétaire et je ne peux pas l'habiller de CP comme le mien. Avec le garde-boue en place, utiliser un trusquin est plus compliqué. J'utilise un tabouret le plus stable possible, j'y pose une tournette (celle de la cabine d'émaillage) sur laquelle je fixe le trusquin

avec un petit serre-joint (figure 4). Sans être vraiment "chez moi", c'est maintenant commode de tourner des petites séries malgré le garde-boue.

J'ai essayé de remplacer la tournette coûteuse par un plateau tournant de placard de cuisine bien moins cher, mais le jeu est trop important pour que le trusquin retrouve une position suffisamment précise. Mais si vous n'êtes pas à quelques millimètres près vous pouvez tenter cette économie. Un vieux tourne-disque pourrait-il faire l'affaire ? Vous me raconterez.

### 3 Thermocouples.

Même si on sait qu'une indication de température n'est pas suffisante pour déterminer la fin d'une cuisson et qu'elle ne remplace pas les cônes pyrométriques<sup>1</sup>, elle reste indispensable pour respecter une « courbe » et pour renseigner un programmeur.

Les thermocouples ne sont pas les seuls capteurs de température possibles, on peut citer les capteurs basés sur la fréquence de résonance d'un quartz ou d'une céramique, sur la variation d'une résistance électrique (type PT100) ou sur le rayonnement. Ces derniers permettent des mesures sans contact sur des objets éloignés ou des machines tournantes, en supposant qu'on connaisse l'émissivité thermique de ces objets.

Mais les thermocouples restent les "mieux placés" en termes de prix et de simplicité tant qu'on peut se contenter d'une précision de l'ordre du °C et qu'on a besoin explorer des domaines jusqu'à 1300°C ou plus. Il en existe de nombreux types. On voit sur le tableau 1 que seuls les types R et S sont utilisables par le potier de grès et de porcelaine, et qu'ils sont coûteux parce que constitués de platine et de rhodium. Le céramiste de faïence pratique des températures inférieures à 1100°C, il peut donc utiliser les types K et N bien moins chers. Le type N est plus stable dans le temps et devrait progressivement remplacer K.

Tordons le cou à une légende tenace, un ensemble thermocouple + câble de compensation + boîtier de lecture n'a pas besoin d'être étalonné, à la condition évidente qu'il soit en bon état et correctement monté. Il indique la température réelle à laquelle il est soumis au °C près. Comme déjà dit, il reste à voir si cette indication est pertinente et suffisante pour le céramiste, mais c'est une autre histoire.

Pour des raisons historiques, les thermocouples et autres dispositifs destinés à mesurer des hautes températures sont encore parfois nommés « pyromètres<sup>2</sup> ».

#### 3.1 Principe de fonctionnement.

Quand un fil conducteur (fil de fer, de cuivre, etc.) est soumis à une température variable sur sa longueur, il s'en suit une variation de potentiel électrique "à l'image" (c'est à dire non proportionnelle) de la variation de température. Comme

---

1. Voir à ce sujet la cinétique de la fusion dans [http://didierdescamps.fr/emaux/notions\\_emaux.pdf](http://didierdescamps.fr/emaux/notions_emaux.pdf)

2. voir 4.5 en page 12

TABLE 1 – Thermocouples les plus courants.

Désignation internationale	Matériau conducteur	Échelle de température (°C)
R	Pt-13%Rh (+) Pt (-)	0 à +1600
S	Pt-10%Rh (+) Pt (-)	0 à +1550
B	Pt-30%Rh (+) Pt-6%Rh (-)	+100 à +1600 (+1750 intermittent)
K	Ni-Cr (+) Ni-Al (-)	0 à 1100
N	Ni-14%Cr (+) Ni-4,5%Si (-)	0 à 1150
T	Cu (+) Ni-Cr (-)	-185 à +300
J	Fe (+) Cu-Ni (-)	+20 à + 700
E	Ni-Cr(+) Cu-Ni(-)	0 à + 800
C	W-%5Re W-%26Re	400 a +2760 (non normalisé)

le montre la figure 5<sup>3</sup>, la différence de potentiel entre les deux extrémités ne dépend que de leurs deux températures, et non des températures locales entre elles. Et il n'y a pas de courant circulant dans ce fil. C'est ce qu'on appelle l'effet See-

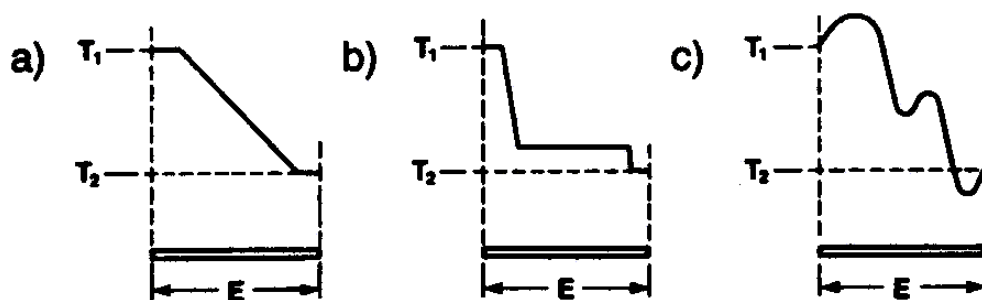


FIGURE 5 – un seul conducteur soumis à différents gradients de température.

beck, et qu'on ne peut pas montrer directement, car les câbles du voltmètre qu'on utiliserait auraient eux aussi leurs effets Seebeck.

Mais on peut le monter indirectement puisque chaque métal ou alliage développe un effet Seebeck qui lui est propre : En utilisant deux métaux différents

3. les figures de ce chapitre sont empruntées au "traité de pyrométrie" du fournisseur TC, ou à l'ouvrage "Les capteurs en instrumentation industrielle", Dunod 2010.

soudés à une extrémité, on obtient une tension *mesurable* aux bornes de l'autre extrémité, qui est la différence des deux effets Seebeck et qu'on appelle effet Peltier. La figure 6 montre que cette tension ne dépend que des températures des deux extrémités et non des variations locales le long des fils. Cette tension ne dépend pas non plus ni du diamètre ni de la longueur des fils, et il n'y a pas de courant, l'intensité est nulle. Un thermocouple standard est donc représenté en figure 7. Il est souvent protégé par une enveloppe en matériau adapté au milieu à mesurer et muni d'une tête de raccordement. L'ensemble thermocouple, enveloppe et tête est souvent appelé « sonde » ou « cane »<sup>4</sup>.

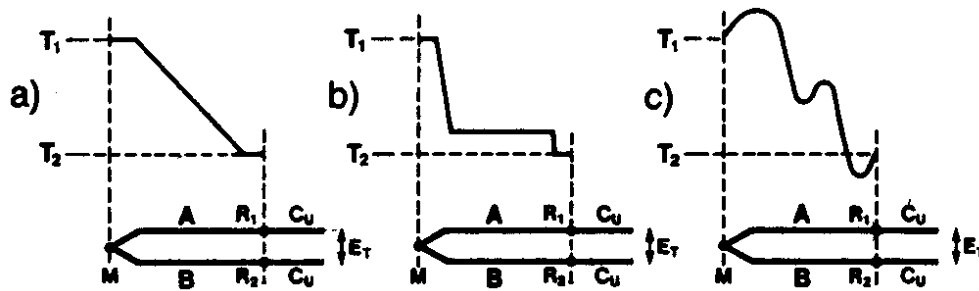


FIGURE 6 – deux conducteurs soumis à différents gradients de température.

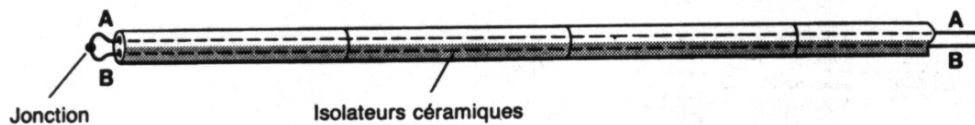


FIGURE 7 – un thermocouple pratique.

Pour les couples courants des tables tension-température sont éditées<sup>5</sup>. Elles donnent la tension en fonction de la température de la soudure (dite "chaude"), l'autre extrémité (celle où la tension est relevée) étant de 0°C par convention. Comme ça n'est que très rarement le cas en pratique, il va falloir effectuer une « correction de soudure froide » pour tenir compte de la température de celle-ci.

La figure 8 résume la relation tension-température pour les couples les plus courants. On voit que cette relation est en général non linéaire. On voit également que la tension produite par un thermocouple S est très faible et qu'il faut donc un voltmètre de grande qualité pour une précision acceptable. La figure 9 illustre la non-linéarité du couple S.

Pour connaître le type d'un thermocouple inconnu et pour respecter la polarité, il faut se référer au code-couleur normalisé. Par exemple S + orange et - blanc ; K + vert et - blanc ; idem pour les câbles de compensation.

4. À mon humble avis ce vocabulaire imprécis est à éviter.

5. pour le type S par exemple, <https://www.tcsa.fr/thermocouple-reference/tables-reference-internationales-thermocouple-type-s.html> ou "type-k.html" si vous êtes faïencier.

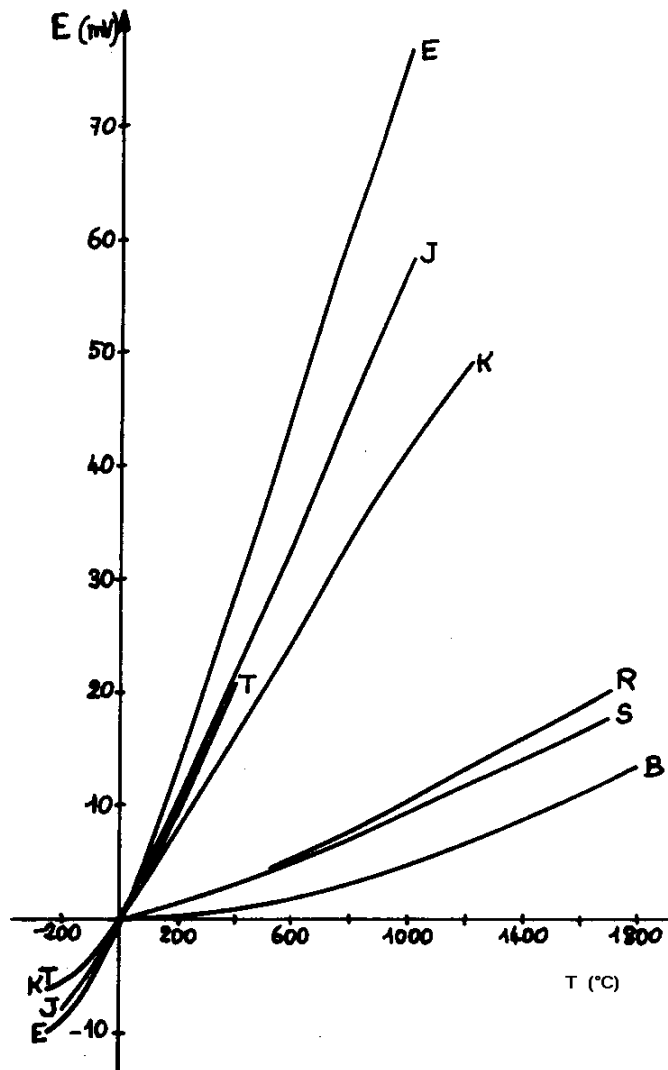


FIGURE 8 – relation tension-température des thermocouples courants.

### 3.2 Montage minimal.

On pourrait se contenter d'un simple thermocouple introduit dans le four, l'extrémité froide à l'extérieur, et les fils du couple prolongés par deux fils de cuivre jusqu'à un voltmètre de bonne qualité.

Il est important de noter qu'il n'y a pas de courant, que l'intensité est nulle. Dans ces conditions et si l'impédance du voltmètre est grande, la longueur de couple et de sa prolongation n'interviennent pas car il n'y a pas de pertes par effet Joule.

Par exemple on lit  $12252\mu\text{V}$  (microvolts), ce qui correspond dans la table à  $1205^\circ\text{C}$ . La température du bornier couple/cuivre est mesurée à  $60^\circ\text{C}$ , ce qui correspond à  $365\mu\text{V}$ .

$12252+365=12617\mu\text{V}$ , la température réelle est donc de  $1255,4^\circ\text{C}$ .

Remarque :  $1205+60=1265^\circ\text{C}$  et non pas  $1255,4!$  Cela parce que le couple est non linéaire. Il faut faire une somme des tensions et non pas des températures, sous



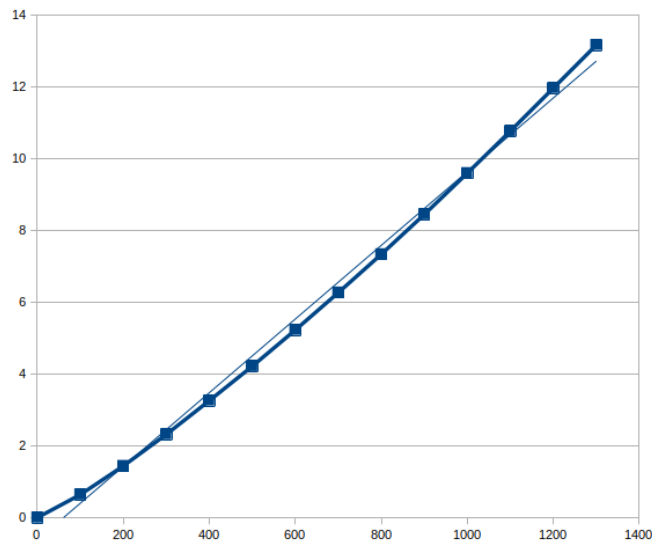


FIGURE 9 – thermocouple S : tension( $\mu\text{V}$ )/température( $^{\circ}\text{C}$ ).

peine de commettre une erreur qui peut être non négligeable.

### 3.3 Montage ancien.

Jusque dans les années 1980, on trouvait souvent des montages comme en figure 10.

Le **câble de compensation** –propre à chaque couple– a les mêmes propriétés thermoélectriques que le couple lui même (même effet Seebeck), il est beaucoup moins coûteux mais ne supporte que des basses températures. Dans le cas de couples bon marché (T, K, etc.) on fait la liaison jusqu'à l'unité de référence avec les mêmes métaux (extension), mais pour les types S ou R on a obligatoirement recours aux câbles de compensation.

L'unité de référence est un boîtier de connexion dans lequel une température de  $0^{\circ}\text{C}$  est maintenue. La tension lue au voltmètre doit encore être traduite en température grâce à une table, mais il n'y a plus besoin d'effectuer de correction de jonction froide.

### 3.4 Montage moderne.

Les couples, les enveloppes, les têtes de raccordement et les câbles de compensation ont peu changé depuis cinquante ans. C'est l'électronique –de lecture ou de programmation de courbes de cuisson– qui est nouvelle : La température interne des produits actuels est mesurée (souvent par une PT100) et il n'y a plus d'unité de référence, la correction et la conversion en température sont automatiques. Ils acceptent généralement plusieurs types de couples.

En pratique un thermocouple doit pénétrer suffisamment dans le four pour ne pas subir l'influence de la paroi à température plus basse. Au minimum dix fois le diamètre de l'enveloppe.

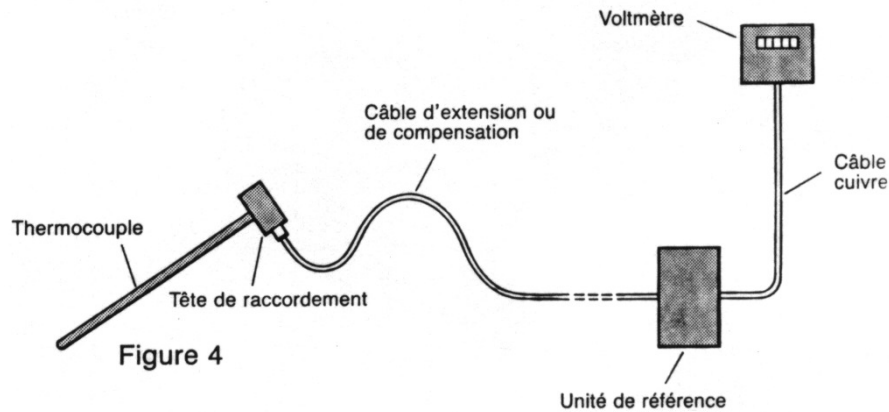


FIGURE 10 – ensemble complet.

Avec du matériel de qualité correcte et un montage en règle, une précision de l'ordre de 1°C doit être atteinte. Mais on voit dans certains ateliers des câbles de compensation remplacés par des fils de cuivre ou montés à l'envers, et des potiers perplexes se plaindre du "n'importe quoi" qu'ils constatent... s'ils le constatent.

J'espère que ce topo, réduit à sa plus simple expression, puisse leur être utile.

## 4 Les « Bons » et les « mauvais » mots.

De mon expérience d'enseignant, tant en sciences « dures » qu'en céramique –mole par définition–, je peux affirmer que le flou du vocabulaire aboutit souvent à des difficultés inutiles et parfois insurmontables pour les enseignés, alors qu'un peu de précision dans le choix des mots permet une transmission beaucoup plus efficace. Je soutiens qu'il faut faire l'effort d'utiliser les bons mots, les termes exacts, pour ne fourvoyer ni perdre personne.

À moins que ce ne soit intentionnel, qu'on veuille garder son savoir pour soi en faisant mine de le transmettre? J'en ai connu aussi, des « profs » malveillants qui utilisaient cette technique de brouillage!

Il y a aussi des mots à la définition différente selon le métier. C'est normal et immédiatement compris si le sens n'a rien à voir et les métiers non plus (rayon en optique ou en cyclisme), mais ça peut être beaucoup plus troublant s'il s'agit de sens proches et de métiers voisins (pour un céramiste, ça serait un verrier, un chimiste, un automatique, etc.). Il serait évidemment stupide de vouloir décider qui a raison ou tort. Dès la première incompréhension, au premier doute, réflexe : de quoi parle-t-on *exactement*, quelle est votre définition de ce mot?

Si, vous aussi, vous observez du vocabulaire inadapté ou prêtant à confusion, signalez le moi, la liste suivante pourrait grossir.

### 4.1 Biscuit.

En céramique, un biscuit est une statuette en porcelaine généralement non émaillée typique du XIX<sup>ème</sup> siècle ou du début du XX<sup>ème</sup>, et qui a été cuite deux



FIGURE 11 – Un biscuit de mon arrière-grand-mère.

fois, à basse puis à haute température.

Mais, curieusement, ce terme est souvent utilisé pour parler des pièces qui ont été cuites une seule et première fois et qui attendent d'être émaillées. Que vous pratiquiez la faïence ou le grès, un tesson cuit une fois seulement est un **dégourdi** qui a été dégourdi par une cuisson de dégourdi. Montrez au monde ébahi qu'un céramiste terre à terre sait aussi compter jusqu'à deux !

Je ne sais pas pourquoi ce biscuit ridicule traîne encore dans certains ateliers et lieux de formation. Peut-être encore un anglicisme malencontreux ? on dit "bisque" outre Manche.

## 4.2 Chalumeau.



FIGURE 12 – Brûleurs à gauche et chalumeaux à droite.

Contrairement au dromaludaire, le chalumeau possède deux bouteilles : une de gaz combustible (souvent de l'acétylène, mais ça peut être autre chose), l'autre d'oxygène. Il permet de souder ou de braser des métaux. Votre machin bleu avec une réserve de butane (on disait autrefois une "lampe à souder") ou au bout d'une bouteille de propane est un brûleur. Juste un brûleur, pas un chalumeau.

Il va falloir faire comprendre ça chez CastoMerlin, c'est pas gagné !

### 4.3 Courbes.

Une cuisson se programme de façon automatique (régulateur moderne) ou manuelle (four à bois), mais l'évolution de la température avec le temps est prévue. Avec un régulateur la courbe idéale  $T = f(t)$  est approchée par des *segments* de droite, c'est une ligne brisée mais continue, sans sauts brutaux d'une température à une autre.

Pour un céramiste, un segment où la température varie régulièrement (de  $+150^{\circ}\text{C/h}$  par exemple) est une **rampe** ou une **pen**te, et un segment à température constante est un **palier**. Pour un automaticien, *les deux sont des paliers*, et le brusque saut d'une consigne à une autre est un "*step*" que le céramiste évite soigneusement.

Pour résumer, les paliers des automaticiens peuvent pencher ! Ça nous a valu quelques dialogues de sourds et un peu de temps pour se comprendre ;)

### 4.4 Émail, glaçure, couverte.

Le terme « émail » devrait, en principe, être réservé aux revêtements vitreux sur métaux comme le cuivre ou l'acier et on ne devrait parler que de « glaçure » en céramique. Mais l'erreur est tellement commune qu'elle n'en est plus une, il faut accepter ce glissement sémantique. Une « couverte » est incolore, brillante et transparente, c'est un cas particulier de glaçure.

### 4.5 Pyromètre.

Un pyromètre est un matériel qui, ethymologiquement peut « mesurer le feu », c'est à dire les hautes températures ( $1300^{\circ}\text{C}$  suffiront à la plupart des céramistes).

Il y a très longtemps, on estimait la température d'un four en comparant la lumière qu'il émet avec celle du filament d'une lampe à incandescence : le pyromètre "à disparition de filament" ou "optique". On en trouve encore, mais seulement dans les musées. Maintenant on utilise des **thermocouples** bien plus commodes et précis. Les type K ( $1100^{\circ}\text{C}_{\text{maxi}}$ ) ou S sont les plus courants chez les céramistes, mais on peut parfois trouver les types N et R.

De nos jours le terme « pyromètre » est souvent réutilisé pour parler de ces thermomètres infra-rouges sans contact, extrêmement utiles au bricoleur et dans la cuisine mais limités à  $600^{\circ}\text{C}$  environ... donc tout sauf des pyromètres. Ils mesurent des températures de surface et non des températures de gaz comme le fait un thermocouple. On les appelle aussi « thermomètres laser » même si le faisceau laser –en option– ne sert à rien sauf à mieux visualiser la zone de mesure.

De part leur principe de fonctionnement ils sont sensibles à l'émissivité des surfaces à mesurer, et ils racontent n'importe quoi sur les métaux polis, en particulier sur l'aluminium.



FIGURE 13 – Un exemple de "pyromètre" moderne.

#### 4.6 Quantité de chaleur.

À la fin de la cuisson<sup>6</sup>, quand la température maximale est atteinte, on fait souvent un « palier » en maintenant cette température constante pour permettre aux émaux de prendre le temps de finir de fondre et de napper. Il n'y a pas de variation de température pendant ce temps, le bilan d'échange de "calories" est nul, il n'y a donc pas de « quantités de chaleur » en jeu au sens des thermiciens.

Un concours est peut-être à lancer pour trouver un meilleur terme. « temps nécessaire à la fusion », « temps de maturation de l'émail » ? pas génial... Qui dit mieux ? Y a-t-il un chimiste dans la salle ?

#### 4.7 Ratio.

À rédiger, ça va venir !

#### 4.8 Réduction et retrait.

Quand on travaille le grès en haute température, il y a deux phases où la taille de la pièce diminue : le séchage et la fin de la cuisson finale. Il n'y a pas de diminution mesurable pendant la cuisson de dégourdi. Au total, pour les argiles que je pratique, le retrait linéaire est proche de 12%, et donc de 40% en volume ( $1,12^3 = 1,405$ ). Donc si je veux un vase de 25 cm, il doit faire 28 cm au tournage, et ma cruche de 1 litre doit en faire 1,4 au départ.

Mais cette diminution des côtes est un *retrait*, pas une réduction. La réduction est une technique de cuisson qui consiste à priver le four d'oxygène en fin de cuisson (entre 900 et 1280°C environ) pour faire apparaître des couleurs différentes de celles de l'inévitable *oxydation* du four électrique<sup>7</sup>. C'est le principal avantage du four à gaz : on peut choisir une cuisson oxydante identique à celle du four électrique ou une cuisson réductrice pour ses couleurs inimitables.

6. Si, comme moi, vous n'intervenez pas pendant le refroidissement. Sinon, pour vous, la cuisson continue.

7. <http://didierdescamps.fr/combustion/combustion.pdf> pour en savoir plus.

Le retrait désigne aussi un défaut d'émail qui, à la fusion, se retire en laissant une surface de terre nue. C'est souvent un tesson gras ou mal dépoussiéré qui provoque ce retrait là.

## 5 Pistolets d'émaillage & compresseurs.

Par manque d'expérience, je ne parlerai pas des pistolets "airless" qui n'ont pas besoin d'air comprimé mais juste d'une prise électrique. Je ne peux que colporter la rumeur non vérifiée selon laquelle il fonctionneraient bien mais pas longtemps<sup>8</sup>. La barbotine d'émail, tout comme la terre, est abrasive. Userait-elle prématurément des matériels conçus pour de la peinture? Je ne parlerai pas non plus des pistolets spécifiques à l'émail, sans doute très bons mais hors de portée de mes finances.

Je ne parlerai donc que des pistolets à peinture classiques qui nécessitent de l'air comprimé et donc un compresseur séparé, ces deux matériels ont en général une longue durée de vie.

### 5.1 Pistolets.



FIGURE 14 – réservoirs en haut (gauche) et en bas (droite).

Il existe deux principales catégories de pistolets, selon la position du réservoir d'émail liquide (figure 14). Pour ceux qui ont réservoir en haut l'écoulement se fait par gravité. Ils seraient de meilleure qualité, se rincent facilement pour changer d'émail, mais ils sont chers. Pour ceux qui ont réservoir en bas l'écoulement se fait par aspiration dans le jet d'air. Ils sont bien meilleur marché.

Pour le même budget, on peut choisir d'acheter un unique pistolet haut ou bien plusieurs bas, un par couleur. J'ai personnellement choisi la deuxième solution, très pratique avec les raccords rapides dont on dispose maintenant. J'en possède une petite dizaine.

8. Si vous avez une expérience de ce matériel qui confirme ou infirme la rumeur, dites le moi !

## 5.2 Compresseurs.

On voit en figure 15 un exemple de petit compresseur utilisable en atelier de céramique (c'est celui que j'ai acheté, il est remarquablement peu bruyant). L'ensemble moteur-compresseur se situe en haut à droite, la cuve de stockage en bas, la régulation et le détendeur en haut à gauche avec leurs deux manomètres.



FIGURE 15 – Un compresseur type.

### 5.2.1 Débits, pressions, de quoi parle-t-on ?

Contrairement aux liquides comme l'eau, l'air a la mauvaise idée d'être un fluide *compressible*. Ça signifie qu'on change le volume d'une masse d'air si on change sa pression ou sa température ou les deux à la fois<sup>9</sup>. Tant que les fuites dans le compresseur sont négligeables –ce qu'on admettra pour la suite–, le débit moyen *en masse* (kg/s) est le même en entrée et en sortie, par contre les débits exprimés *en volume* (m<sup>3</sup>/s) sont différents. Le bon sens voudrait qu'on ne parle que de débits en masse, mais l'usage –qui aime souvent se compliquer la vie– préfère parler en volume. Il y a donc besoin d'une convention : on se réfère au débit *aspiré*, donc dans les conditions ambiantes (pression et température atmosphériques). L'air « pèse » alors 1,2 kg/m<sup>3</sup> environ.

Les pressions sont en général exprimées en *relatif*, c'est à dire en comparaison avec la pression atmosphérique toujours proche de 1 bar. Par exemple, si vous réglez la pression en entrée de pistolet à 2 bars, la pression *absolue*, la "vraie", est de 3 bars environ.

9. L'air est un « gaz parfait ». Vous saurez tout sur le sujet en vous rendant dans les annexes de <http://didierdescamps.fr/combustion/combustion.pdf>

### 5.2.2 Régulation, réservoir, détenteur.

Un petit compresseur utilisable en céramique comme en bricolage est une machine *volumétrique* constituée d'un (parfois deux) piston en mouvement dans un cylindre muni de clapets en entrée et en sortie, tout comme une pompe à vélo<sup>10</sup>. L'énergie mécanique est fournie par un moteur électrique le plus souvent monophasé.

L'engin doit pouvoir fournir un débit et une pression suffisants pour contenter le pistolet. Mais la demande d'air est discontinue, le pistolet n'est pas constamment en fonctionnement. On a donc recours à un stockage d'air sous pression dans un réservoir et la marche du compresseur est *intermittente*<sup>11</sup>.

Selon les modèles, les pistolets fonctionnent sous 2 à 3 bars et consomment de 80 à 120 l/min (litres par minute). Le stockage doit donc être à une pression supérieure à 3 bars. En pratique il est souvent *régulé* entre 6 et 8 bars : le compresseur s'arrête quand 8 bars sont atteints et se remet en marche à 6 bars, et la pression dans le réservoir évolue automatiquement entre ces deux valeurs (qui peuvent éventuellement être changées).

Le pistolet a besoin d'une pression inférieure à celle du réservoir, et surtout stable, indépendante des variations dans celui-ci. C'est le boulot du *mano-détendeur* qui, comme son nom l'indique, détend et régule la pression en entrée de pistolet à une valeur choisie en tournant une molette. Un manomètre à aiguille permet de lire la pression.

### 5.2.3 Choix pratique.

Vous envisagez l'achat d'un compresseur. Vous connaissez le débit et la pression demandés par le plus gros consommateur de vos pistolets, mais vous savez aussi que vous n'aurez pas le doigt sur la gachette en permanence car il y a cent autres choses à faire quand on émaille. Vous pouvez donc choisir une machine ayant un débit plus faible que le débit *instantané* du pistolet, le stock pouvant se reconstituer entre deux pulvérisations. Vous aurez ainsi une machine moins coûteuse et moins bruyante. Par exemple mon compresseur est annoncé à 61 l/min sous 7 bars de réservoir, et je le trouve largement suffisant.

Mais si vous émaillez longtemps une grosse pièce, le compresseur risque de ne pas suivre et la pression au pistolet va chuter. Il vous faut, non pas un plus gros compresseur, mais juste un plus gros réservoir. Malheureusement on ne trouve pas ça dans le commerce, une grosse cuve suppose un gros compresseur, un gros abonnement électrique et un gros budget.

Mais il est facile d'augmenter le volume de stockage en installant une cuve supplémentaire à côté du compresseur. Je déconseille la roue de camion : elle est encombrante et surtout elle donne à l'air une épouvantable odeur de caoutchouc, cette odeur persiste avec les années. Une bouteille (parfaitement vide !) de 13 kg de butane ou de propane fait mieux l'affaire : Elle dégage au début une "odeur de

10. Pour les mécaniciens : l'évolution de l'air est quasi-isentropique mais pas réversible pour autant, la chaleur apportée par les frottements divers est sensiblement égale à celle du refroidissement. C'est une observation expérimentale.

11. quel spectacle!



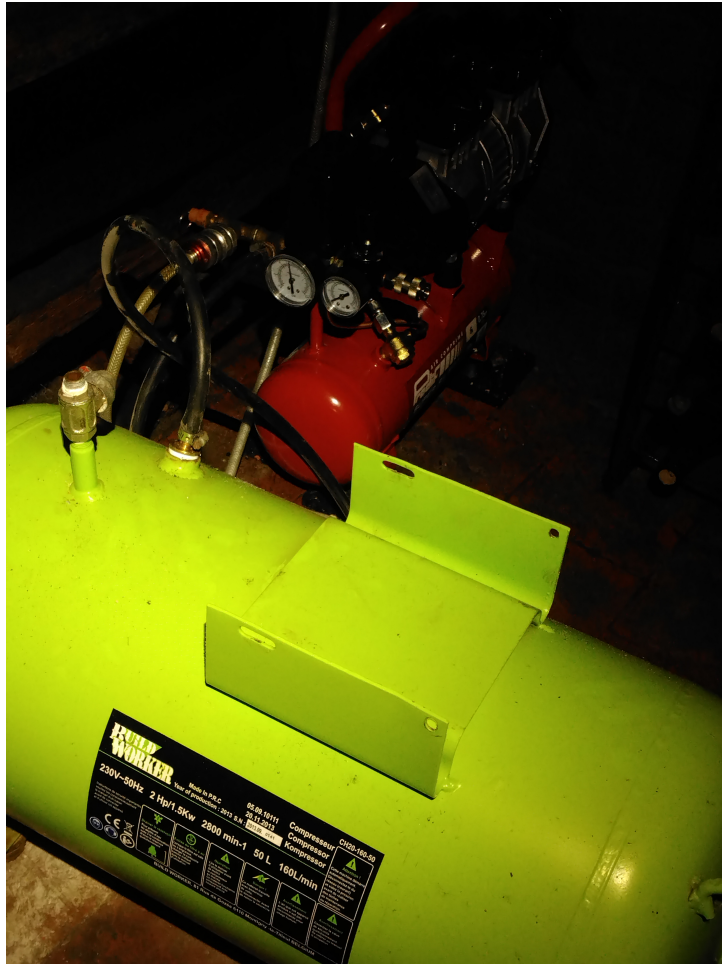


FIGURE 16 – Mon compresseur et sa cuve supplémentaire.

gaz" due aux résidus de mercaptans <sup>12</sup>, odeur désagréable mais qui ne dure que quelques jours. Et elle est moins encombrante qu'une roue de camion. Pour ma part j'utilise la cuve d'un vieux autre compresseur, passant ainsi de 6 à 56 litres, impeccable!

Bien entendu, plus le volume total est grand, et plus les temps de marche et d'arrêt augmentent. En particulier à la 1<sup>ère</sup> mise en route le temps de marche peut paraître fort long.

La figure 16 montre mon compresseur et sa cuve supplémentaire jaune, et la figure 17 montre de gauche à droite la soupape de sécurité d'origine (importante, à conserver!), la prise vers l'atelier et la prise vers la dite cuve.

**le bruit**, mon ennemi! Tous les compresseurs font plus ou moins du boucan, bruit qui s'additionne à tous les autres de l'atelier (soufflette, aspiration de la cabine, ventilateur du four, etc.). Il faut y être attentif, c'est un critère de choix important à l'achat. Mais résistez à l'envie de le capitonner, de le recouvrir d'une

12. Ce sont des perlinpinpins soufrés ajoutés aux gaz combustibles pour leur donner une odeur susceptible d'alerter en cas de fuite, ces gaz étant inodores par nature.



FIGURE 17 – Les prises de pression.

cloche insonorisante : Un compresseur a besoin d'être refroidi et d'évacuer de la chaleur sous peine de dégradation du rendement (il va consommer plus d'électricité) et de durée de vie raccourcie.

Ma solution –que vous ne pourrez peut-être pas appliquer– consiste à mettre le plus possible de ces machins infernaux à la cave sous l'atelier, nous sommes maintenant séparés par une dalle de béton imposante et je ne les entends (presque) plus. Mais pas question de descendre pour titiller le détendeur en fonction du pistolet et de l'effet voulu : j'ai donc installé un tuyeau qui amène l'air en provenance de la cave à la pression de la cuve et un mano récupéré monté sur la cabine d'émaillage qui assure la détente pour un réglage "sous la main" confortable. Le détendeur du compresseur n'est donc pas utilisé.

#### 5.2.4 Démarrage, maintenance.

**Démarrage.** Tous les compresseurs ont sur leur boîtier de régulation un bouton marche/arrêt. C'est sur lui qu'il faut agir en dernier au démarrage et en premier à l'arrêt. Il ne faut jamais démarrer en fermant un interrupteur quand le bouton est sur marche car le moteur n'aurait pas assez de couple pour vaincre la pression de la cuve, il calerait et jouerait la vie brève. Quand il est sur arrêt, ce fameux bouton ouvre un robinet de « mise à vide » qui permet aux premiers tours de la machine de se faire à pression atmosphérique avec un couple faible et en douceur.

**Purges.** Pour des raisons trop compliquées pour avoir leur place ici<sup>13</sup>, la vapeur d'eau que contient l'air aspiré se condense en grande partie dans la cuve et il faut ouvrir régulièrement le robinet de bas de cuve pour l'évacuer. Et, sauf si le compresseur fonctionne sans huile, cette eau est grasse et peu appétissante.

13. Les curieux iront voir dans <http://didierdescamps.free.fr/thermo.pdf> le paragraphe 14.2 « air humide ».

**Huile.** Contrairement à celle d'un moteur thermique (de voiture par exemple), l'huile dans le carter d'un compresseur ne subit pas de températures élevées. Elle ne se dégrade pas et il n'y a pas lieu de faire des vidanges régulières. Juste penser à contrôler le niveau de temps en temps.

La tendance de la mode est aux compresseurs sans huile, l'avenir dira s'ils ont une durée de vie comparable aux ringards qui marchent au gras.

