

## Utilisation des cônes céramiques (Orton) - JPP 2019

Les cônes sont faits en matériaux céramiques qui mesurent la quantité de chaleur reçue dans un four (qui est fonction du temps de cuisson et de la température), et réagissent donc comme vos pièces à la cuisson.

Dans la table de Orton (ci-dessous), chaque numéro de cône, de 022 à 14 par chaleur croissante (*attention cône 010 différent de cône 10*), correspond à une quantité de chaleur précise. Concrètement, pendant la cuisson, le cône chauffe, et va finir par se courber lentement et de plus en plus vite lorsqu'on approche de la quantité de chaleur étalonnée. Quand la pointe du cône est près de toucher la plaque, la quantité est atteinte. Ensuite, le cône va continuer à se déformer, pour finalement fondre complètement (et vos pièces aussi ...) quand la quantité de chaleur est largement dépassée. Il faut savoir que la déformation visible (et donc mesurable) apparaît dans les derniers 100° à 200°, ou pendant les dernières heures de cuisson.

Si on revient à la définition : **quantité de chaleur = température x temps**. Donc, plus vous cuisez lentement, moins il faudra cuire chaud pour que la bonne chaleur soit atteinte. Inversement, plus vous cuisez rapidement, plus il faudra cuire chaud pour que la même quantité de chaleur soit atteinte. De plus, si vous rajoutez un palier à la température maximale, la quantité de chaleur délivrée sera plus importante, quelle que soit la température affichée par la sonde (environ 1/2 cône par 30mn de palier, mais cela dépend du four). Les trois chiffres donnés pour chaque cône par la table de Orton sont indicatifs et correspondent à différentes allures de cuisson :

- cuisson lente (15°/h)
- cuisson moyenne (60°/h)
- cuisson rapide (150°/h)

(pour un même cône)

Heating Rate*	Self Supportin			
	Regular - SSB			
	15°C/hr	60°C/hr	150°C/hr	15
Firing Speed	Slow	Medium	Fast	!
Cone #				
022		586	590	
021		600	617	
020		626	638	
019	656	678	695	
018	686	715	734	
017	705	738	763	

En résumé il faut raisonner comme suit : **Quelle combinaison température x temps de cuisson + paliers** est suffisante et nécessaire pour faire fondre le cône cible ? C'est pour cela que l'on met 3 cônes : le cône cible (10), celui du dessous pour constater qu'on est assez chaud (9), et celui du dessus pour vérifier que l'on n'a pas dépassé (11). Les cônes ne donnent donc pas la température, mais permettent de vérifier que la même quantité de chaleur (celle qui va bien avec vos terres/émaux) a bien été délivrée à chaque cuisson. **Ce résultat peut être atteint par diverses combinaisons température x durée de cuisson + palier.**

Concrètement, la plupart des fours électriques n'ont pas de regard, il faut donc "constater" la cuisson à la fin. On analyse les trois cônes et on corrige. Si ce n'est pas assez chaud, en premier on rallonge le palier avec la même température. Si ce n'est pas encore assez on allonge le temps de cuisson, ou on augmente la température. Si c'est trop chaud, on garde le palier mais on baisse la température finale. Etc. Les caractéristiques du four (isolation, aération, ...) influent sur le résultat.

Pour clarifier la lecture des cônes : sur la photo ci-dessous, pour cône 10, j'ai mis trois cônes en bas, au milieu et en haut du four.

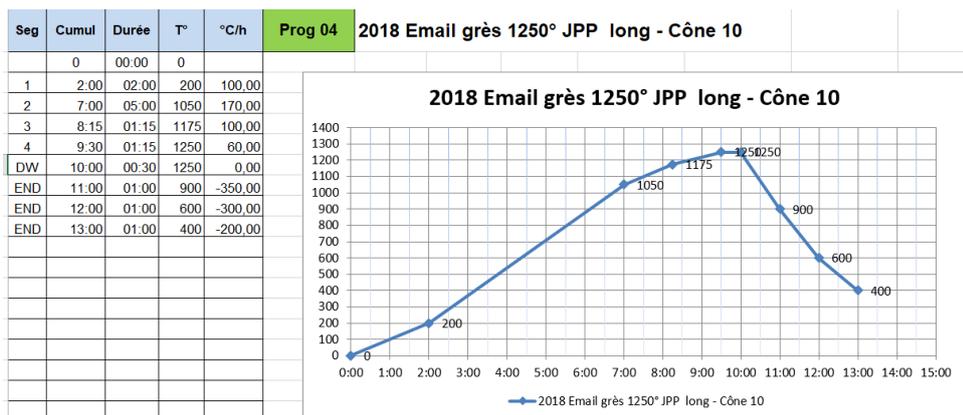
## Utilisation des cônes céramiques (Orton) - JPP 2019

- En haut (top) : le cône 9 est bien écrasé, le 10 est à peu près "bon" (manque un peu), le 11 a commencé à se déformer.
- Au milieu (middle) : le 9 a fondu, le 10 est pile poil, le 11 a fondu un peu plus qu'en haut.
- En bas (bottom) : le 9 a un peu dépassé la chaleur de référence, le 10 n'a pas assez fondu, et le 11 n'a presque pas bougé.

Donc, sur le haut et le milieu, j'ai mon cône 10 (plus chaud au milieu), et en bas c'est un peu juste, donc plutôt 9 1/2 que 10. Typique d'un four électrique où le bas est plus froid (la chaleur monte).



Ces cônes correspondent en fait à une cuisson à **1250°** (courbe ci-dessous). Si on prend le tableau Orton au pied de la lettre (ou plutôt du chiffre), cela devrait être cône 8. MAIS ... Je mets 2h30 entre 1050 et 1250 (donc assez long), et j'ai un palier de 30mn. Cela augmente la chaleur d'environ 2 cônes *dans mon four*.



10                      9                      8

Orton Chart en ° Celsius

Temperature Equivalents for Orton Pyrometric Cones (°C) Cone Numbers 022-14



Heating Rate* Firing Speed	Self Supporting Cones						Large Cones				Small
	Regular - SSB			Iron Free - SSK			Regular - LRB		Iron Free - IFB		Regular
	15°C/hr Slow	60°C/hr Medium	150°C/hr Fast	15°C/hr Slow	60°C/hr Medium	150°C/hr Fast	60°C/hr Medium	150°C/hr Fast	60°C/hr Medium	150°C/hr Fast	300°C/hr Fast**
Cone #											
022		586	590								630
021		600	617								643
020		626	638								666
019	656	678	695				676	693			723
018	686	715	734				712	732			752
017	705	738	763				736	761			784
016	742	772	796				769	794			825
015	750	791	818				788	816			843
014	757	807	838				807	836			870
013	807	837	861				837	859			880
012	843	861	882				858	880			900
011	857	875	894				873	892			915
010	891	903	915	871	886	893	898	913	884	891	919
09	907	920	930	899	919	928	917	928	917	926	955
08	922	942	956	924	946	957	942	954	945	955	983
07	962	976	987	953	971	982	973	985	970	980	1008
06	981	998	1013	969	991	998	995	1011	991	996	1023
05½	1004	1015	1025	990	1012	1021	1012	1023	1011	1020	1043
05	1021	1031	1044	1013	1037	1046	1030	1046	1032	1044	1062
04	1046	1063	1077	1043	1061	1069	1060	1070	1060	1067	1098
03	1071	1086	1104	1066	1088	1093	1086	1101	1087	1091	1131
02	1078	1102	1122	1084	1105	1115	1101	1120	1102	1113	1148
01	1093	1119	1138	1101	1123	1134	1117	1137	1122	1132	1178
1	1109	1137	1154	1119	1139	1148	1136	1154	1137	1146	1184
2	1112	1142	1164				1142	1162			1190
3	1115	1152	1170	1130	1154	1162	1152	1168	1151	1160	1196
4	1141	1162	1183				1160	1181			1209
5	1159	1186	1207				1184	1205			1221
5½	1167	1203	1225								
6	1185	1222	1243				1220	1241			1255
7	1201	1239	1257				1237	1255			1264
8	1211	1249	1271				1247	1269			1300
9	1224	1260	1280				1257	1278			1317
10	1251	1285	1305				1282	1303			1330
11	1272	1294	1315				1293	1312			1336
12	1285	1306	1326				1304	1324			1355
13	1310	1331	1348				1321†	1346†			
14	1351	1365	1384				1388†	1366†			

Pyrometric cones have been used to monitor ceramic firings for more than 100 years. They are useful in determining when a firing is complete, if the kiln provided enough heat, if there was a temperature difference in the kiln or if a problem occurred during the firing.

Cones are made from carefully controlled compositions. They bend in a repeatable manner over a relatively small temperature range - usually less than 40° F. The final bending position is an indication of how much heat was absorbed.

Behavior of Pyrometric Cones

Pyrometric cones deform due to the formation of glass and the pull of gravity as they are heated to their designed operating temperature. This is known as pyro plastic deformation. Careful control over the shape and composition allows Orton to provide a standardized product that reliably performs to known heating conditions. Cones bend and deform in an arc as they start to develop glass within. This behavior is gradual at first, and hastens as the cone reaches its maximum operating temperature. The time interval from when a cone begins to deform until the tip of the cone reaches the shelf is typically 15-25 minutes. The interpretation of the location of the tip of the cone along the bending arc can be done in a couple of ways. One method of interpretation is to correlate the position of the tip to the numbers on a clock face. Initially, the cone is in the 1 o'clock position and continues to deform until the tip is in contact with a shelf, the 6 o'clock position. A more precise method of interpretation is to use the Orton measuring template. The template measures the angle of deformation along a protracted scale numbered from 0 to 90°. The endpoint temperature for a cone is considered to be when the tip is measured with a 90° bend, or in the 5 o'clock position.

The difference in temperature between cones in the 90° (or 5 o'clock) position to one where the tip is touching the shelf is typically only a few degrees and is considered insignificant.

Temperatures shown on the Orton charts were determined using precisely controlled kilns in an

air atmosphere. Cones do not measure temperature alone. They measure heatwork, the combined effect of time and temperature. The role that heating rates have on the endpoint temperature is observed to be that the temperature required to cause a cone to bend will be higher for faster heating rates and lower for slower rates. Heating rates that simulate fast, medium, or slow firings were tabulated.

Temperatures shown for small cones were determined using a heating rate of 300C/hr (540F/hr) in a gas fired kiln. Small cones will come close to duplicating the results of self-supporting cones if mounted upright, properly simulating the position of a self-supporting cone. Typically, small cones will deform 7-10 degrees C earlier than a self-supporting cone, so the temperature values for a self-supporting cone can be used to determine an equivalent small cone temperature by subtracting 7-10 degrees C (or 12-18 degrees F). Placing a small cone or bar cone into a kiln shutoff device (Kiln sitter), will not always produce the desired temperature stated on the cone chart. To produce a properly fired result, the next cone higher in sequence is placed into the shutoff device and the result is confirmed by a cone placed inside the kiln on a kiln shelf.

Reducing atmospheres can affect the bending behavior of cones, especially the red colored cones manufactured between numbers 010-3. If these cones are used in the absence of oxygen, the red iron oxide used in the formulation can reduce and change the appearance so the cone will appear matte, green, or bloated. Orton recommends using the Iron free series for all reduction firings between cones 010 - 3.

For more information on pyrometric cones, contact Orton or visit us at [www.ortonceramic.com](http://www.ortonceramic.com)



The Edward Orton Jr. Ceramic Foundation  
P.O. Box 2760 • Westerville, OH 43086-2760  
(614) 895-2663 • (614) 895-5610 fax  
[info@ortonceramic.com](mailto:info@ortonceramic.com)  
[www.ortonceramic.com](http://www.ortonceramic.com)

Cones made with red iron oxide
Cones made without iron oxide

\* Heating Rate during the last 100°C of Firing \*\* Fired in a gas kiln

These tables provide a guide for the selection of cones. The actual bending temperature depends on firing conditions. Once the appropriate cones are selected, excellent, reproducible results can be expected. Temperatures shown are for specific mounted height above base. For Self Supporting - 1¾"; for Large - 2"; for Small - 1½". For Large Cones mounted at 1¾" height, use Self Supporting temperatures. † These Large Cones have different compositions and different temperature equivalents.