



wagrALIM

LE PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ
DE L'AGRO-INDUSTRIE WALLONNE



ctcpa

LE CHAUFFAGE OHMIQUE

Principes de fonctionnement, intérêt et exemples d'applications

*Innovation in Food Preservation
WagrAlim le 20 octobre 2011
Gilles DREGE
CTCPA (Amiens, FRANCE)
gdrege@ctcpa.org*



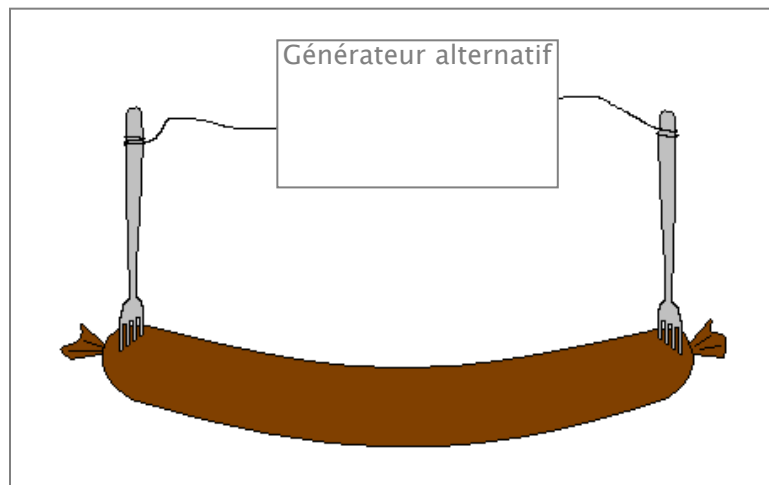
La technologie de chauffage ohmique

Le principe de fonctionnement

La technologie de chauffage ohmique

Le principe de fonctionnement:

- Le chauffage ohmique d'un aliment est obtenu par passage d'un courant électrique alternatif, directement dans le produit alimentaire (qui doit être conducteur),
- C'est la résistance de passage au courant dans l'aliment qui transforme l'énergie électrique en chaleur, par effet Joule.





La technologie de chauffage ohmique

Le principe de fonctionnement:

- L'énergie électrique est transformée en chaleur en fonction de **la conductivité** de l'aliment.
- Ainsi, tout le produit est chauffé de manière homogène, indépendamment de sa consistance et de son homogénéité, contrairement aux techniques habituelles, basées sur le transfert de chaleur qui produisent une surchauffe locale du produit au contact des surfaces chaudes.

La technologie de chauffage ohmique

Le principe de fonctionnement:

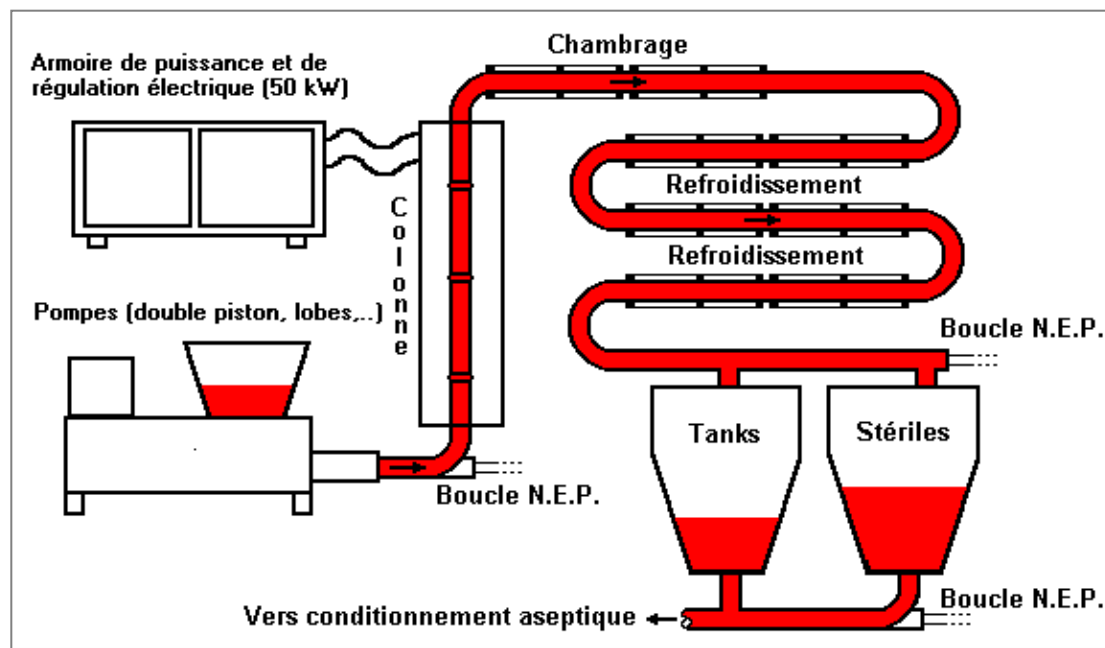
Dans le cas de produits alimentaires hétérogènes, contenant une proportion importante de particules, les techniques habituelles par transfert de chaleur nécessitent une surchauffe pour assurer le traitement thermique à cœur des morceaux.



La technologie de chauffage ohmique

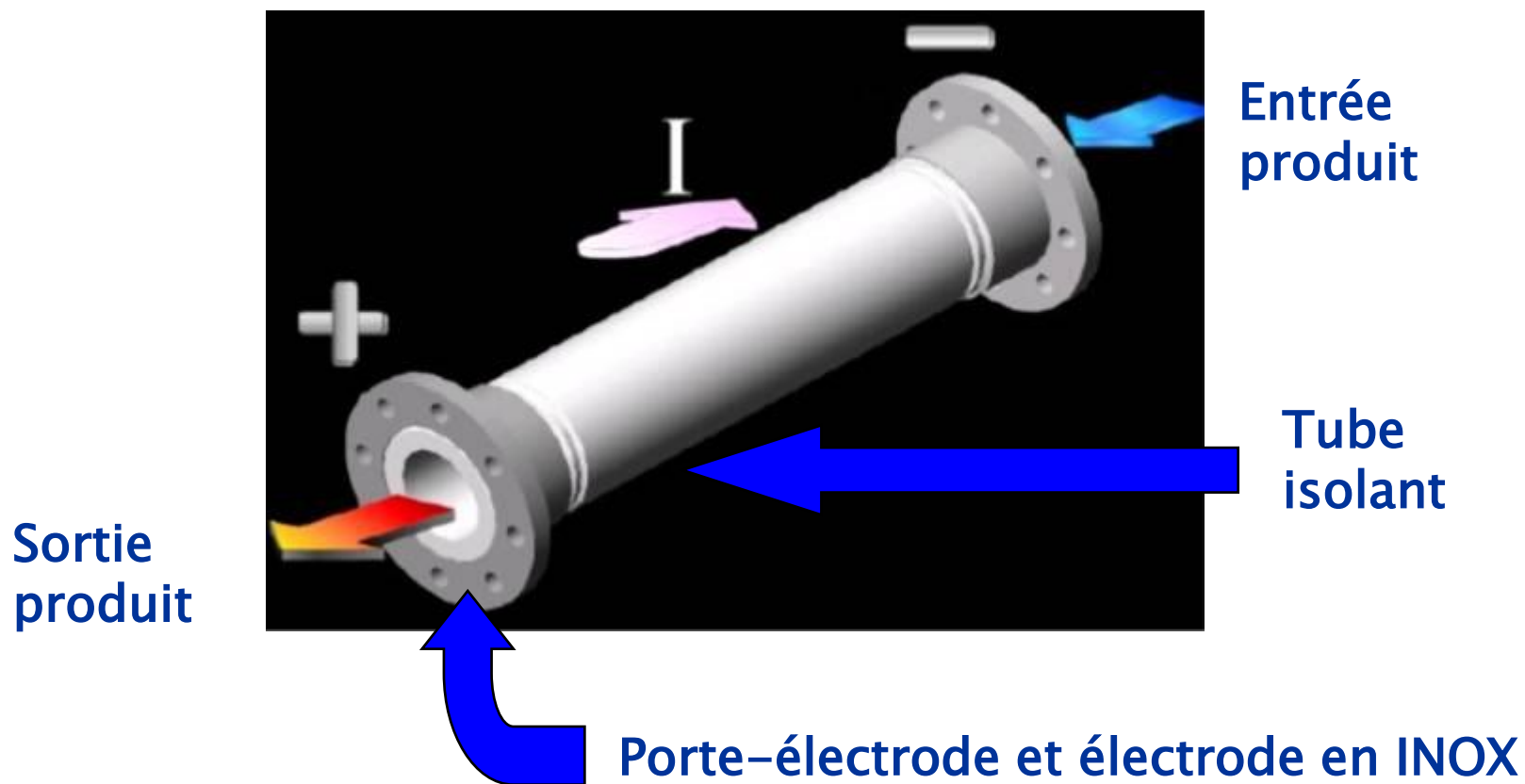
Le principe de fonctionnement:

En continu, cette technologie est en général associée à un système de refroidissement puis d'un conditionnement aseptique (pour les produits conservés à température ambiante):



La technologie de chauffage ohmique

Le principe de fonctionnement





La technologie de chauffage ohmique

Les avantages de la technologie ohmique



La technologie de chauffage ohmique

Les avantages de la technologie ohmique:

Le chauffage ohmique présente les avantages technologiques suivants, qui vont pouvoir être exploités pour des applications industrielles:

- **Un chauffage volumique rapide**, assez indépendant de la viscosité, de la taille des particules, du volume chauffé,
- **L'absence de surface d'échange chaude**: limitation du gratinage et de l'encrassement \Rightarrow nettoyage réduit,
- **La possibilité de traiter thermiquement de très grosses particules**, dans un liquide porteur, telles que des fruits ou des légumes entiers, des morceaux de viande, de poisson, des plats cuisinés multi composants.



La technologie de chauffage ohmique

Les points à maîtriser de la technologie ohmique:

Ces sont les difficultés essentielles des technologies continues en agroalimentaire:

- Le produit doit être pompable,
- La maîtrise des écoulements et des transferts (absence de décantation des particules, pas de transfert pulsatoire...),
- La maîtrise du dégazage des produits (les bulles de gaz dans les tuyaux peuvent provoquer des arcs électriques),



La technologie de chauffage ohmique

Les points à maîtriser de la technologie ohmique:

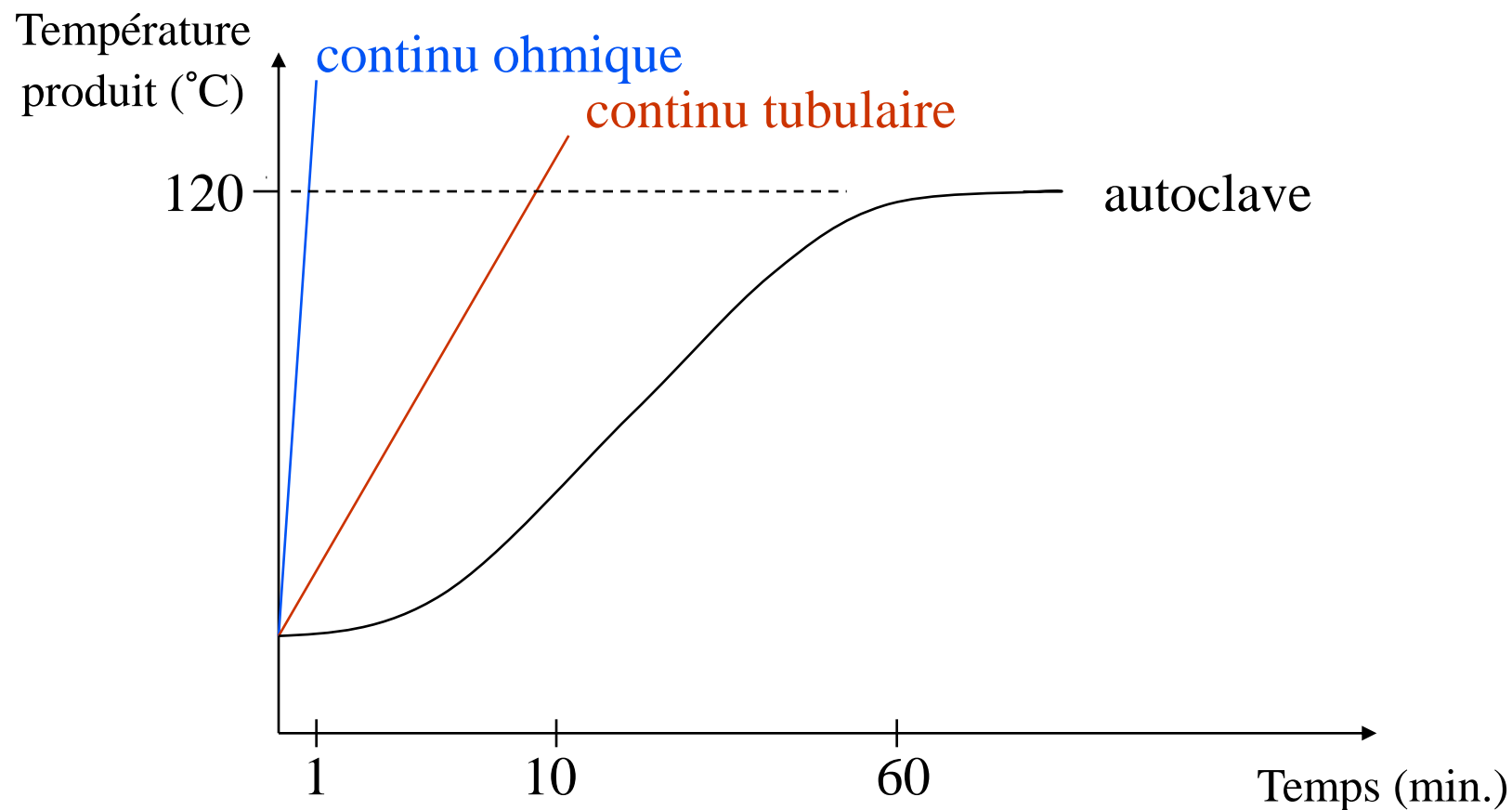
Points spécifiques à maîtriser:

- La conductivité électrique doit être maîtrisée,
- Le produit doit laisser passer le courant mais pas trop (*en dessous de $0,01\text{ S/m}$, le courant ne passe pas, au dessus de 10 S/m , le courant passe sans provoquer d'échauffement*).

La technologie de chauffage ohmique

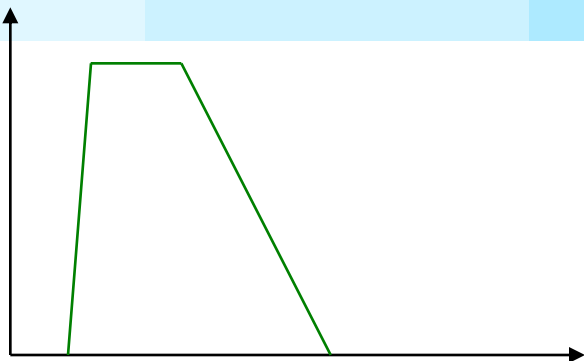
ctopa

Chauffage très rapide du produit



La technologie de chauffage ohmique

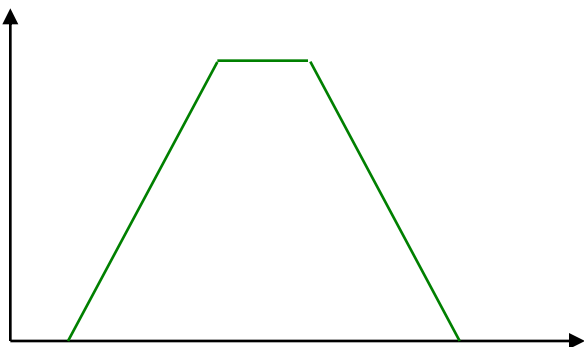
ctopa



Ohmique

Montée en température **rapide**

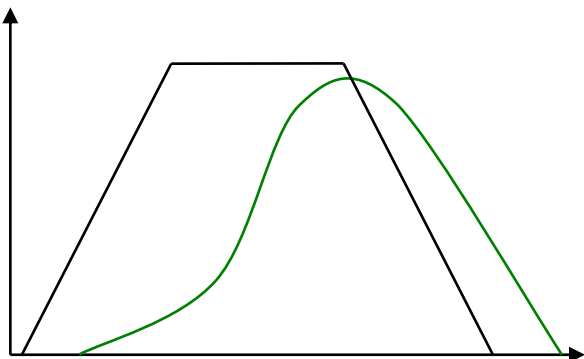
→ Limitation de la Valeur Cuisatrice



Tubulaire

Montée en température **intermédiaire**

→ Limitation de la Valeur Cuisatrice



Autoclave

Montée en température **lente**

→ Valeur Cuisatrice élevée



La technologie de chauffage ohmique

Exemples de produits traités par chauffage ohmique

La technologie de chauffage ohmique

Exemple: pâtes à la sauce carbonara

OHMIQUE

VS = 12 minutes (F_0 121,1°C, Z=10°C)

VC = 31 minutes (cooking value 100°C, Z=25°C)

AUTOCLAVE

VS = 12 minutes

VC = 221 minutes



La technologie de chauffage ohmique

ctopa

Exemple: ratatouille

OHMIQUE

VP = 900 minutes

VC = 20 minutes

AUTOCLAVE

VP = 900 minutes

VC = 70 minutes



La technologie de chauffage ohmique

ctopa

Macédoine



La technologie de chauffage ohmique

Exemple: champignons de Paris

Avant traitement (inotec)



Après traitement thermique



La technologie de chauffage ohmique

ctopa

Exemple: pêches

AVANT TRAITEMENT



APRES TRAITEMENT



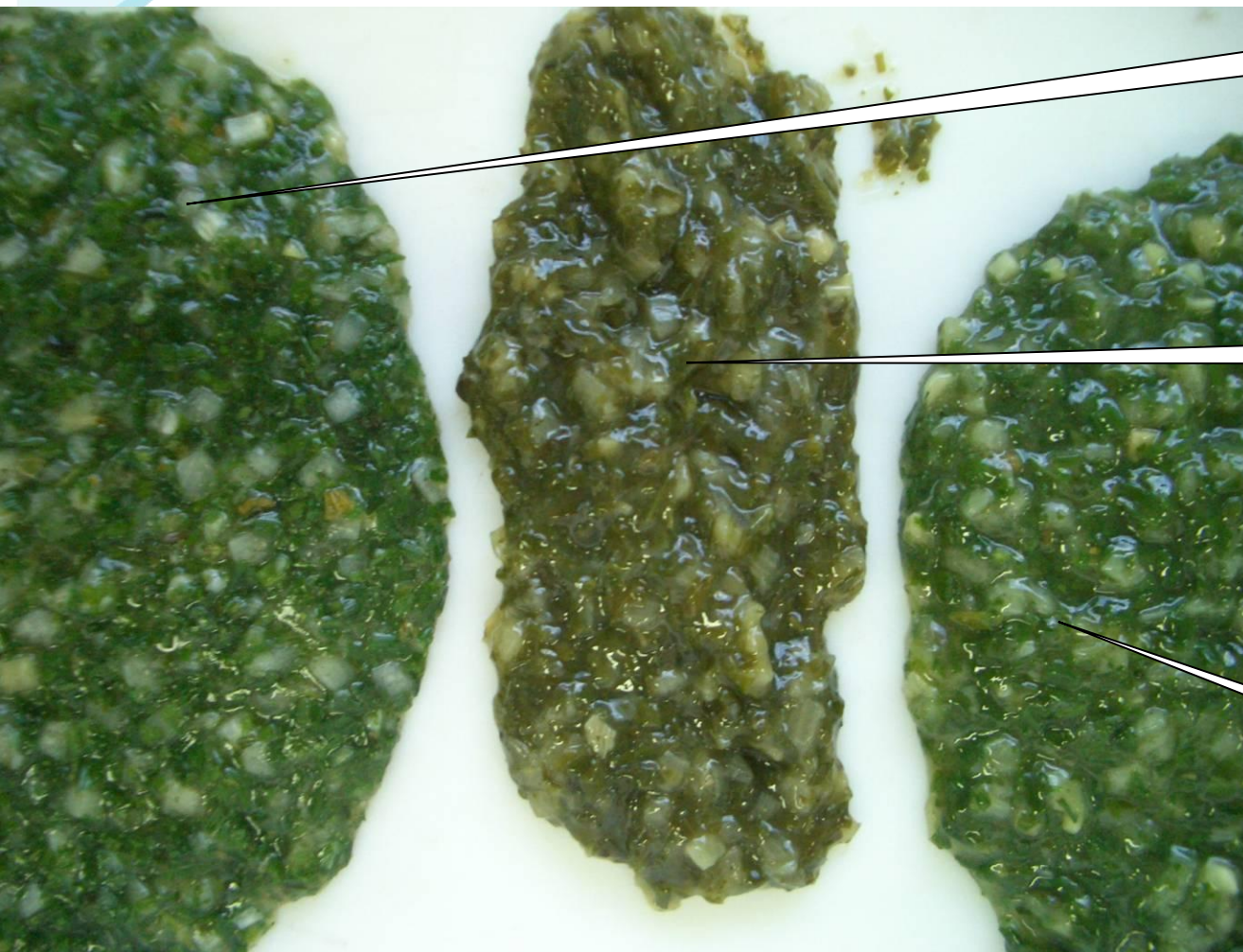
CUBES de PECHES PAVIE

pasteurisation flash par chauffage ohmique

La technologie de chauffage ohmique

Exemple: plantes aromatiques

ctopa



Produit avant
traitement
thermique

Produit
actuel

Produit après
traitement
thermique

La technologie de chauffage ohmique

Exemple: viande en sauce



Avant traitement thermique



Après traitement thermique

La technologie de chauffage ohmique

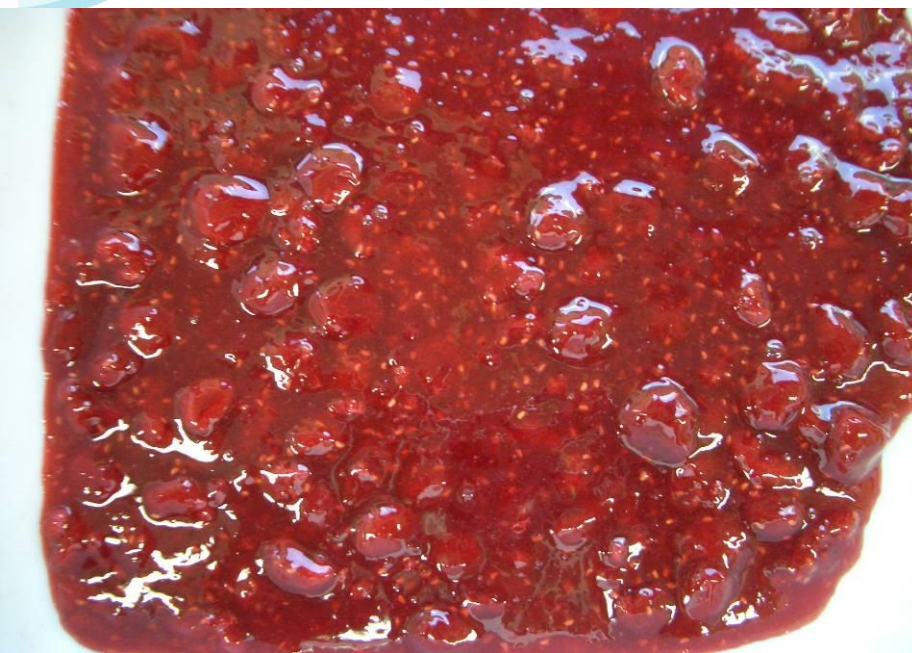
ctopa

Exemple: soupes



La technologie de chauffage ohmique

Exemple: framboises



**AVANT TRAITEMENT
THERMIQUE**



**APRES TRAITEMENT
THERMIQUE**

La technologie de chauffage ohmique

ctcpa

Caractéristiques des installations pilotes du CTCPA

Pilote horizontal

- 4 tubes horizontaux
- Suivi et enregistrement des températures en entrée et sortie de chaque étage
- Puissance : 60 KW ;
- $\Delta T \approx 100^{\circ}\text{C}$ à 300 L/h
- dépendant de la conductivité du produit



La technologie de chauffage ohmique

ctcpa

Caractéristiques des installations pilotes du CTCPA

Pilote vertical

- 1 tube vertical muni d'une électrode applicative et 2 électrodes de masse
 - Suivi et enregistrement des températures en entrée et sortie du système
 - Puissance : 50 KW ;
 $\Delta T \simeq 100^{\circ}\text{C}$ à 300 L/h
- dépendant de la conductivité du produit



La technologie de chauffage ohmique

The logo for CTCPA, featuring the letters 'c', 't', 'c', 'p', 'a' in a dark blue font on a white background, with a yellow circle containing a white 'c' between the 't' and 'c'.

ctcpa

Merci de votre attention

CTCPA

Rue du Fond Lagache

80480 DURY LES AMIENS

FRANCE

+33 3 22 53 23 00

gdrege@ctcpa.org