

# Le four à bois et l'environnement

## 1.- INTRODUCTION

Ce document de travail n'a d'autre ambition que d'élaguer dans la forêt d'informations très complexes et surtout peu exploitées la problématique des « boulangers des bois » face à l'environnement. Les autres énergies ont déjà été confrontée aux problèmes de pollution atmosphériques. Des filtres ont déjà permis aux industries rejetant du SO<sup>2</sup> d'améliorer les inévitables rejets. Le plomb de l'essence a été empêché d'émettre sa pollution grâce aux pots catalytiques et à la réduction de sa teneur. M'importe quelle énergie émet des résidus polluants et m'importe quelle est nécessaire à la vie actuelle. Le bois-énergie a non seulement une connotation naturelle, mais comparé aux autres énergies (mazout, charbon, gaz) un avantage au niveau effet de serre. Il s'intègre au paysage et est même nécessaire à celui-ci, les déchets de la filière bois sont justement ceux qui sont destinés à être brûlé pour produire la chauffe. Contrairement au nucléaire qui n'a pas solutionné ce problème, le bois-énergie est là aussi une bonne énergie. Seulement tout n'est pas dit et acquit, il ne faut pas se contenter de ces constats précités, mais amélioré et ne pas être aveugle face aux problèmes de pollution que l'on rencontre.

Une solution n'est probablement pas envisageable sur base de ce document de travail. Aussi la première page à tourner en ouvrant ce dossier, c'est d'être correctement au courant des principes physiques de l'effet de serre et des polluants atmosphériques émis, vis à vis desquels nous devons nous positionner de plus en plus.

## 2. LA QUALITE DE LA CUISSON AU BOIS

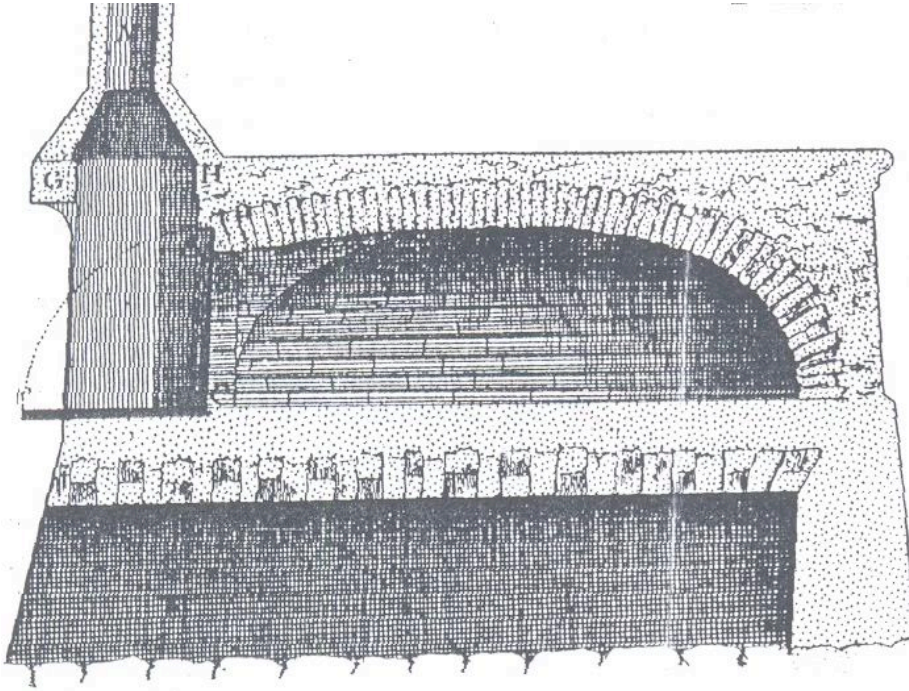
Les « boulangers des bois » savent également juger la qualité d'une cuisson au bois dans un four maçonné. Celui-ci ne peut être chauffé en direct ( pour garder l'appellation légale « Cuit au bois ») qu'au bois non traité ou au gaz. En fait plus qu'un four dit « à bois » (préféré pour raison marketing, à four dit « au gaz »), il s'agit d'un four maçonné où le réceptacle réfractaire composé des sole, rives et voûte va accumuler l'énergie et cuire à chaleur tombante. C'est toute la différence qui existe entre les expressions anglaises « baking » et « cooking », nuance qui n'existe pas pour le mot « cuisson » dans la langue française. D'être passé d'une cuisson indirecte ( four à tubes) à une cuisson en direct au bois, je peux témoigner, ainsi que nombres de boulangers dans le même cas de figure, de l'amélioration progressive de la qualité du pain et de petites pièces de boulangerie lors de la cuisson au bois. Pour le professionnel qui maîtrise chauffe et « pose » du feu de bois, la qualité de cuisson sera au rendez-vous. Sans savoir-faire l'expression de la compétence professionnelle ne s'exprimera pas

Voyons par schémas (coupes transversales), l'évolution des fours à bois.

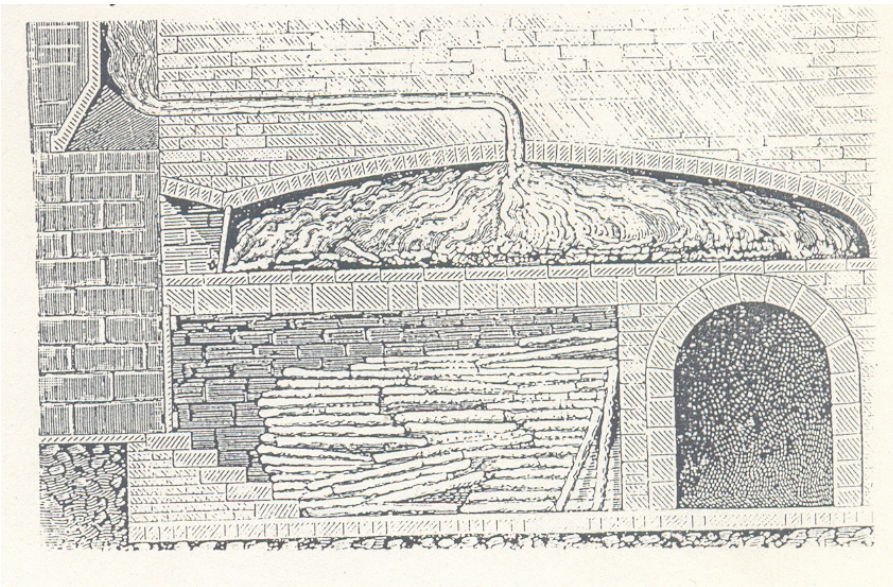
- 2.1. Le vieux four à bois avec tirage d'air au devant du four.

### *Sources ;*

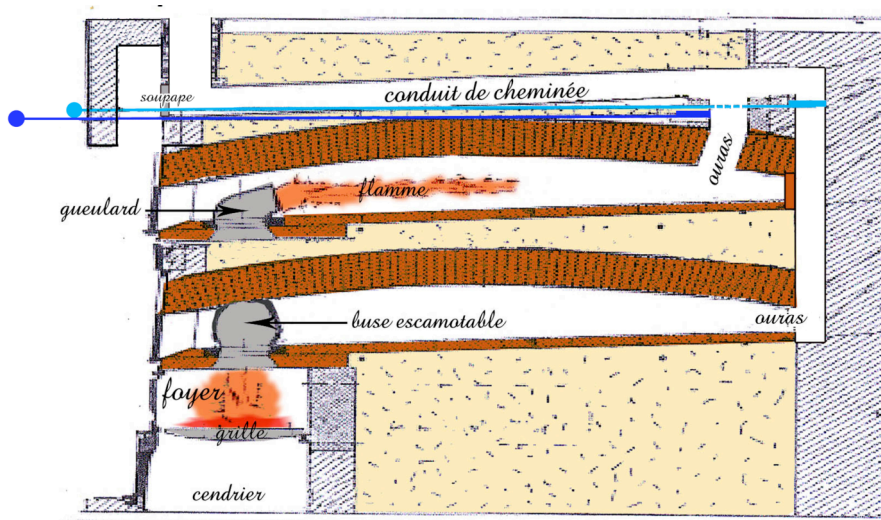
Dossier ; *Four à bois, opportunité marketing & Four à bois, Choisir entre la chauffe directe et indirecte* de la revue professionnelle « Filière Gourmande » n° 63 & 64, de septembre & octobre 1999



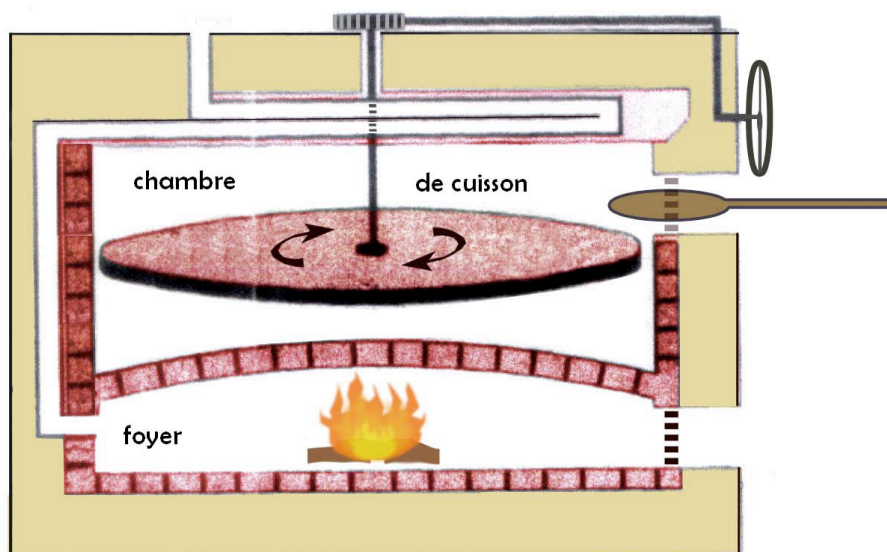
- 2.2. Le tirage se fait ici au moyen d'un oura ou soupiroir, situé au milieu du four et permet la chauffe à porte fermée



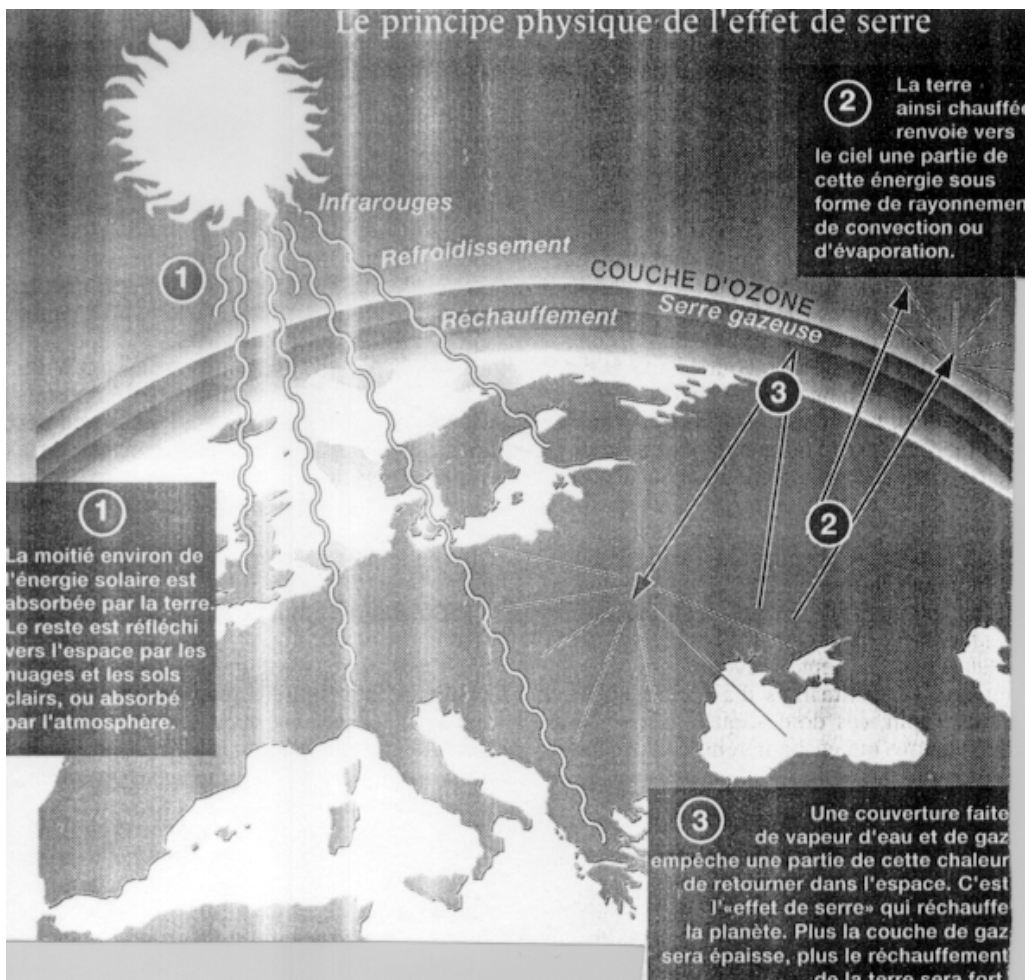
- 2.3. Le foyer n'est plus la chambre de cuisson, il est décalé, seule la flamme va dans celle-ci et est dirigée par un « gueulard ».



- 2.4. Le feu n'entre plus dans le four et la chauffe est indirecte et peut être permanente. Ce type de four ne permet pas l'appellation « cuisson au feu de bois ». L'exemple présenté ici est le four à sole tournante.

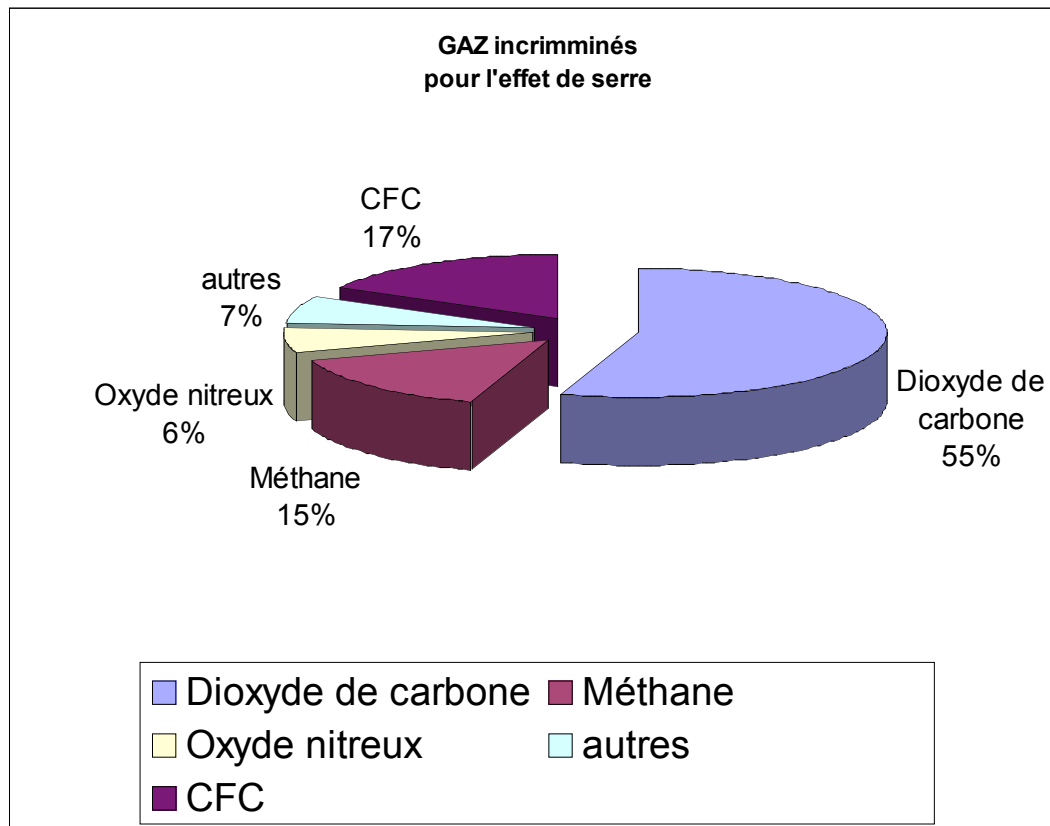


### 3. EXPLICATION DE L'EFFET DE SERRE



La terre est chauffée par l'énergie du Soleil.  
 La moitié de cette énergie seulement est absorbée par notre planète.  
 Celle-ci renvoi vers le ciel une partie de l'énergie reçue sous diverses formes (rayonnement, convection, évaporation) .  
 Une couverture faite de vapeur d'eau et de gaz (dit à effet de serre) empêche une partie de cette chaleur de retourner dans l'espace.

C'est l'épaississement de cette couverture atmosphérique enrobant la Terre qui crée l'effet



de serre, comme si nous vivions dans une serre.

Voyons quels sont les gaz incriminés dans cet effet de serre.

A 55% le dioxyde de carbone (  $\text{CO}_2$  ), à 17%, les CFC (dans les bombes aérosols et fluides frigorifiques, par ex.) appelés à disparaître, à 15% le méthane et à 6% l'oxyde nitreux. Quand on regarde l'augmentation de ces gaz dans l'atmosphère ces dernières décennies et principalement du  $\text{CO}_2$ , on comprend aisément que le transfert de l'effort humain sur la machine, la voiture et l'énergie pour faire tourner celles-ci sont responsables de la tournure des événements.

Voyons maintenant le principale risque cité.

L'augmentation de la température de  $1^\circ\text{C}$  à  $3,5^\circ\text{C}$  d'ici l'an 2.100.

Ce qui causerait des glissements des zones climatiques du Sud vers le Nord. Ainsi les zones arides du Sahara monterait jusqu'au Sud de l'Espagne et la Sicile. Les zones fertiles gagnerait sur les zones polaires (1 mètres par heure et plus ou moins 8 kilomètres par an).

L' O.N.U. a créé un organisme spécialisé sur la problématique ; le GIEC ( Groupe

intergouvernemental des experts sur l'évolution du climat) composé de 2.500 scientifiques. C'est le moteur de réflexion des sommets de Rio (1992) et Kyoto (1998). Ce groupe a fixé un objectif : une hausse maximale de 1°C d'ici l'an 2.100. Pas plus ! Afin que les écosystèmes aient le temps de s'adapter. Depuis, l'adoption par la Russie du protocole de Kyoto, fin 2004, celui-ci s'applique et va faire évoluer les données.

### 3.1.- RECHERCHES DE SOLUTION

Pour résoudre ce problème il est impératif de

- De nous tourner vers les énergies renouvelables.
- De garder une qualité de cuisson traditionnelle et professionnelle
- Et surtout diminuer notre consommation d'énergie.

### 3.2.- LE BOIS, UNE ENERGIE RENOUVABLE ?

L'état actuel de l'énergie consommée est composée de

- 78% d'énergies fossiles (par ex. : pétrole, gaz, charbon )
- 5% d'énergie nucléaire (chiffre mondial - c'est pas français, ni belge ça !)
- 17% seulement d'énergies renouvelables (par ex. : hydraulique, biomasse)

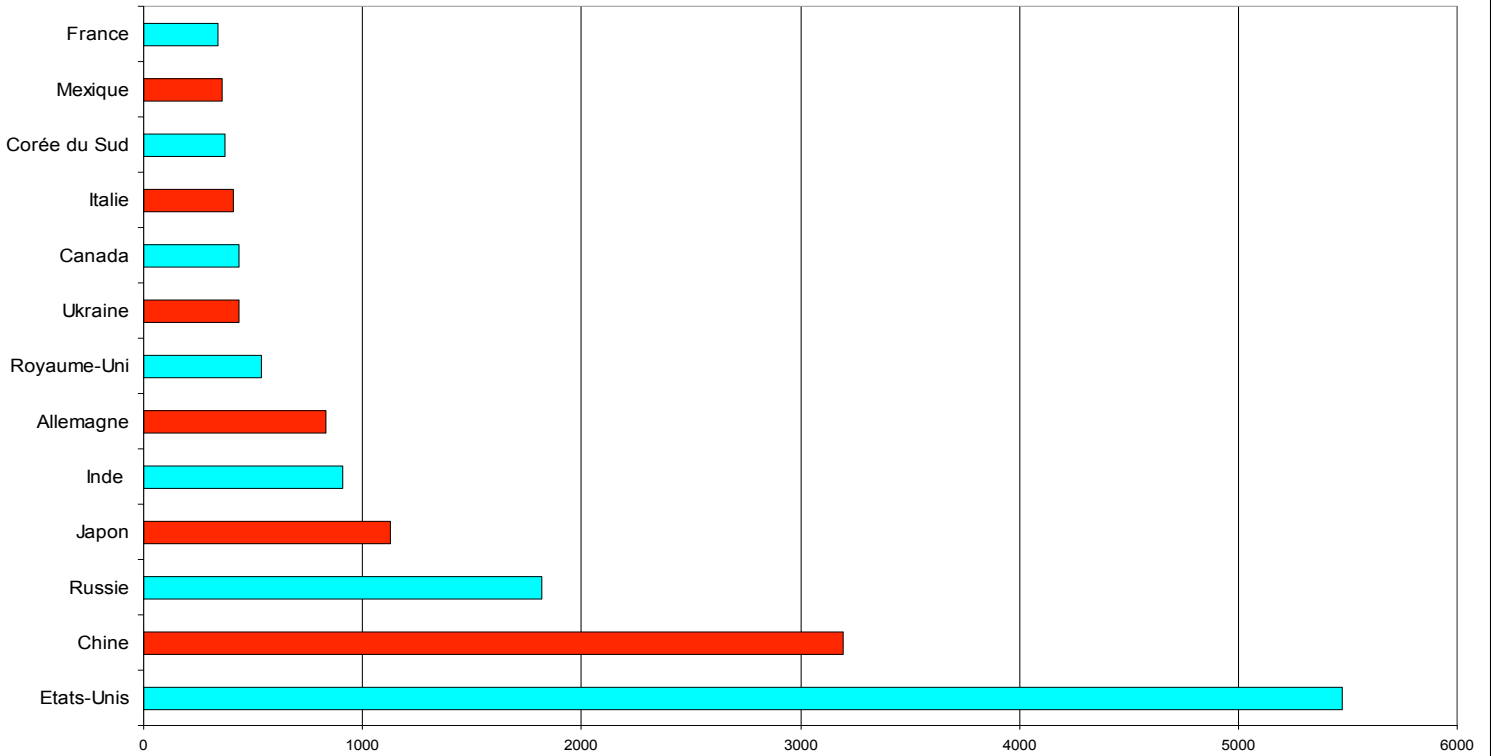
*Sources ;*  
Revue trimestrielle  
« Green Peace »  
de l'hiver 1998  
Dossier « Energie »

Continuons l'instruction du problème de l'effet de serre par 2 graphiques.

- D'abord, ci-dessous, les pays qui émettent le plus de CO<sub>2</sub> sont repris dans le graphique
- Ensuite les citoyens qui émettent le plus de CO<sub>2</sub> sont repris dans le graphique suivant.

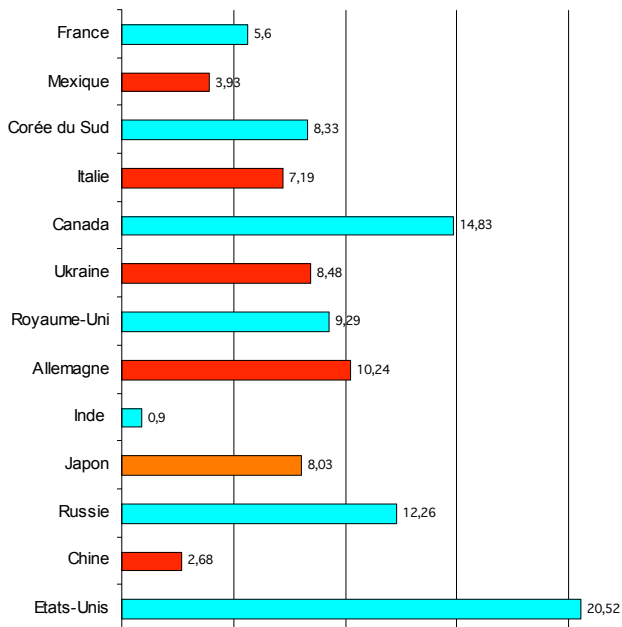
*Sources ;*  
Hebdomadaire  
« Le Courrier  
International »  
Dossier  
« Effet de serre »  
du 16 au 22-10-  
1999

# Emission de CO<sub>2</sub> en 1995



en millions de tonnes

## Emission annuelle de CO<sub>2</sub> par habitant en 1995



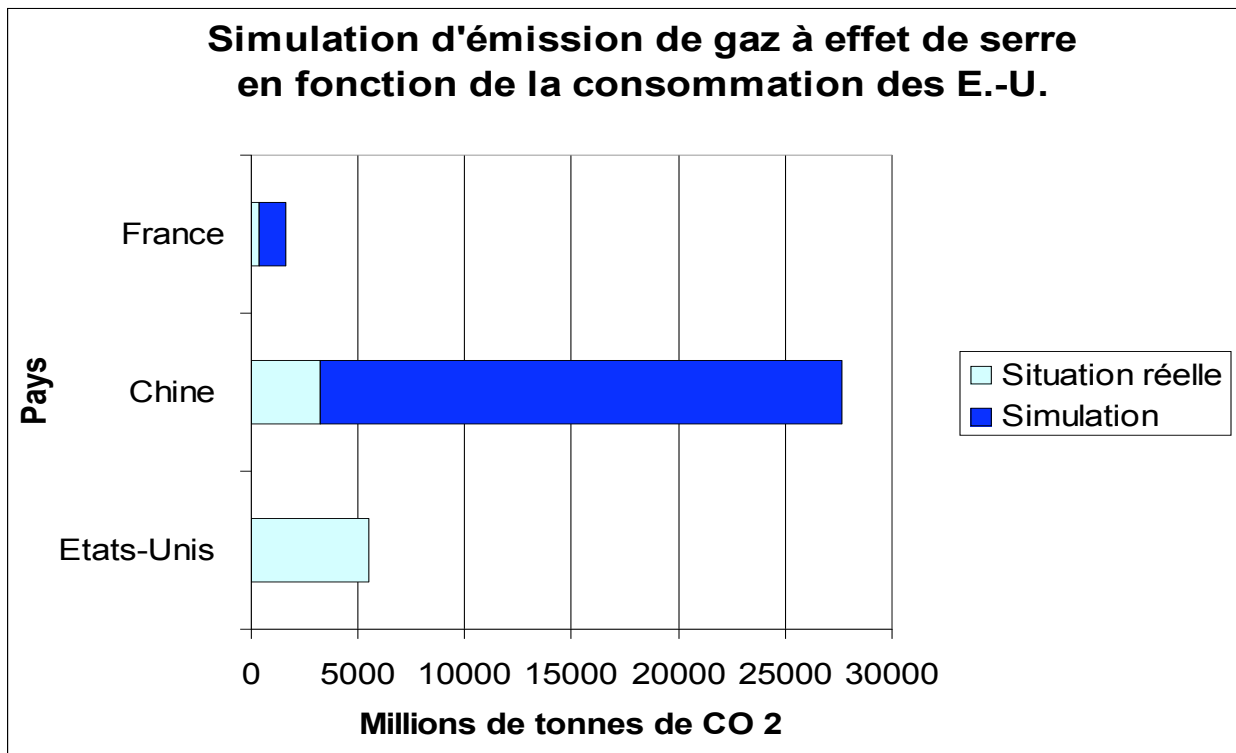
Ce second gra  
comprendre c  
l'humanité. Et  
l'effort humai



Au regard du premier graphique accolé au deuxième qui présente l'émission de CO<sub>2</sub> par habitant, on comprend pourquoi les sommets mondiaux ont eu lieu et pourquoi il faudra du temps pour conclure l'accord.

En effet, si à l'avenir un citoyen chinois émettait autant de CO<sub>2</sub> qu'un citoyen des Etats-Unis d'Amérique (pays où le carburant automobile est très bon marché) , il serait difficile de respecter les pronostics les plus optimistes.

Comme le montre le tableau suivant où la simulation consiste à attribuer aux nombreux citoyens chinois autant de possibilités d'émission de CO<sub>2</sub> que les citoyens américains du Nord actuellement.



Pour bien faire , on ne devrait émettre dans l'atmosphère qu'un faible pourcentage d'énergie fossiles (mazout, gaz, charbon).

Pourquoi ?

Parce que l'on rejette dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub> n'entrant pas dans le cycle du carbone !

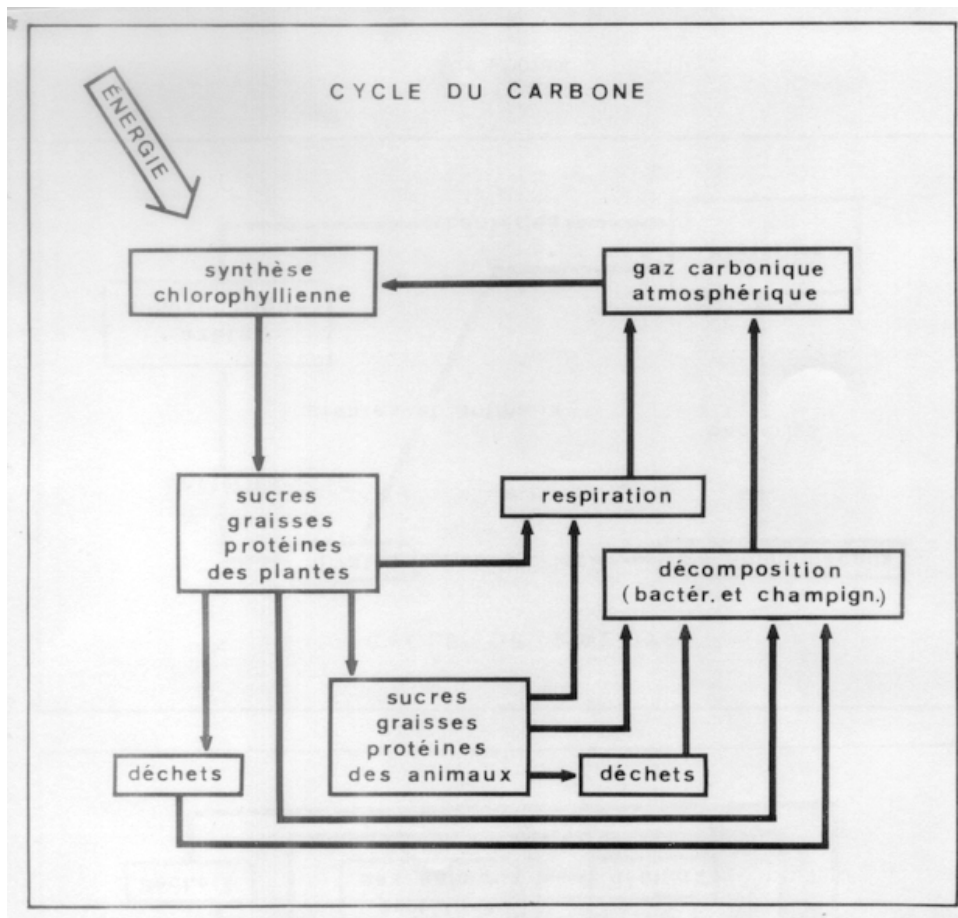
Il a fallu des milliers d'années pour produire ces produits fossiles et carbonés que sont le pétrole, le gaz des nappes souterraines, voire la tourbe. Lorsque que l'on rejette le CO<sub>2</sub> issus de la combustion de ces énergies, aucune source propre à ces énergies ne va rétablir le bilan carboné et contribuera ainsi à en rejeter toujours plus.

*Sources :*  
Revue  
trimestrielle  
« Green Peace »  
de l'hiver 1998  
Dossier  
« Energie »

Un peu difficile à comprendre ce cycle du carbone et la perturbation écologique que cela entraîne lorsque l'on sort de ce cycle.

Le bois et sa combustion vont nous permettre de mieux expliquer ce cycle. Dans sa vie, un arbre va pomper autant de CO<sub>2</sub> qu'il va en émettre en terminant sa vie (qu'il soit composté sur place ou brûler).

Pris dans un circuit plantation / exploitation équilibré (c.à.d. ; l'on reboise autant que l'on déboise) le bois présente un bilan net nul en termes d'émission de CO<sub>2</sub>, ce qui nous intéresse dans les solutions recherchées ici.



*Sources :*  
*Pyramides*  
*écologiques*  
 Jean-Pierre Vanden  
 Eeckhoudt.  
 ScieN.Lettre Liège

Les combustibles fossiles, quand à eux, vont émettre dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub>, sans en « repomper » puisqu'ils se créent sur des millénaires dans les profondeurs du sol. Voilà pourquoi l'énergie-bois est préférable aux combustibles fossiles pour solutionner l'effet de serre.

Mais attention, ne croyez pas que tout est dit ! S'il n'y a pas de « déstockage » du carbone pompé lors de la combustion du bois, il est cependant

impensable de voir la production forestière suivre l'augmentation de la consommation, si le chauffage au bois tendait à se généraliser. L'approvisionnement ne suivrait pas, les prix « flamberait » et l'impact environnemental serait négatif (déforestation = désertification).

Si même l'énergie-bois est plus performante, son utilisation doit rester secondaire, sauf peut-être dans les pays où la sylviculture systématique et intensive, font que son utilisation est obligatoire pour le chauffage des bâtiments publics (cas des pays du Nord de l'Europe). Là, nous revenons à des situations particulières propres aux énergies renouvelables. Ainsi, le Danemark produit 10% de son énergie par les éoliennes et en Israël 83% de l'eau chaude est produite par l'énergie solaire.

Le bois-énergie ne produit pas non plus de SO<sub>2</sub> que rejette les énergies fossiles, coupables de pluies acides et du « smog » allerginisants. Par contre il produirait d'autres polluants de l'air dont nous allons analyser les connaissances actuelles dans le chapitre 5 qui suit.

#### 4. DIMINUER NOTRE CONSOMMATION D'ENERGIE

Diminuer notre consommation d'énergie afin d'émettre moins de CO<sub>2</sub> est le but premier dans la lutte contre l'effet de serre.

Ici on va voir les désavantages de la cuisson en direct et de l'utilisation de l'énergie-bois.

C'est malheureusement dans ce sous-chapitre que les données ne seront pas assez approfondies.

En prenant 2 tableaux on entrevoit tout de suite les désavantages énoncés plus haut. Le premier compare les combustibles usuels en termes d'émission de CO<sub>2</sub>. Le m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> dégagé par tonne équivalent pétrole ( T E P ) fait que le bois dégage 2.049 m<sup>3</sup> pour 1.618 m<sup>3</sup> au gasoil et 1.430 m<sup>3</sup> au butane, soit 1,26 et 1,43 fois plus

*Sources :*  
*« L'écologie,  
c'est la santé »*  
S. & P. Déoux

*Sources :*  
*Le bois-énergie en  
France.*  
*« Evaluation  
prospective du  
potentiel  
mobilisable à  
l'horizon 2015 et  
ses conséquences  
sur  
l'environnement »*  
Les cahiers du  
CLIP n° 3  
d'octobre 1994

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>Composition élémentaire (ramené à à atome carbone )</b>	<b>Pouvoir calorique Inférieur à Kca l /kg</b>	<b>M<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> dégagé par tonne de TEP de combustible</b>	<b>Tonne de CO<sub>2</sub> par TEP</b>
METHANE	CH <sub>4</sub>	11.410	1.230 m <sup>3</sup>	2, 4
BUTANE	CH <sub>2,5</sub>	10.820	1.430 m <sup>3</sup>	2, 8
METHANOL	CH <sub>3</sub> OH	4.750	1.475 m <sup>3</sup>	2, 8
ETHANOL	CH <sub>3</sub> O <sub>0,5</sub>	6.400	1.522 m <sup>3</sup>	3
CHARBON Subbitumeux	CH <sub>1,08</sub> O <sub>0,37</sub>	7.740	1.524 m <sup>2</sup>	3
PETROLE BRUT	CH <sub>2</sub>	9.900	1.618 m <sup>3</sup>	3, 2
GASOIL	CH <sub>2,12</sub>	9.550	1.645 m <sup>2</sup>	3, 2
CELLULOSE	CH <sub>2</sub> O	4.150	1.800 m <sup>3</sup>	3, 5
BOIS	CH <sub>1,66</sub> O <sub>0,66</sub>	4.500	2.049 m <sup>3</sup>	4
ANTHRACITE	C	8.000	2.336 m <sup>3</sup>	4, 5

Le deuxième tableau ( de Gaz de France, ci dessous) compare les types de fours proposés par le commerce et notamment leur consommation par quintal de farine panifié. La chauffe directe (dite gallo-romaine dans le document) consomme 160 à 180 Kwh, pour 115 à 130 kwh pour le four à tubes annulaires, soit 1,38 fois plus.

*Sources :*  
Dossier ;  
« Four et énergies »  
dans le bi-mensuel « Les  
nouvelles de la  
boulangerie » n°416 du  
15-10-1993

<b>TYPE DE FOUR</b>	<b>Four à bois en direct</b>	<b>Four à tubes</b>	<b>Four à convection forcée</b>	<b>Four à convection forcée + échangeur</b>
Chauffage	Chauffage direct : montée en température très lente (±60 à 90') Départ à froid ; 24 à 36 h.	Chauffage indirect (tubes) : montée en température assez rapide (± 30 à 35')	Chauffage indirect : (chambres) montée en température assez rapide (± 30 à 35')	Chauffage indirect : (échangeur) montée en température assez rapide (± 40')
Fond	Rendement thermique très faible, mais très bonne inertie thermique	Rendement thermique assez bon et bonne inertie thermique	Rendement thermique assez bon et inertie thermique moyenne	Rendement thermique moyen et mauvaise inertie thermique
Brûleur	Atmosphérique	fuel (en général)	fuel (en général)	fuel (en général)
Réglage	Appréciation empirique	Automatique (thermostat)	Automatique (thermostat)	Automatique (thermostat)
Capacité de cuisson	8 à 16 m <sup>2</sup> soit 80 à 160 pains de 0,5 Kg.	6 à 20 m <sup>2</sup> soit 75 à 250 baguettes	4 à 20 m <sup>2</sup> soit 50 à 250 baguettes	70 à 200 baguettes par chariot
Puissance thermique	12,5 kW ou plus par m <sup>2</sup> de sole	± 8,5 kW par m <sup>2</sup> de sole	± 9,5 kW par m <sup>2</sup> de sole	Chariot de 150 baguettes : 95 kW pour 1 cellu. 160 kW pour 2 cellu.
Température de sortie des fumées	± 400 °C	300 à 350 °C	325 à 375 °C	340 à 380 °C
Consommation par quintal de farine	160 à 180 kWh	115 à 130 kWh	130 à 145 kWh	145 à 155 kWh
Observations	Four à sole maçonné de 60 à 100 tonnes. Bonne accumulation de chaleur	Four à sole Partiellement ou totalement maçonné Cuisson indirecte	Four à sole avec recyclage partiel des gaz de combustion Cuisson indirecte	Four à chariot (cuisson sur filet) Cuisson indirecte

Si on ajoute les deux coefficients dans leurs scénarios les plus pessimistes, cela donne  $0,38 + 0,43 = 0,81$  fois plus d'émission de  $\text{CO}_2$ . Reprécisons que ces chiffres (qui sont les seules que je possède) doivent être interprétés de manière critique et qu'il s'agit de scénario les plus pessimistes. Les chiffres émis plus haut devraient aussi objectiver l'accumulation de chaleur, profitable il est vrai aux boulangers qui cuisent beaucoup, le chauffage de l'eau et d'autres locaux adjacents probablement peu repris dans les calculs.

Plus de recherches sur un système de fours tombé en désuétude pendant au moins  $\frac{3}{4}$  de siècle n'ont pas encore été entreprises. Les constructeurs de four à bois n'ont pas pu dès lors apporter les modifications que les nouvelles données écologiques indiquent. C'est pratiquement une terre vierge à ce niveau-là.

Au delà de ces rectifications, remarquons que pour la problématique de l'effet de serre, si la chauffe au bois est déjà une solution en soit, il serait plus vertueux de chercher des pistes pour améliorer le bilan calorifique.

## 5. L'EMISSION DE CONTAMINANTS POLLUANTS (HPA & AUTRES) .

La chauffe au bois n'est pas « aussi inoffensif qu'on voudrait bien le croire ». C'est le titre que le ministère de l'environnement du Québec donne dans leur information au public. Le Canada, pays où le bois-énergie est abondant est un endroit pointu pour l'observation de la problématique des substances gazeuses et autres, émises dans notre milieu de vie par ce combustible. Reprenons l'inventaire québécois avec (précisons-le bien) ce que sont les potentialités toxicologiques (pas moins, pas plus) sur la santé publique.

- Bien sur le monoxyde de carbone entraînant maux de tête et l'étourdissement pouvant être fatale est dû à une mauvaise combustion et une mauvaise aération.

### Sources :

<http://www.menv.gouv.qc.ca/air/chauf-bois>

<http://www.santepub-mtl.qc.ca/Environnement/chauffage/fiche4.html>

<http://www.santepub-mtl.qc.ca/Environnement/chauffage/fiche5.html>

<http://mrw.wallonie.bedgrme/legis/EAU/easur113113.htm>

<http://www.finances.gouv.fr>. Tapez ensuite DGCCRF puis dans le moteur de recherche de minefi tapez HPA ou <http://www.minefi.gouv.fr/guide/index.phtml>

- L'oxyde d'azote (NoX) vient parfois irriter le système respiratoire, à concentration élevée, il peut conduire à l'œdème pulmonaire
- Les COV (Composés Organiques Volatils, (famille définie avec peu de précision)
- l'acroléine et le formaldéhyde, comme les précédents, peuvent être cancérigènes.
- Vient ensuite les H.P.A. (Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques), cancérigènes d'après les expériences de laboratoire sur animaux. Ils font l'objet d'une veille sanitaire plus précise et d'un suivi législatif.
- Dioxines et furanes, cancérigènes plus notoires sont cités pour la chauffe du bois traité (interdit dans l'alimentaire, mais pas parfois utilisé pour les poêles à bois).
- Pour clôturer cet inventaire, non plus avec des gaz, mais avec des particules fines. Elles peuvent aggraver les maladies respiratoires avec comme corollaire, l'augmentation des risques cardiaques.

Cet inventaire de la direction de la santé publique de Montréal (CDN) s'est opérée parce qu'en milieu résidentiel, le chauffage au bois a augmenté de 60% de 1987 à 2000. Du coup en secteur résidentiel, 47% des contaminants toxiques de l'air émanent du chauffage au bois, 33% pour l'industrie, 17% pour le transport qui a équipé les moteurs de filtres à particules et pots catalytiques.

Et en Europe, où en est-on ? Une directive européenne (la 76/464/CEE) veut cerner certaines substances dangereuses dans le milieu aquatique. La veille sanitaire se focalise sur les H.P.A. et le contrôle de la pollution des eaux de surfaces «absorbant» la pollution atmosphérique est un caractère général. En 1990, dans le domaine alimentaire en général, la DGCCRF (« les fraudes ») ont analysé plus de 200 échantillons. Seul 34 de ceux-ci concernaient les produits groupés pain & pizzas, 5 avaient des teneurs élevées en 2 H.P.A.. Le commentaire cite « quelques concentrations dans les pizzas cuites au feu de bois ». On trouve ici une explication du refus d'autorisation d'installer des fours à bois qu'on subit certaines demandes de pizzerias. La cuisson s'opérant à four ouvert et avec braises maintenues sur le côté intérieur du four. Aucune

analyses ne semble avoir concerné les pains cuits au feu de bois. Il faudra probablement établir des différences, d'abord, pour le pain, il s'agit de four à porte fermée après le retrait des braises (dans l'ancien système) et il faut encore séparer ce type de cuisson avec la chauffe à foyer décalé projetant la flamme (donc le gaz) à l'aide de gueulard dans la chambre de cuisson.

Tout ceci est de la veille sanitaire, on parle de potentialité et d'études devant permettre l'établissement de limites d'exposition. Pour limiter l'exposition aux contaminants, les recommandations canadiennes, qui nous semble les plus pointues du fait des quantités de chauffe au bois, incite ; à limiter les foyers et poêles à bois, les feux de bois extérieur, à ne brûler que du bois non traité. Les poêles à combustion lente sont plutôt proscrit que prescrit, une mauvaise combustion du à un mauvais séchage ou à un manque d'oxygène font également partie des points à éviter. Une éducation se met en place dans le pays à la feuille d'érable.

## 6. QUELQUES PISTES D'AMELIORATION

- ❖ Le four à bois en indirect aura un avantage pour transférer les évolutions déjà connues dans les fours et poêles à bois avec la compression des gaz et leurs recombustions par les systèmes turbo. Mais pour rappel, il ne permet pas l'appellation « cuit au bois » et propose une autre qualité de cuisson.
- ❖ Les filtres et installation de lavage des fumées réduisent le tirage d'air et conduisent à d'autres problématiques difficile à équilibrer au niveau de l'efficacité de l'outil et des risques qu'il présente.
- ❖ La récupération de la chaleur par bulle d'eau au dessus du four et serpentins d'eau autour de la cheminée pour alimenter le réseau d'eau chaude ou le chauffage central.
- ❖ Des systèmes de conduit d'air chaud pour chauffer un caisson pâtisserie.
- ❖ Des réseaux échangeurs à basse température ou de pompes à chaleur.
- ❖ L'utilisation de l'énergie de la biomasse (transformée en gaz) venant du bois, le gaz
- ❖ Employé du bois sec est la meilleure précaution à assurer. Certains préconisent le bois dit

rouge où dur (feuillus), le bois blanc dit mou au Canada; (comme le sapin), doit être séché plus longtemps et la résine produit un risque de production de goudron cancérigène (la créosote) bien connue dans l'encrassage des cheminées.

❖ Etc.....

Voilà jusqu'où ce document de travail a pu aller à ce jour.

Espérons simplement qu'il ouvre des pistes et rendre plus écologique encore la panification bio.

*Marc Dewalque pour l'a.s.b.l. Bio-panem*

*Février 2004*