

## CHAUFFAGE

### DE LA CONSOMMATION DU COMBUSTIBLE DANS PARIS

PAR M. BECQUEREL

Depuis quelque temps déjà, l'on se préoccupe vivement de la baisse incessante du prix du bois à brûler à Paris, et des graves conséquences qui peuvent en résulter pour les forêts en elles-mêmes et pour le sol qui les produit, dont la valeur va se trouver de beaucoup inférieure à celle des terres cultivées en céréales. Cette inégalité, alors que les charges sont plus considérables pour la propriété forestière que pour la propriété agricole, ne tend rien moins qu'à faire dénaturer la première, soit en demandant le rapport de la loi qui défend encore le défrichage sans autorisation préalable, soit en employant des moyens détournés que le gouvernement ne saurait empêcher. On peut donc dire que, relativement à la propriété forestière, il y a péril en la demeure.

M. Becquerel a pensé qu'un examen sérieux de la question pourrait intéresser également et le gouvernement et les particuliers, et il la traite d'une manière approfondie dans le journal la *Science*, d'où nous extrayons les parties de cet examen qui nous paraissent mériter une attention toute spéciale.

Le travail dont il s'agit comprend deux parties.

La première traite de la consommation annuelle, à Paris, depuis 1800, des diverses espèces de combustibles employées, des variations dans leur consommation et leurs prix de revient, des causes qui ont été la cause de ces variations et des effets qui en résulteront pour les forêts de l'intérieur.

La deuxième partie comprend les questions de physique terrestre et d'économie agricole qui se rattachent au boisement et au déboisement des forêts.

Les éléments qui ont été pris en considération dans l'examen relatif à la première partie sont : 1° l'accroissement de la population ; 2° le développement de l'industrie ; 3° les différences de température hivernale.

Il n'est guère possible d'arriver à des résultats rigoureusement comparables qu'en rapportant à une unité commune, le carbone pur, les quantités de combustibles différents consommées.

Les combustibles que l'on brûle ordinairement à Paris sont :

1° Le bois dur, comprenant le chêne, l'orme, le charme, le frêne et le hêtre ;

2° Le bois blanc, comprenant le bouleau, le tremble, le peuplier et les bois résineux ;

3° Les cotrets de tous bois ;

4° Le charbon de bois provenant du chêne, du charme et du bouleau, et le charbon de Paris ;

5° La houille ou charbon de terre, grasse ou sèche.

Connaissant en moyenne la composition chimique des diverses espèces de combustibles, c'est-à-dire l'eau, le carbone et les matières hydrogénées, ainsi que les quantités de chaleur produites dans la combustion de poids déterminés de carbone et d'hydrogène, l'on pourra remplacer, dans les calculs, les quantités d'hydrogène par les équivalents de carbone produisant la même chaleur, pour ne plus considérer dans les différents combustibles qu'une unité commune, et arriver ainsi au moyen très-simple de déterminer le pouvoir calorifique d'un poids ou d'un volume donné de combustible dont on connaît la composition.

Pour arriver à une appréciation convenable du chiffre du combustible consommé, l'auteur a dû chercher à déterminer la quantité de carbone contenue dans un volume ou poids déterminé de combustible. Il faut observer à cet effet qu'un kilogramme de bois sec, quelle que soit son essence, doit produire, en brûlant, sensiblement la même quantité de chaleur. Cette quantité est représentée par 3700 degrés ou calories ; c'est celle qui est nécessaire pour élever à 1 degré la température de 3700 kilog. d'eau.

Le bois livré à la consommation n'étant pas complètement sec, et renfermant environ 25 p. 0/0 d'eau, ne donnerait plus par kilog. 3700 calories, mais bien 2800 au nombre rond.

D'un autre côté, le pouvoir calorifique du carbone pur ayant été trouvé de 8080, soit en rond 8000, pour plus de simplicité, l'auteur a substitué à ces pouvoirs calorifiques dans les combustibles les poids de carbone pur capables, par leur combustion, de produire les mêmes quantités de chaleur. Cette transformation facilite beaucoup les évaluations pratiques. Il suffit, pour obtenir ce poids à l'égard d'un combustible quelconque, de diviser le nombre qui exprime son pouvoir calorifique en calories, et que l'on trouve dans tous les traités de physique, par le nombre représentant en moyenne celui du carbone, c'est-à-dire 8000.

D'après cela, la quantité de carbone pur équivalent à 1 kilog. de combustible sera

$$\text{Pour le bois sec } \frac{3700}{8000} = 0,46$$

$$\text{Pour le bois humide } \frac{2800}{8000} = 0,35$$

Pour déterminer les quantités de carbone contenues dans un stère de bois, il convient de partir des données suivantes :

Dans les chantiers, 1 stère de bois dur pèse en moyenne..	400	kilog.
<i>Id.</i> 1 <i>id.</i> blanc <i>id.</i>	250	
Transformé en cotrets 1 stère de bois blanc pèse en moyenne.....	350	

nombres variant suivant les localités, mais qui ici s'appliquent spécialement à la ville de Paris; en les multipliant par 0,35, on aura, en kilogrammes, le poids de carbone équivalent qui, par la combustion, donnerait autant de chaleur que 1 stère de bois dur, de bois blanc, ou l'équivalent en cotrets ou fagots, d'où l'on déduit les produits :

1 stère de bois dur équivalent en carbone à.....	140	kil. ou	1440
1 <i>id.</i> blanc <i>id.</i>	87		0 87
1 <i>id.</i> <i>id.</i> à fagots et à cotrets équivalent en carbone à.....	122		1 22

Ces chiffres sont donc les coefficients par lesquels il faut multiplier des quantités données de stères pour avoir les quantités de quintaux métriques de carbone, qui produiraient, en brûlant, les mêmes quantités de chaleur.

L'auteur admet, d'après M. Pécelet, le chiffre 0,85 comme pouvoir calorifique du charbon de bois ordinaire, et en prenant le double hectolitre de charbon au poids moyen de 48 kilogrammes, l'on aura pour chiffre de kilogrammes de carbone pur 40<sup>k</sup>80, soit pour coefficient 0<sup>k</sup>4.

Quant à la houille grasse, qui est celle que l'on consomme le plus à Paris, on peut la considérer comme composée en moyenne de 83 à 84 p. 0/0 de carbone et de 4 à 4 50 d'hydrogène, en excès, c'est-à-dire ne concourant pas à la formation de l'eau; en partant des nombres 8000 et 34000 exprimant les pouvoirs calorifiques du carbone et de l'hydrogène, on obtient pour expression de la puissance calorifique de la houille 8000, au lieu de 7500 qui est généralement adoptée.

Pour avoir le poids du carbone pur qui, par sa combustion, donnerait la même quantité de chaleur que la houille, il faut diviser le nombre qui exprime la puissance calorifique de la houille en calories par la puissance calorifique du carbone pur; or, ayant admis pour la houille le chiffre de 8000 et pour le carbone un chiffre semblable, le chiffre 1 exprimera donc le coefficient calorifique de la houille par rapport au carbone pur.

Dans la question dont il s'agit ici, il convient également de tenir compte du chiffre de la population de Paris depuis le commencement de ce siècle.

La statistique générale de la France donne pour la population de Paris, intra muros :

En l'année 1801... ..	547,756	habitants.
Et en 1806.....	580,609	—

Ce chiffre s'est conservé jusqu'en 1817, mais le recensement de cette même année a donné 713,956 habitants, chiffre qui s'est conservé jus-

qu'en 1826, où un nouveau recensement a eu lieu et ainsi de suite de cinq en cinq ans.

Voici les chiffres obtenus jusqu'au dernier recensement de 1851 :

1826. . . . .	890,905
1831. . . . .	774,338
1836. . . . .	909,126
1841. . . . .	935,261
1846. . . . .	1,053,997
1851. . . . .	1,053,262

En y comprenant, en 1851, une garnison de 31,732 hommes.

On voit donc que, depuis 1801, la population de Paris est presque doublée.

CONSOMMATION DE BOIS DUR, DE BOIS BLANC, DE FAGOTS ET COTRETS DEPUIS 1799 JUSQU'EN 1852.

La consommation de ces trois espèces de combustibles a éprouvé de grandes variations depuis le commencement du siècle, d'après les tableaux dressés par le savant physicien dont nous avons déjà parlé; il résulte que c'est sous l'ère consulaire, de 1801 à 1804, que la consommation a été la plus forte; sous l'ère impériale, elle a été fortement en baisse, avec des alternatives de hausse et de baisse; puis elle s'est relevée sous la Restauration avec de semblables alternatives, pour redescendre depuis 1816 jusqu'en 1834; depuis 1834 jusqu'en 1837 il y a eu hausse, et enfin le mouvement de baisse est devenu plus considérable jusqu'en 1852, au point d'alarmer la propriété forestière.

DU PRIX DU BOIS SUIVANT LA TEMPÉRATURE MOYENNE DES MOIS DE NOVEMBRE, DÉCEMBRE, JANVIER, FÉVRIER ET MARS.

Le prix des bois, dans les chantiers de Paris, ne sont pas toujours en rapport avec les prix d'achat sur les ports; ils sont ordinairement le résultat d'un accord de tacite convention entre les marchands.

L'auteur a pris pour base de ces appréciations les prix qui sont fixés par les marchands de bois de Paris, à la réception des bois arrivés par le flot de la rigole du Loing sur le port de Rogny (canal de Briare), prix qui servent de règle de conduite aux marchands de bois pour leurs acquisitions ultérieures. Ces prix n'ont pu être fournis que depuis 1821 jusqu'en 1852.

En attachant une certaine attention aux résultats constatés par l'auteur, on voit que les prix les plus élevés correspondent aux hivers les plus froids, sans que la diminution dans la consommation du bois ait exercé une influence sensible. Ainsi, dans les hivers les plus froids de 1830, 1838 et 1845, les prix du décastère se sont élevés à 140 fr., 125 et 130 qui n'ont jamais été dépassés. Pendant ces trois années, les consommations individuelles de tous combustibles, qui ne sont autres que les quotients des

quantités de combustible consommées divisées par les chiffres de la population, ont été :

Pour 1830.....	3432
— 1838..	3 613
— 1845. . . .	3 786

Dans les hivers les plus doux, tels que l'hiver de 1822, époque où le charbon de terre n'entrait pas encore sensiblement dans la consommation individuelle, et celui de 1834, le prix du décastère n'était que de 90 et de 100 fr. L'hiver de 1846 fait exception ; succédant à un hiver très-rude, le prix n'a baissé que de 5 fr. Depuis 1845, les hivers ayant été plus ou moins doux, la température n'a pu intervenir pour faire baisser les prix. On fera remarquer que, dans un hiver rigoureux, l'élévation du prix ne correspond pas toujours à une plus grande consommation, comme 1814 en est un exemple.

Les commotions politiques influent naturellement pour amener un abaissement de prix du bois ; ainsi, dans l'hiver de 1830, le prix du décastère était de 140 fr. ; dans celui de 1831, il est descendu à 100 fr. Il en a été de même en 1848, où ce prix de 120 descendit à 90 fr. Il s'est maintenu fortement en baisse depuis cette époque.

#### DE LA CONSOMMATION DU BOIS PAR CHAQUE INDIVIDU.

Il ne suffit pas de présenter chaque année le total des quantités de combustible consommées pour le chauffage de la population, il faut encore déterminer la quantité moyenne de chaleur représentée par une quantité donnée de carbone que consomme annuellement chaque individu, afin de connaître ce que l'on doit prendre au charbon pour compléter ce qu'il manque de carbone à chaque individu pour sa consommation ordinaire.

C'est ainsi que l'auteur a trouvé, par exemple, qu'en 1821, la quantité de carbone provenant du bois dur et consommé par individu était de 140, tandis qu'en 1851, elle n'était plus que de 0,65, et, en 1852, de 0,63. Dans l'espace de trente-six ans, elle a été réduite au tiers.

La consommation du bois blanc a subi la même diminution ; en 1852, elle s'est néanmoins un peu relevée.

En 1821, époque où la houille n'entrait pas encore d'une manière sensible dans les usages domestiques, la consommation annuelle du carbone par individu était de 2416.

En 1826, la consommation individuelle.	1454
1831 — — —	1 70
1836 — — —	1 58
1841 — — —	1 47
1846 — — —	1 13
1851 — — —	0 89
1852 — — —	0 85

On voit donc que la quantité de bois consommée par individu a été en diminuant d'année en année, et qu'elle n'est plus aujourd'hui que les deux cinquièmes de ce qu'elle était en 1821.

#### DE LA CONSOMMATION DU CHARBON DE TERRE PAR INDIVIDU.

A la suite de ses recherches, l'auteur a pu donner encore la quantité de charbon de bois consommée depuis 1799 jusqu'en 1852 inclusivement, et présenter la consommation individuelle de ce même combustible, de cinq en cinq ans, à partir de 1821, exprimée en quintaux de carbone. Cette consommation n'a pas varié ; c'est-à-dire qu'elle est aujourd'hui ce qu'elle était il y a trente ans, et depuis cinquante ans, si l'on prend en moyenne pour 1801 et 1808. D'après cela, la quantité de charbon de bois introduite dans Paris, chaque année, a donc augmenté proportionnellement à la population ; cela résulte de ce que le charbon de bois n'a pas encore été remplacé sensiblement, dans les usages domestiques, par la houille ; aussi son prix a-t-il éprouvé peu de variations.

#### DE LA CONSOMMATION DE LA HOUILLE.

Cette consommation dans les usages domestiques et dans l'industrie s'est considérablement accrue depuis 1816, époque où elle n'était que de 673,000 hectolitres, jusqu'en 1852, où elle s'est élevée à 3,808,420 hectolitres.

En admettant que la consommation augmente graduellement, comme dans les quarante dernières années, il s'ensuivrait que, vers 1880, la houille sera substituée en totalité au bois de chauffage ; mais il est probable qu'il y aura un temps d'arrêt, car il n'est pas dans les probabilités que le bois soit exclu à tout jamais du chauffage de Paris, à cause des avantages qu'il procure.

En 1821, la consommation individuelle n'était que de 0,75 de carbone provenant de houille. Cette quantité ne servait pas au chauffage habituel, ou du moins si elle y servait, ce n'était que dans une très-faible proportion ; elle était employée, suivant toutes les probabilités, dans le petit nombre d'usines qui existaient alors dans Paris.

Aujourd'hui, la quantité répartie par individu s'élève à 2490, soit, pour une population de 1,053,262 habitants, 3,808,420 hectolitres.

#### DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE HOUILLE EMPLOYÉE DANS LA CONSOMMATION INDIVIDUELLE.

En 1821, époque où la houille n'entrait pas notablement dans la consommation, il fallait 2416 de carbone provenant de tous combustibles pour la consommation individuelle. Ce chiffre, que l'on peut considérer comme représentant celui de la consommation normale individuelle de carbone sous le rapport de la quantité de chaleur produite, bien entendu, ayant

été sans cesse en diminuant, à raison de la substitution graduelle de la houille au bois, il faut faire chaque année un emprunt à la houille pour compléter 2<sup>o</sup>16.

Si on examine le nombre d'hectolitres de houille qui s'ajoutent chaque année au bois pour le chauffage, on remarquera que, en 1826, il s'élevait déjà à 685,996 hectolitres; en 1831, il est redescendu à 44,372 hectolitres, puis il a monté rapidement en 1852, jusqu'à 1,724,716 hectolitres. Tel est le nombre d'hectolitres de houille qui entrent aujourd'hui dans la consommation individuelle et qui ont été substitués au bois.

Voici quelques données positives :

En 1821. ....	563,863
1826. ....	260,004
1831. ....	446,618
1836. ....	605,428
1841. ....	1,020,565
1846. ....	967,636
1851. . . . .	1,961,174
1852. ....	2,083,704

On voit par là, que, depuis 1851, la consommation de la houille s'est accrue considérablement dans la consommation individuelle et dans l'industrie, et de manière à porter le plus grand préjudice à la propriété forestière.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit, d'une part, la consommation individuelle du bois dur et du bois blanc diminuer continuellement depuis 1821, tandis que la diminution de celle de fagots et de cotrets n'a été sensible que depuis 1846, époque où la classe pauvre a commencé à faire usage de la houille. Cette habitude est si bien établie aujourd'hui que la consommation a baissé, en sept années, de 0<sup>o</sup>19 de carbone à 0<sup>o</sup>14 et 0<sup>o</sup>083. L'emploi des fagots et cotrets ne disparaîtra pas, mais il n'interviendra dans l'avenir que pour une faible proportion dans la consommation individuelle.

Quant au charbon de bois, la consommation individuelle n'ayant pas changé depuis cinquante ans, la quantité augmente proportionnellement à la population, comme l'indiquent les relevés des octrois, et continuera à augmenter tant que l'on ne substituera pas la houille au charbon de bois dans les usages domestiques.