

# La combustion dans les fourneaux à pétrole et la viciation de l'air

Autor(en): **Pelet, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **34 (1898)**

Heft 129

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-265373>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LA

## COMBUSTION DANS LES FOURNEAUX A PÉTROLE

ET LA VICIATION DE L'AIR

PAR LE

**D<sup>r</sup> L. PELET,**

privat-docent à l'Université de Lausanne.

---

(Planche IV)

---

Les fourneaux à pétrole, comme les calorifères à feu continu, sont depuis quelques années si généralement utilisés que nous avons cru nécessaire d'entreprendre la présente étude et d'examiner jusqu'à quel point les critiques dont ils sont l'objet sont justifiées. Leur commodité, la facilité de leur déplacement et de leur entretien, la modicité de leur prix les ont beaucoup répandus dans les petits appartements et dans les chambres isolées.

Nous avons utilisé pour nos essais deux fourneaux à pétrole ; le premier est le fourneau ordinaire à pétrole dans lequel la lampe à flamme libre est entourée d'une chemise de tôle mobile qui active le tirage et favorise la combustion complète. La mèche cylindrique de la lampe mesurait 11 cm. de diamètre.

Le deuxième fourneau dont nous disposions est un nouveau modèle, le fourneau Sambuc. La lampe est identique à celle du fourneau précédent, mais elle est surmontée d'une cheminée de tôle cylindrique étroite (12 cm.) et de 1 m. de hauteur. Les gaz chauds montant dans la cheminée étaient forcés de redescendre verticalement dans une série de tuyaux de cuivre latéraux et extérieurs où ils se refroidissaient. Ce dispositif avait l'avantage d'augmenter le tirage et de compléter la combustion. Les gaz chauds, de 40° à 50°, sortant à la partie inférieure de l'appareil rayonnaient tout autour, presque à ras du sol, tandis que dans l'appareil précédent ils formaient une colonne ascen-

dante de gaz chauds qui chauffaient plus rapidement la partie supérieure de la chambre que la partie inférieure.

La chambre dans laquelle nous avons fait nos essais est une petite chambre, de 23 mètres cubes de capacité, d'une maison de construction récente; elle est munie de deux portes, une fenêtre et une double fenêtre. Les portes et les fenêtres restaient absolument fermées pendant toute la durée de l'essai; il ne pouvait donc y avoir de ventilation que par les murs, les joints des portes et des fenêtres, les trous de serrure, etc.

La quantité d'air contenue dans la chambre était notoirement insuffisante pour une combustion prolongée du fourneau à pétrole; en outre, il faut tenir compte de la quantité d'air nécessaire à l'opérateur et, dans la dernière série, aux lampes témoins.

Nous avons choisi ces conditions afin d'être dans les plus mauvaises conditions hygiéniques, et enfermé pendant cinq heures durant nous avons étudié la combustion du fourneau et procédé de temps en temps à des dosages de l'anhydride carbonique contenu dans l'air de la chambre.

Après avoir déterminé la consommation moyenne par heure de chaque fourneau, nous avons fait deux séries d'essais préliminaires, afin de choisir et d'apprécier la méthode de dosage de l'anhydride carbonique et dégager les résultats généraux.

La méthode de dosage que nous avons utilisée est celle de Wolpert<sup>1</sup> ou de Lunge-Zeckendorf<sup>2</sup>; nous nous sommes servi d'une solution de soude normale au millième titrée par une solution d'acide sulfurique normal au centième. Nous avons tenu compte des observations et des modifications qui ont été proposées pour l'emploi justifié de cette méthode.

La solution de soude titrée était mesurée et placée dans une éprouvette longue et de faible diamètre, et le tube capillaire qui introduisait les gaz dans la dissolution y plongeait profondément. La solution de soude était faiblement colorée en rose par une goutte de phénolphtaléine alcoolique. Le flacon de soude était relié à un aspirateur à eau, le déplacement de l'eau forçait une quantité d'air égale au volume d'eau écoulée à barbotter lentement à travers la solution alcaline. La fin de la réaction

<sup>1</sup> « Der Gastechniker » Bd. XIX. 4 Hft., 1893, et Mon. Sc. 1893, p. 642.

<sup>2</sup> « Zeitschrift für anal. Chem. » 1897. 329 et Henziet. « Comptes-rendus ». 123, p. 125.

était perçue nettement au moyen d'un verre vert pâle qui permettait de juger exactement de l'instant où la solution rose était décolorée. Il était nécessaire d'agiter convenablement l'air de la chambre au moment de chaque dosage.

Le fourneau ordinaire I consommait normalement 130 à 150 grammes de pétrole par heure, tandis que la consommation normale du fourneau II s'élevait à 230-250 grammes pendant le même temps. Comme nous l'avons dit plus haut, les lampes dans l'un et l'autre fourneau étaient identiques ; la différence dans la consommation ne provient que des systèmes d'enveloppe et du tirage.

Nous avons ensuite procédé aux trois séries d'essais dont nous consignons les résultats dans les pages suivantes.

Nous avons pesé la lampe, afin de constater la consommation du pétrole et dosé l'anhydride carbonique de l'air de la chambre chaque demi-heure dans les deux premiers essais.

Dans la troisième série d'essais, nous dosions  $\text{CO}^2$  chaque heure et nous indiquons à la table III comment nous avons fait les pesées et dans quelles conditions. Dans les tables I et II nous donnerons les résultats obtenus correspondant à toutes les heures afin de faciliter les comparaisons.

---

Les résultats de la série d'essais n° 1 sont indiqués à la table I, dont nous complétons les chiffres par les observations suivantes. Le chiffre de 0.3 millièmes indique la quantité normale d'anhydride carbonique de l'air pur, la fenêtre était ouverte au commencement de l'expérience ; nous avons admis ce chiffre sans faire de dosage.

La consommation du pétrole était déterminée toutes les demi-heures en pesant la lampe. Pendant la première heure, la combustion était normale, la flamme était vive, d'intensité et de grandeur maximales ; les heures suivantes, la grandeur et l'intensité de la flamme diminuaient graduellement et celle-ci devenait facilement fumeuse à mesure que les dosages indiquaient une proportion plus forte d'anhydride carbonique dans l'air de la chambre. A partir de la quatrième heure, la flamme vacillait, puis baissait considérablement, et même en montant la mèche aussi haut que possible cela ne servait à rien ; à partir de ce moment, la flamme continuait à baisser et l'on constate que la

Résultats de la série d'essais n° 1.

Tabelle 1

Heure.	Température.	Pétrole brûlé en grammes par heure.	Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO <sub>2</sub> en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
			Vol ‰.	Grammes par 1 m <sup>3</sup> .			
2 h. 40'	13°5	—	0.3	—	—	—	
3 h. 40'	18°2	130	0.52	1.035	23.81	401.4	
4 h. 40'	20°8	132	1.07	2.104	48.40	809.02	
5 h. 40'	22°	130	1.91	3.764	86.58	1210.4	
6 h. 40'	21°	130	3.51	6.902	158.7	1611.8	Flamme plus jaune, vacille.
7 h. 40'	20°8	70	5.69	11.2	257.6	1827.9	Flamme baisse.

consommation du pétrole a diminué de moitié dans la dernière heure.

La ventilation naturelle était cependant puissante, puisque, sans tenir compte de l'observateur, il a été formé par le pétrole seul 1827.9 grammes d'anhydride carbonique et nous n'en avons retrouvé que 257.6 grammes dans la chambre à la fin de l'expérience. Pour déterminer la quantité de  $\text{CO}^2$  formée par le pétrole brûlé, nous avons pris comme constitution moyenne du pétrole:  $\text{C} = 84.21 \%$  et  $\text{H} = 15.79 \%$ .

Pendant toute la durée de cet essai, l'observateur n'a pas été incommodé, malgré l'atmosphère chaude chargée de  $\text{CO}^2$  et l'odeur provenant de la lampe du fourneau qui fumait.

A partir de la deuxième heure, toute la chaleur produite servait à maintenir l'équilibre entre la température de la chambre et celle de l'air extérieur.

---

Dans la 2<sup>e</sup> série, nous avons utilisé le fourneau II et le mode opératoire était le même que précédemment, mais nous avons à faire à un système de fourneau (lampe identique) dont l'enveloppe activait considérablement la combustion. Comme l'indiquent les résultats de la table II, la quantité de pétrole brûlé est plus forte dans les deux premières heures, et la proportion d'anhydride carbonique et la température s'élèvent plus rapidement que dans l'essai n° 1.

A la 2<sup>e</sup> heure déjà, la proportion d'anhydride carbonique atteint 3.68 millièmes, et dès ce moment nous constatons la même succession des phénomènes dans la flamme. Elle vacille d'abord, puis baisse de plus en plus, et la quantité de pétrole brûlé diminue constamment et, ce qu'il y a de curieux, la quantité d'anhydride carbonique reste stationnaire ou n'augmente que faiblement; à la troisième heure, nous trouvons 5.54 ‰ de  $\text{CO}^2$ , à la quatrième 6.86 ‰ et à la cinquième heure 7.24 ‰ de  $\text{CO}^2$ . Si nous avons obtenu des résultats plus faibles dans la première série d'essais, cela provient de ce que la combustion n'était pas assez prolongée ou assez forte pour élever rapidement la proportion d'anhydride carbonique de l'air de la chambre.

Dans l'une et l'autre de ces séries d'essais, nous pesions la lampe chaque demi-heure et nous devions la sortir chaque fois de son enveloppe pour la mettre sur la balance; afin d'empê-

Résultats de la série d'essais n° 2.

Tabelle 2.

Heure.	Température	Pétrole brûlé en grammes par heure.	Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO <sup>2</sup> en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
			Vol ‰.	grammes par 1 m <sup>3</sup> .			
1 h. 15'	13°2	—	0.3	—	—	—	
2 h. 15'	20°4	235	2.23	4.40	101.2	725.6	
3 h. 15'	23°	185	3.68	7.11	163.40	1296.8	Flamme plus jaune; brûle moins bien; vacille.
4 h. 15'	24°	100	5.54	10.89	250.5	1621.1	Flamme baisse continuelle- ment.
5 h. 15'	24°	100	6.86	13.49	310.4	1929.9	
6 h. 15'	23°	73	7.24	14.24	327.5	2155.2	A la fin la flamme brûle très mal.

cher la lampe de fumer, nous devions baisser la mèche et la remonter une fois la pesée faite. Cette façon de procéder était la cause de plusieurs inconvénients, dont le plus important était que nous n'étions jamais certain de redonner à la mèche la même position que celle qu'elle avait avant la pesée. Il était nécessaire de faire un nouvel essai en brûlant la quantité maximum de pétrole dans le minimum de temps, afin de constater si la quantité de  $\text{CO}^2$  trouvée dans la chambre était susceptible d'augmentation, comme nous l'avons constaté dans le 2<sup>e</sup> essai, ou bien si, comme le faisait entrevoir le 2<sup>e</sup> essai, la quantité de  $\text{CO}^2$  tendait à ne pas dépasser une certaine limite.

En outre, fait caractéristique dans l'un comme dans l'autre essai, au moment où nous ouvrons la fenêtre, nous constatons que la flamme reprenait sa force, son éclat et son intensité; ce fait prouve que si la flamme baissait cela ne tenait ni à la lampe, ni au fourneau, mais à l'air, ou mieux à la quantité d'anhydride carbonique, car l'air ne manquait pas dans la chambre et la ventilation naturelle amenait continuellement de nouvelles quantités d'air frais et la proportion de l'anhydride carbonique n'a jamais été supérieure à 8.8 millièmes. Nous avons fait dans chaque série d'essais, à deux reprises, une analyse rapide de l'air de la chambre, afin de nous assurer que les proportions de l'oxygène, de l'anhydride carbonique et de l'azote n'étaient pas modifiées d'une façon sensible.

Ces faits prouvent la puissance de la ventilation naturelle, puisque au lieu de 10 % d'anhydride carbonique, nous trouvons à peine 1 %.

Le troisième essai apportait les modifications suivantes: au lieu de peser la lampe du fourneau toutes les demi-heures, nous l'avons pesée seulement au commencement, à la fin et une fois au milieu de l'expérience, alors qu'il était nécessaire d'y remettre du pétrole. Une fois réglée, nous l'avons laissée, sans monter ni baisser la mèche. En outre, afin d'élever rapidement dans les premières heures la quantité du  $\text{CO}^2$  produite, nous avons installé sur le plateau d'une balance trois lampes à pétrole ordinaires servant de témoins. Une fois les lampes réglées, leur mèche n'a pas été touchée tant que l'expérience a duré. Il était facile de déterminer leur perte de poids sans les déplacer. La flamme des lampes et du fourneau II ont subi absolument les mêmes phénomènes que nous avons précédemment constatés. Au bout d'une demi-heure, la flamme des lampes diminuait de



## Résultats de la série d'essais n° 3.

Heure.	Température.	Pétrole brûlé en grammes.		Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO <sup>2</sup> en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
		Des lampes témoins.	Du fourneau II.	Vol ‰.	Grammes par 4 m <sup>3</sup> .			
1 h. 45'	13°8	—	—	0.3	—	—	—	
2 h. 15'	24°	55	—	1.71	3.36	77.37	—	Flamme des lampes baisse un peu.
3 h. 15'	23°	90	285	3.73	7.33	168.7	1327.7	Flamme baisse considérablement et vacille.
4 h. 15'	23°8	75	—	5.95	11.70	269.1	—	Flammes baissent continuellement. A la fin elles brûlent très mal.
5 h. 15'	23°2	30	—	6.03	11.86	272.8	—	
6 h. 15'	23°2	30	—	6.03	11.86	272.8	—	
7 h. 15'	23°	30	310	6.14	12.05	278.5	2809.8	
7 h. 45'	14°6	—	—	—	—	—	—	Rentrée de l'air frais.

clarté et une heure et demie après le début de l'essai, toutes les flammes ont vacillé à la fois, puis ont baissé dans de fortes proportions. A la fin de la série d'essais, les flammes ne formaient plus qu'une mince et petite auréole autour de la mèche. Placé dans un coin de la chambre, nous avons tiré quelques photographies de la flamme et nous donnons à la planche I, fig. 1-5, le dessin d'après photographie de la flamme de deux des lampes.

Quelques minutes après le dernier dosage de  $\text{CO}^2$  et la dernière pesée, nous avons ouvert la fenêtre; au fur et à mesure de la rentrée de l'air, dans l'espace de deux minutes, la flamme a repris sa longueur, sa forme et son éclat primitifs (fig. 6); il en était de même pour la lampe du fourneau.

L'observateur n'a aucunement souffert, sauf un léger mal de tête à la fin des essais ou au moment de la rentrée de l'air frais. Cette indisposition très faible et passagère provient bien plus d'un peu de fatigue ordinaire que de l'atmosphère viciée et chaude de la chambre.

De ces résultats nous pouvons conclure :

1° Les lampes sont plus sensibles que l'homme à l'air contenant de l'anhydride carbonique.

Alors que l'observateur vaquait tranquillement à ses occupations, les lampes baissaient continuellement, jusqu'à ne former qu'une faible auréole lumineuse.

2° L'essai n° 3, confirmant l'essai n° 2, nous constatons que les proportions du  $\text{CO}^2$  étaient :

Essai n° 2 :

Après 3 heures	5.54	‰	$\text{CO}^2$ .
» 4 »	6.86	»	»
» 5 »	7.24	»	»

Essai n° 3 :

Après 2 $\frac{1}{2}$ heures	5.95	‰	$\text{CO}^2$ .
» 3 $\frac{1}{2}$ »	6.03	»	»
» 4 $\frac{1}{2}$ »	6.03	»	»
» 5 $\frac{1}{2}$ »	6.14	»	»

Les proportions de bioxyde de carbone, à partir de la troi-

sième heure et pendant 2 et 3 heures durant, n'augmentaient plus qu'excessivement lentement.

Cela est dû, d'une part, à la flamme de la lampe (consommation possible du pétrole), qui diminue graduellement, et à la ventilation naturelle, qui amène continuellement de nouvelles quantités d'air frais, de telle sorte qu'il tend à se produire un équilibre entre ces deux actions. *Lorsque la teneur de CO<sup>2</sup> atteint 6 ‰, la flamme ne peut débiter que la quantité de CO<sup>2</sup> nécessaire pour maintenir la proportion de bioxyde de carbone de l'air de la chambre à cette valeur et remplacer au fur et à mesure celui qui est entraîné par la ventilation naturelle; ou*

*A partir de 6 ‰ de CO<sup>2</sup> dans l'air de la chambre, la ou les lampes ne brûlent que l'oxygène de l'air amené par la ventilation naturelle.*

Le fait que la température restait constante pendant toute la durée des derniers essais est une autre preuve de cet équilibre entre l'air et la combustion du fourneau et des lampes.

3° Dans les uns comme dans les autres essais, nous avons constaté que les lampes commencent à vaciller et à baisser à une teneur de l'air en CO<sup>2</sup> déterminée :

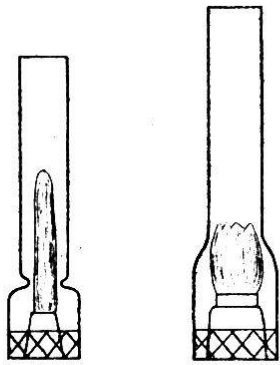
Essai 1	à	3.51 ‰	de	CO <sup>2</sup> .
» 2	»	3.68	»	»
» 3	»	3.73	»	»

Les conditions dans lesquelles nous nous sommes placés ne sont jamais réalisées dans la pratique et il ne faudrait pas tirer des résultats que nous publions autre chose que ce qu'ils signifient. Si nous nous sommes enfermés pendant 5 heures, c'est pour en tirer quelques conclusions théoriques et nous savions être dans des conditions extra-hygiéniques. Nous les avons choisies aussi mauvaises que possible pour pouvoir juger des défauts et des avantages des fourneaux à pétrole.

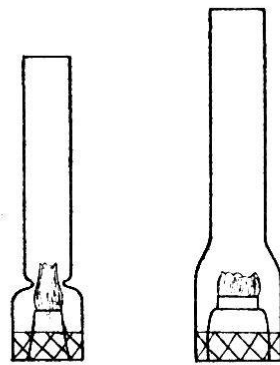
Il n'est pas admissible qu'un fourneau à pétrole soit utilisé plusieurs heures sans ventilation aucune. Soit la porte, soit la fenêtre, seront ouvertes après 2 ou 3 heures au maximum. Il résulte de nos essais que l'on est très facilement prévenu du moment où la ventilation est nécessaire par le vacillement de la flamme et ce moment se produit lorsque la teneur en CO<sup>2</sup> ne présente absolument aucun danger.

Si par négligence on laissait le fourneau brûler sans aucune ventilation, nos essais prouvent qu'il n'y a pas danger mortel,

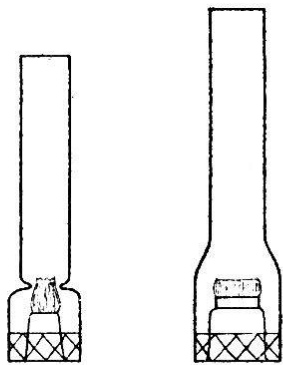
# Dessin des flammes d'après photographie



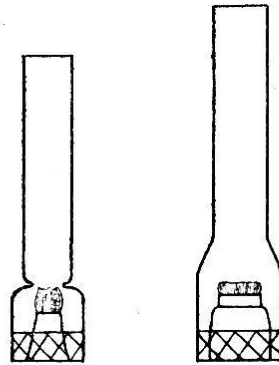
*Fig. 1*



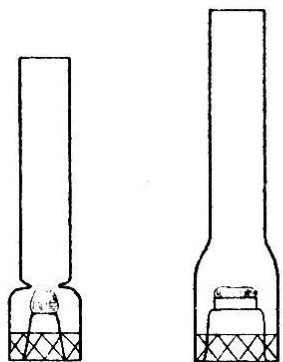
*Fig. 2*



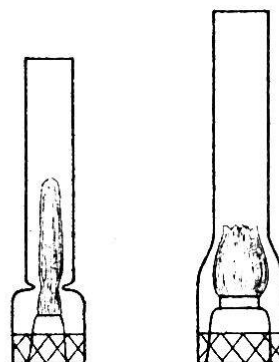
*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*



*Fig. 6*

*Echelle 1 : 10*

puisque l'homme peut supporter facilement 10‰ d'anhydride carbonique sans être gêné.

En terminant, nous ne pouvons que constater les grands avantages que présentent les fourneaux à pétrole, pour qu'ils puissent être utilisés sans inconvénient au chauffage des petites installations et des chambres isolées. Il n'y a aucun danger à les employer si on ventile toutes les 2 heures ou si on laisse la porte de la chambre entr'ouverte.

Les fourneaux ne doivent jamais être laissés allumés la nuit dans une chambre à coucher et ne doivent pas être utilisés dans une chambre de malade ou d'une personne faible de santé. On reproche aux fourneaux à pétrole leur odeur désagréable; en les entretenant avec soin et en nettoyant souvent la lampe et le fourneau on peut la diminuer beaucoup, sinon l'éviter.

Il est évident que les fourneaux à pétrole ne représentent pas l'idéal du chauffage et si on les modifiait de telle façon que les gaz de la combustion  $\text{CO}^2$  et  $\text{H}^2\text{O}$  soient évacués par un conduit spécial, on conserverait l'air pur, et avec une perte de 10‰ environ de la puissance calorifique, on aurait l'avantage d'une bonne et saine ventilation.

---

### EXPLICATION DES FIGURES

*Dessins des flammes d'après les photographies prises pendant la série d'essais n° 3.*

Fig. 1. — Lampes au commencement de l'expérience. 1 h. 45'  
 $\text{CO}^2 = 0.3$  millièmes en volume.

Fig. 2. — Après  $1/2$  heure. 2 h. 15'.  $\text{CO}^2 = 1.7$  ‰.

Fig. 3. — Après  $1 1/2$  heure. 3 h. 15'.  $\text{CO}^2 = 3.73$  ‰.

Fig. 4. — Après  $3 1/2$  heures. 5 h. 15'.  $\text{CO}^2 = 6.03$  ‰.

Fig. 5. — Après  $5 1/2$  heures. 7 h. 15'.  $\text{CO}^2 = 6.14$  ‰.

Fig. 6. — Rentrée de l'air frais à 7 h. 20'.

---

