

# Vers la suppression de la toxicité du gaz de ville

Autor(en): **Gardiol, Ph.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **86 (1960)**

Heft 11: **Problèmes actuels de l'industrie gazière**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-64489>

## **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.

## Conclusions

Soulignons qu'il est impossible de prévoir dès maintenant l'évolution future de notre industrie gazière dans tous ses détails, aussi bien économiques que techniques. Cette évolution, toutefois, se réalisera successivement et en temps voulu. L'industrie du gaz, diverse aujourd'hui quant à la grandeur et à l'importance de ses usines, mais homogène quant à leur base de production, présentera, au cours de la prochaine décennie un aspect

très diversifié. Nous trouverons, l'une à côté de l'autre, toute une gamme de solutions qui, à la longue, se rapprocheront plus ou moins du tableau final que nous avons esquissé.

Une chose, toutefois, est certaine : l'industrie gazière suisse entreprendra tous les efforts nécessaires pour participer à l'essor grandissant de notre économie énergétique et remplir ainsi la mission qui lui incombe dans notre intérêt national.

# VERS LA SUPPRESSION DE LA TOXICITÉ DU GAZ DE VILLE

par Ph. GARDIOL, docteur ingénieur chimiste à l'Usine à gaz de Genève

## Toxicité du gaz : cause et effets

Le mélange gazeux qui est actuellement livré sous le nom de gaz de ville est extrait de la houille par carbonisation. Il contient entre autres une certaine proportion d'oxyde de carbone (CO). C'est ce gaz précisément qui va retenir notre attention, car c'est lui qui est la cause de la toxicité du gaz de ville.

L'oxyde de carbone a une action immédiate sur le sang en transformant l'hémoglobine en carboxyhémoglobine qui, pour un temps, ne peut entrer en réaction avec l'oxygène de l'air.

Des essais effectués par divers médecins d'Allemagne, de Suisse et d'ailleurs ont démontré que la mort survient par asphyxie dès que le 65 % de l'hémoglobine s'était transformé en carboxyhémoglobine.

On trouve, suivant les auteurs, quelques divergences quant aux conditions des intoxications, mais ces divergences ne sont pas trop considérables, d'autant plus que des personnes différentes réagissent différemment

au CO. Il semble, par exemple, que des personnes âgées sont plus rapidement incommodées que des plus jeunes.

Les auteurs s'accordent en général pour dire que dans une atmosphère contenant 0,1 % de CO, la limite mortelle (65 % de carboxyhémoglobine) peut être atteinte en 6 heures par une personne assise, en 3 heures par une personne qui marche et en 2 heures par une personne qui travaille.

Si la concentration est de 0,5 %, la mort peut survenir en quelques minutes (fig. 1).

La figure 2, empruntée à un rapport de Forgný Sjöstrand, du Laboratoire médicophysique de l'Hôpital Karolinska à Stockholm, illustre l'effet physiologique de l'oxyde de carbone pour des concentrations en CO et des temps d'exposition variables (*Coke and Gas*, 1954, p. 424).

Que représente cette concentration dangereuse de 0,1 % CO ?

Le gaz de ville habituellement distribué contient entre 13 et 18 % de CO. C'est pendant les périodes de fortes émissions que cette teneur est la plus forte.

A titre d'exemple, calculons la quantité de gaz à 18 % de CO qui devrait se répandre dans une cuisine

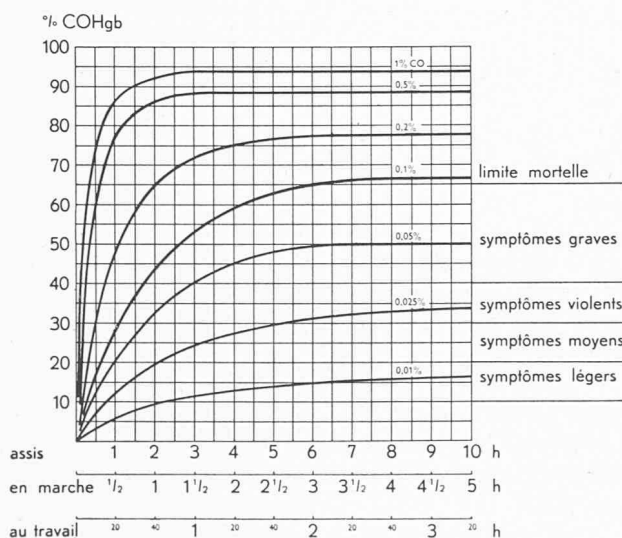


Fig. 1. — Formation de CO-hémoglobine dans le sang, en fonction de la concentration en CO, du temps et de l'activité. (D'après MAY, arch. Gew. Pat. 10, 1940.)

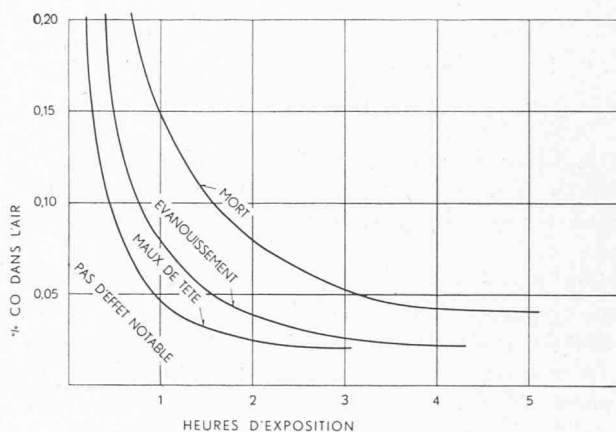


Fig. 2. — Effet physiologique de l'oxyde de carbone sur une personne qui travaille. (*Coke and Gas*, 1954, p. 424.)

de petite dimension (27 m<sup>3</sup>), pour que l'air de cette pièce contienne la limite dangereuse de 0,1 % de CO. Il suffirait de laisser échapper 160 l de gaz pour que l'atmosphère contienne 0,1 % de CO. Si l'on admet qu'un feu de cuisinière laisse passer environ 400 l/h, on voit qu'en moins d'une demi-heure, l'atmosphère de la pièce peut devenir dangereuse.

En réalité, l'effet est un peu moins rapide car il faut tenir compte du fait qu'une pièce d'habitation n'est pas étanche. Il y a continuellement échange avec l'extérieur à travers les parois, par les orifices et interstices. Nous reviendrons plus en détail sur ce phénomène.

2. Les zones d'explosion avec limite inférieure d'explosion pour 8 % de gaz dans l'air et limite supérieure d'explosion pour 29 % de gaz dans l'air.
3. Les zones d'asphyxie par manque d'oxygène, la première avec 7 % d'oxygène, valable pour une personne au repos et la deuxième avec 13 % d'oxygène, valable pour une personne effectuant un travail de force moyenne.

Par quelques exemples, nous allons rendre ce tableau plus aisément compréhensible.

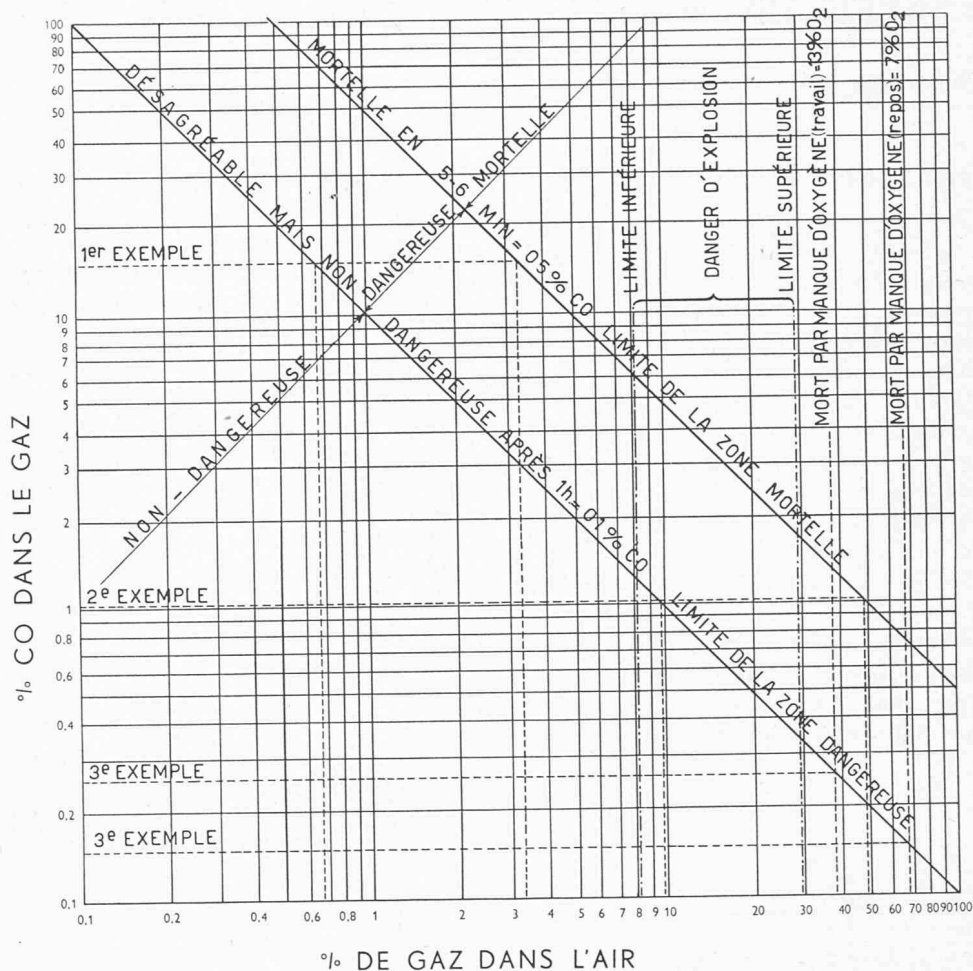


Fig. 3. — Les zones dangereuses du gaz en fonction des concentrations.

La figure 3 (élaborée par Metzger, Stuttgart, GWF 1935, p. 598) va permettre de résoudre rapidement un grand nombre des problèmes relatifs aux dangers du gaz.

Pour plus de clarté, ce graphique est établi en échelles logarithmiques. Il porte en abscisse les concentrations de gaz dans l'air et en ordonnée les teneurs en CO du gaz.

Le graphique a été partagé par des zones de trois espèces différentes :

1. Les zones de toxicité au nombre de trois : non dangereuse (jusqu'à 0,1 % CO), dangereuse (0,1-0,5 % CO) et mortelle (au-dessus de 0,5 % CO).

*Premier exemple :* Si le gaz de ville contient 15 % de CO, quelle concentration de ce gaz l'air devrait-il contenir pour devenir dangereux ? Quand l'atmosphère deviendra-t-elle mortelle ?

Partant de l'abscisse correspondant à 15 % de CO, tirons une droite horizontale. Nous verrons qu'elle passe la limite de la zone dangereuse pour 0,66 % de gaz dans l'air et la limite de la zone mortelle pour 3,3 % de gaz dans l'air.

Nous voyons en outre que cette limite de la zone mortelle est encore bien au-dessous de la limite inférieure d'explosion et, à plus forte raison, très éloignée de la limite de l'asphyxie par manque d'oxygène.

*Deuxième exemple :* Avec du gaz détoxifié contenant encore 1 % de CO, la limite inférieure du danger par intoxication précède-t-elle ou suit-elle la limite inférieure d'explosion ? En d'autres termes, si du gaz détoxifié à 1 % de CO se répand dans un local, quel danger apparaîtra le premier ; celui de l'intoxication ou celui de l'explosion ?

Par le tableau, en tirant une droite horizontale à la hauteur correspondant à 1 % de CO, on constate que l'on pénètre dans la zone dangereuse du point de vue toxicité avec 10 % de gaz dans l'air alors que l'on avait déjà passé la limite inférieure d'explosion avec 8 % de gaz. Le mélange explosif a été atteint avant que l'on ait perçu des symptômes d'intoxication.

En prolongeant l'horizontale, nous constatons que la limite d'intoxication mortelle est atteinte avec 50 % de gaz dans l'air, alors que la mort par asphyxie (par manque d'oxygène), surviendrait avec 68 % dans le cas d'une personne au repos. Par contre, une personne qui effectuerait un travail succomberait à l'asphyxie par manque d'oxygène avant que la zone de toxicité mortelle ne soit atteinte.

*Troisième exemple :* Il peut être intéressant de savoir quelle devrait être la teneur en CO du gaz pour que, par diffusion dans l'air, la limite d'asphyxie par manque d'oxygène soit atteinte avant la limite d'intoxication dangereuse par le CO.

Le tableau nous montre que l'intersection des deux limites se trouve à un gaz de 0,15 % de CO dans le cas d'un homme au repos et de 0,27 % de CO dans le cas d'un homme qui travaille.

Cela signifie que, si l'on avait affaire à un gaz plus pauvre en CO, l'asphyxie par manque d'oxygène interviendrait avant le danger d'intoxication au CO.

Lorsqu'on fait des calculs pour déterminer le nombre de litres de gaz nécessaire pour obtenir une atmosphère donnée, il ne faut pas perdre de vue que, dans la pratique, aucune pièce d'habitation n'est jamais étanche, les parois sont poreuses, les portes, les fenêtres ferment mal, il y a souvent dans les cuisines une cheminée d'aération. Le résultat en est que l'air contenu dans une pièce se change et que, par conséquent, il y pénètre continuellement de l'air frais.

Si, donc, dans une telle pièce il y a une fuite de gaz, il y a également entrée d'air pur et la teneur finale dans l'atmosphère ne pourra jamais dépasser le rapport du débit du gaz divisé par le débit total de l'air et du gaz entrant. Or, suivant les cas et la construction, on peut admettre que l'air d'une pièce s'échangera  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3 fois par heure ou même beaucoup plus si la fenêtre est entrouverte.

Reprenons le cas de la petite cuisine de 27 m<sup>3</sup> que nous avons déjà étudié. Admettons que le changement d'air naturel soit de 1 fois par heure ; cela signifie que chaque heure, il y entre 27 m<sup>3</sup> d'air frais. Si, d'autre part, il y a une fuite de gaz de 400 litres par heure, la teneur maximum en gaz après plusieurs heures ne pourra jamais dépasser 0,4 divisé par 27,4, soit 1,5 % de gaz dans l'air.

La figure 4 nous montre l'augmentation de la concentration en gaz dans un local de 50 m<sup>3</sup>, dans lequel le gaz se répand à raison de 6 m<sup>3</sup> à l'heure. Les trois courbes représentées correspondent chacune à un taux de renou-

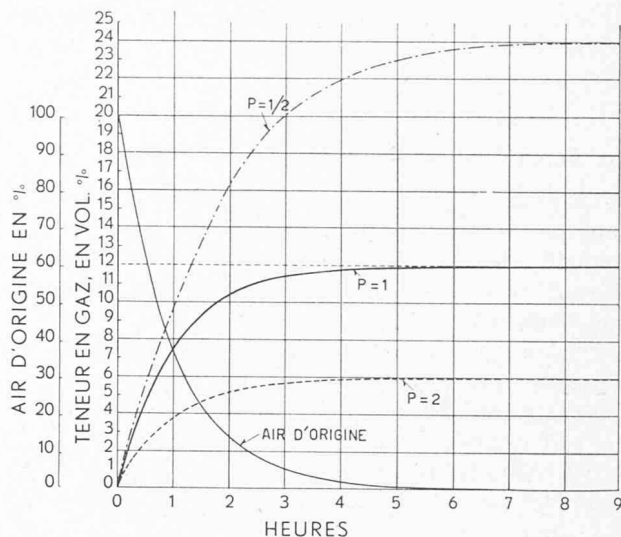


Fig. 4. — Concentration en gaz dans un local de 50 m<sup>3</sup>, ayant une fuite de 6 m<sup>3</sup>/h., en fonction de la vitesse d'aération.

vement d'air différent :  $\frac{1}{2}$ , 1 et 2 fois à l'heure.

On voit que la concentration, après avoir crû assez fortement au début, tend vers une limite qui est égale au débit de gaz divisé par le changement d'air.

La même figure 4 nous montre, en outre, toujours dans les mêmes conditions (volume de 50 m<sup>3</sup>, apport de gaz de 6 m<sup>3</sup>/h et un renouvellement horaire), quel est le pourcentage d'air d'origine qui reste dans une pièce après 1, 2, 3 heures, etc.

Cette courbe a été établie à la suite des calculs de l'Anglais Marley qui a démontré que lorsque l'air d'un local a été changé un nombre  $p$  de fois, il reste dans ce local  $e^{-p}$  du volume de l'air initial.

Dans cette formule,  $e$  est la base des logarithmes naturels et  $p$  le renouvellement horaire d'air.

### Diverses méthodes pour réduire ou supprimer la toxicité du gaz

L'expérience, et particulièrement celle des années de la dernière guerre, a montré, avec beaucoup de netteté, que les accidents dus au gaz étaient proportionnels à sa teneur en CO. Les décès accidentels devenaient quasi inexistantes lorsque le gaz contenait encore 5 à 6 % de CO.

Mais, pour que le gaz cesse d'être un moyen de suicide commode et à la portée de chacun, il faudrait que sa toxicité soit si faible qu'elle en rende la réalisation très difficile. Ce but pourrait être atteint si la teneur en CO était abaissée à 1 %.

On ne doit toutefois pas perdre de vue que même si le gaz est détoxifié, il reste dangereux à cause de son pouvoir explosif. La majorité des explosions se produisent à la suite de suicides ; en décourageant le suicide au gaz, on diminuera du même coup le nombre des explosions.

Les progrès de la technique chimique d'une part, les transformations récentes considérables des sources d'énergie d'autre part, permettent à l'industrie gazière

de choisir parmi diverses voies permettant d'atteindre le but poursuivi, soit livrer du gaz de ville peu ou pas toxique.

### La détoxification du gaz

La première de ces méthodes consiste à continuer à fabriquer le gaz classique à partir de la houille, et à le détoxifier en lui enlevant le CO indésirable. Cette détoxification peut être considérée comme une épuration supplémentaire du gaz.

Quelques usines suisses étudièrent la possibilité de détoxifier leur gaz : elles firent des essais à l'échelle expérimentale (50 m<sup>3</sup>/h) et publièrent les résultats de ces essais dans les années 1951 à 1954.

Ces usines étudièrent trois procédés différents de détoxification :

1. Le procédé par conversion catalytique.
2. Le procédé par lavage.
3. Le procédé par synthèse.

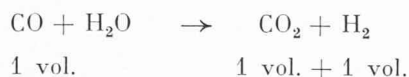
Sans entrer dans trop de détails techniques, nous allons tout de même esquisser les principales caractéristiques de ces trois procédés.

#### La conversion catalytique (fig. 5)

La conversion catalytique par la vapeur d'eau est le procédé le plus ancien et également le plus connu. Son utilisation principale est l'enlèvement du CO dans le gaz à l'eau, afin d'obtenir l'hydrogène nécessaire à la synthèse de l'ammoniaque.

Ce procédé fut utilisé en 1934 par l'usine à gaz de Hameln pour détoxifier le gaz de ville, puis abandonné par suite de la guerre. L'usine à gaz de Zurich l'expérimenta en 1948-1949. La cokerie gazière de Bâle l'applique avec succès depuis juin 1958 pour la détoxification de tout le gaz qu'elle fabrique.

La réaction est la suivante : Le gaz additionné de vapeur est chauffé à 400° C et passe sur un catalyseur approprié. Son oxyde de carbone est alors oxydé en acide carbonique, selon la formule :



Comme on le voit, le volume du gaz s'augmente d'un volume égal à celui de l'oxyde de carbone présent avant la réaction puisque 1 volume de CO donne naissance à 1 volume de CO<sub>2</sub> et à 1 volume d'hydrogène.

Le pouvoir calorifique du CO<sub>2</sub> est nul, celui de l'hydrogène est sensiblement égal à celui de l'oxyde de carbone. Le gaz détoxifié contiendra donc sensiblement le même nombre de calories, mais dans un volume plus grand. Son pouvoir calorifique par m<sup>3</sup> sera donc plus faible, ce qui pourra être corrigé en diminuant, de la quantité nécessaire, le gaz d'appoint à bas pouvoir calorifique.

Le gaz obtenu à Bâle par conversion ne contient plus que 1 % de CO. Sa composition chimique s'est modifiée et sa toxicité a été supprimée.

Néanmoins, il a gardé, presque inchangées, ses qualités physiques : pouvoir calorifique, densité, vitesse d'inflammation, à tel point que la population, qui n'avait pas été avisée de la date du changement, ne s'aperçut de rien.

Ce procédé est simple et présente l'avantage appréciable d'être appliqué depuis plusieurs années.

#### Le procédé par lavage (fig. 6)

Ce procédé diffère entièrement du précédent ; en effet, alors que par la conversion catalytique on transformait

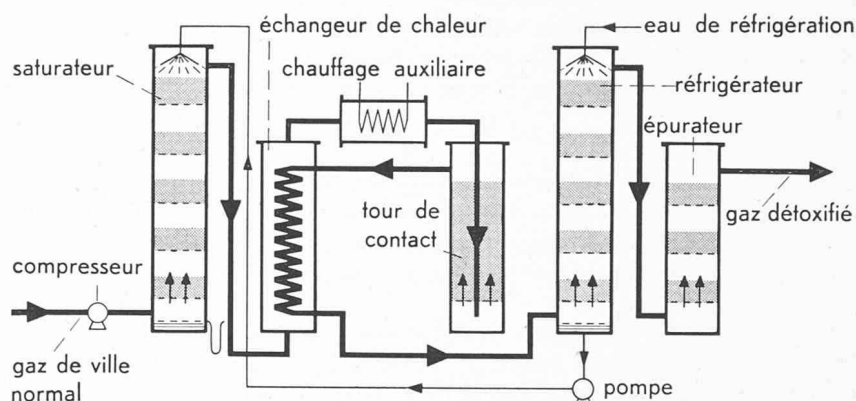


Fig. 5. — Schéma d'une installation de détoxification par le procédé de la conversion catalytique.

le CO en CO<sub>2</sub>, dans le procédé par lavage, par contre, on extrait le CO du gaz. Le gaz à détoxifier passe à travers un laveur dans lequel est injectée une solution de chlorure cuivreux sous forme de pluie. Le chlorure cuivreux a la propriété de retenir l'oxyde de carbone selon la réaction :



On obtient un sel complexe peu stable, qu'il est relativement aisé de décomposer, la réaction étant réversible. C'est pourquoi la solution contenant le complexe, après sa sortie du laveur, passe dans un autre récipient où elle est soumise à une certaine dépression. Le CO se libère sous forme gazeuse, tandis que la solution régénérée est de nouveau prête à l'emploi.

Ce procédé serait très avantageux s'il était possible de vendre le CO à une entreprise industrielle, mais il est probable que son écoulement sera très difficile et que l'usine à gaz devra l'utiliser elle-même comme combustible pour le chauffage de ses fours.

Par ce procédé, on a enlevé au gaz son oxyde de carbone, ce qui représente une diminution de volume et de calories. Mais, le pouvoir calorifique du CO étant moins élevé que celui du gaz de ville, le gaz détoxifié aura un pouvoir calorifique supérieur à celui du gaz à détoxifier. L'ajustement du pouvoir calorifique se fera par une augmentation du gaz d'appoint.

C'est l'usine à gaz de Winterthour et particulièrement



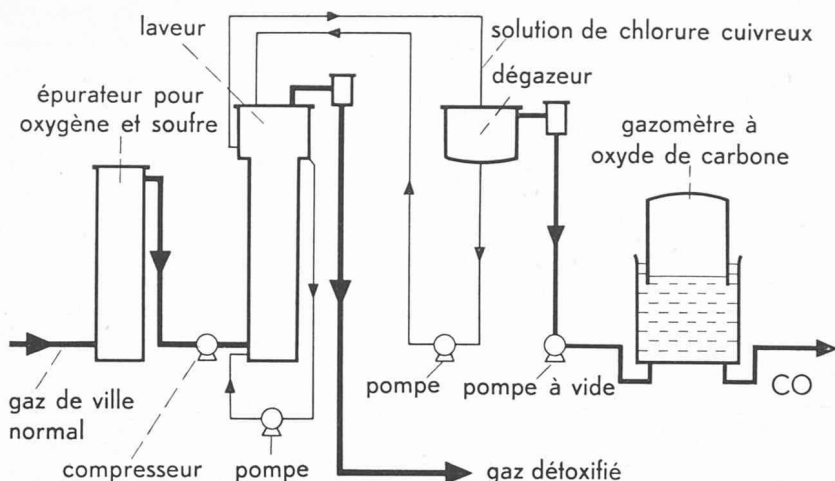


Fig. 6. — Schéma d'une installation de détoxification par le procédé par lavage.

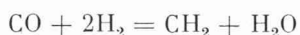
son directeur, le professeur Deringer, qui a étudié et mis au point ce procédé en 1945. A notre connaissance, aucune usine à gaz ne l'a encore réalisé à l'échelle d'exploitation.

#### Le procédé par synthèse (fig. 7)

C'est le dernier-né des procédés de détoxification. Il repose sur un brevet de la Lurgi, qui utilise la synthèse de Fischer-Tropsch.

Le CO du gaz réagit avec une partie de l'hydrogène de façon à réaliser la synthèse de divers hydrocarbures ayant une valeur marchande.

La réaction a lieu sur le modèle de la formule :



Suivant les conditions, le  $\text{CH}_4$  se transformera en benzine, mazout ou paraffine.

Par ce procédé, qui n'a pas non plus été réalisé à grande échelle avec du gaz de ville, on enlève donc au gaz son oxyde de carbone et un volume double d'hydrogène; on lui enlève donc du volume et des calories, qu'il faudra compenser en carbonisant plus de houille et en ajoutant plus de gaz d'appoint.

Ce procédé peut être intéressant si l'on trouve preneur pour les produits de synthèse. Mais ces produits, si recherchés en temps de guerre, se heurtent, en temps de paix, à une concurrence très grande. Leur vente à un prix rémunérateur devient de ce fait très difficile.

Voilà donc, brièvement esquissés, les trois procédés de détoxification qui pourraient être réalisés. Aucun n'est parfait, et il n'est pas possible de dire a priori lequel convient le mieux. En effet, d'une usine à l'autre, les conditions d'exploitation sont différentes. La composition du gaz,

la nature des houilles carbonisées, les possibilités des usines en ce qui concerne les fours ou les installations d'épuration, les marchés de coke, les variations d'émission, tous ces facteurs doivent entrer dans le calcul. C'est ce qui explique que la solution choisie par l'une ne sera pas nécessairement celle qui conviendra à l'autre.

D'autre part, il est bon de préciser une fois de plus qu'aucun de ces procédés n'est une panacée rendant le gaz entièrement inoffensif. En effet, ils permettent de diminuer dans une forte mesure les dangers d'intoxication, mais le gaz, soi-disant détoxifié, contenant encore 1 %

de CO, reste en lui-même toxique. D'autre part, ces traitements n'ont en rien diminué son pouvoir explosif.

#### Situation actuelle en Suisse

Winterthur, après avoir fait une série d'essais préliminaires, s'est prononcée pour le procédé par lavage. Le premier projet soumis à l'approbation du peuple prévoyait un accroissement du prix du gaz de 5 ct/m<sup>3</sup>. Il fut repoussé.

Un deuxième projet, légèrement modifié, a été accepté, au début de 1955, à condition que le prix du gaz ne subisse pas une hausse supérieure à 2,5 ct/m<sup>3</sup>. L'usine à gaz de Winterthur est donc la première en Suisse à avoir pris une attitude positive en faveur de la détoxification.

Actuellement, on construit à Winterthur une installation de détoxification du gaz par lavage du CO, et il est probable qu'elle pourra entrer en service prochainement.

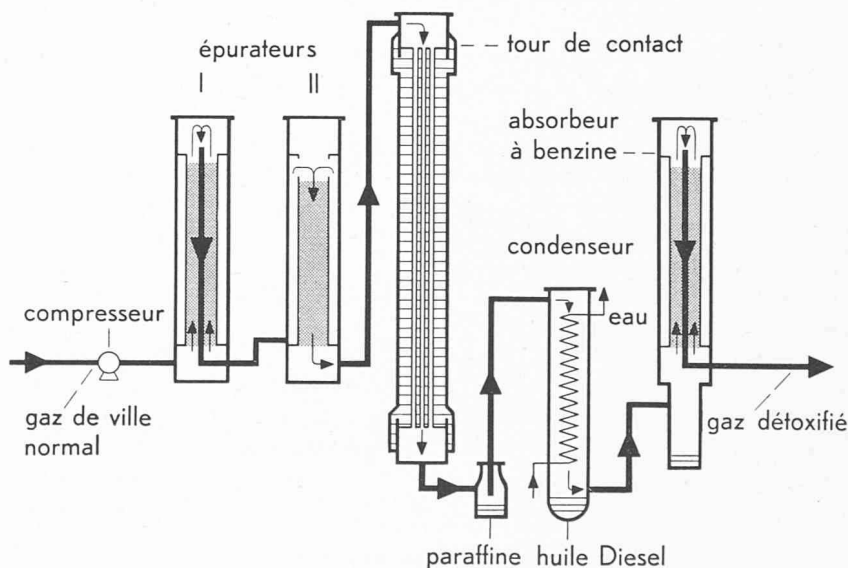


Fig. 7. — Schéma d'une installation de détoxification par le procédé Lurgi, par synthèse.

Bâle a étudié le procédé de synthèse de la Lurgi. Elle a ensuite fait des calculs pour rechercher quel procédé conviendrait le mieux pour elle. Elle a envisagé un système mixte : conversion et synthèse.

Finalement, à la demande du Grand Conseil, elle a mis au point un projet de détoxification selon le système de la conversion catalytique. Selon ce projet, l'usine à gaz demandait un crédit de 5,1 millions de francs, le prix du gaz devant être augmenté de 2 ct/m<sup>3</sup> et la location des compteurs à gaz portée de 40 ct à 60 ct. par mois.

Le projet fut soumis à l'approbation du Grand Conseil le 2 avril 1954, le rapport de la commission étant accepté en mars 1955.

La station de détoxification (voir fig. 8) fut construite en 1957-1958, et inaugurée en juin 1958. Depuis lors,

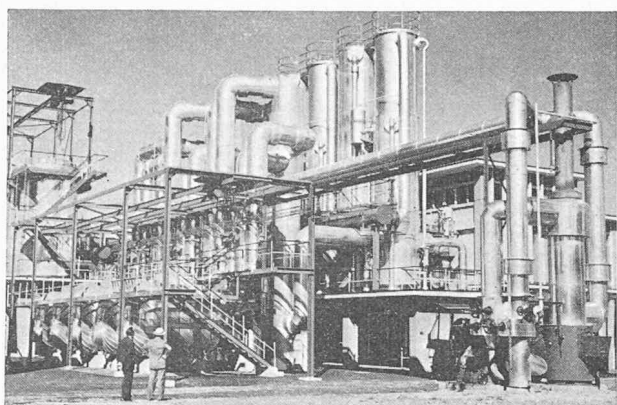


Fig. 8. — Vue générale des installations de détoxification de l'usine à gaz de Bâle.

A gauche : groupe des échangeurs de chaleur, des saturateurs, des réfrigérateurs et des réacteurs.

A droite : salle des appareils.

elle fonctionne à pleine satisfaction. Le gaz livré contient entre 1 et 2 % de CO. Il n'y a plus d'intoxications dues au gaz de ville. En outre, grâce à l'épuration supplémentaire que subit le gaz, le nombre des réclamations concernant les appareils d'utilisation a accusé une diminution sensible (50 %).

Zurich a étudié, avec le concours de l'Ammonia Casale, la détoxification du gaz par le procédé de la conversion catalytique.

Mais à la suite de ces essais et à la suite d'études et de calculs statistiques, l'avis prévaut qu'il n'est pas nécessaire de détoxifier le gaz jusqu'à 1 % de CO, mais qu'avec une teneur de 5 à 6 % de CO, le suicide est rendu plus difficile et le risque d'accidents atteint un minimum qui ne serait pas diminué par une baisse plus forte de la teneur en CO.

Ce résultat pourrait être atteint par détoxification du gaz d'appoint seulement ou par élévation du pouvoir calorifique à 5000 kcal/m<sup>3</sup>. Cette manière de faire serait beaucoup moins coûteuse que la détoxification totale du gaz.

#### **Autres possibilités de livrer du gaz non toxique**

Il y a quelques années seulement, il semblait que la détoxification était le seul moyen pour préparer du gaz

non toxique. L'évolution actuelle très rapide dans tous les domaines de la fourniture de l'énergie nous apporte des solutions nouvelles qui méritent d'être étudiées avec la plus grande attention.

Jusqu'à ces dernières années, les combustibles solides, c'est-à-dire la houille et son sous-produit, le coke, constituaient la grosse part de nos producteurs d'énergie. Ils sont encore à la base de l'industrie gazière en Suisse. Or, ces combustibles solides ont un grave défaut aux yeux de la génération moderne : ils se prêtent mal à l'automatisation. On leur préfère de plus en plus les combustibles liquides ou gazeux qui sont d'un maniement plus commode et dont les services peuvent facilement être réglés par des dispositifs automatiques. C'est la raison pour laquelle de plus en plus le coke est supplanté par le mazout dans les installations de chauffage.

Simultanément, on offre aux industries du gaz, pour remplacer la houille, toute une série de produits gazeux ou liquides. Ces produits sont, en passant des plus volatils jusqu'aux plus lourds : le méthane (gaz naturel), le propane et le butane (gaz liquéfiables), la benzine légère et les huiles (de légères à lourdes).

Pour chacun de ces produits, il existe des procédés permettant de livrer du gaz de ville. Ces procédés ont une caractéristique très importante qui leur est commune à tous. Ils impliquent en effet la disparition des fours traditionnels et des gazogènes assurant leur chauffage, ainsi que la suppression de toutes les installations servant à la manutention de la houille et du coke. Par l'utilisation des hydrocarbures les plus volatils (gaz naturel, gaz liquéfiables, ou même benzine légère), il serait même possible de supprimer tout ou partie de l'épuration du gaz (goudron, ammoniac, soufre), et le gaz pourrait être non toxique, ou très peu toxique, sans nécessiter pour autant l'adjonction d'une installation coûteuse de détoxification. Il s'agit là d'une solution nouvelle du problème qui est posé actuellement, d'une part par la toxicité du gaz, et d'autre part par les difficultés d'écoulement du coke.

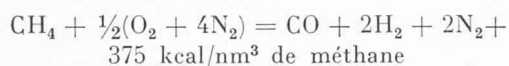
Le méthane et le propane, qui sont des gaz, aux conditions normales de température et de pression, pourraient être distribués à l'état pur, ou mélangés à un certain pourcentage d'air primaire, sous forme de méthane ou de propane aéré. Sous ces formes, ils ne sont pas dangereux du point de vue de la toxicité, car ils ne contiennent pas de CO.

Malheureusement leurs propriétés (pouvoir calorifique, densité, vitesse de combustion) sont très différentes de celles de l'actuel gaz de ville, et il serait nécessaire de transformer tous les appareils d'utilisation, ce qui représente une opération compliquée et coûteuse.

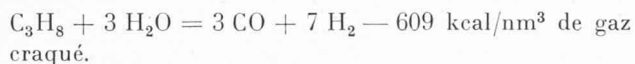
Si cette transformation d'appareils se révélait être trop difficile, il existe un autre moyen : c'est le craquage. Le craquage peut être pratiqué avec tous les hydrocarbures (méthane, propane, butane, essences légères et huiles) et il permet d'obtenir des gaz qui, grâce à leurs caractéristiques, peuvent être directement substituables au gaz de ville.

Dans la pratique, on connaît deux sortes de craquages catalytiques :

a) *Le craquage à l'air* : L'hydrocarbure est mélangé à une certaine quantité d'air et passe sur un catalyseur à la température de 600 à 800° C. La scission de la molécule a lieu selon la réaction :

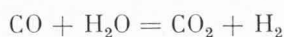


b) *Le craquage à la vapeur d'eau* se fait dans des conditions semblables, selon la réaction :



On constate que le craquage à l'air est exothermique alors qu'au contraire la réaction avec la vapeur est endothermique. C'est pourquoi, dans la pratique, on utilisera simultanément les deux réactions, de façon à maintenir un équilibre thermique.

Nous voyons en outre que le gaz obtenu contient une forte proportion de CO. Ce CO pourra être partiellement converti avec de la vapeur d'eau en présence d'un catalyseur, dans une tour placée directement derrière la tour de craquage. La réaction est la suivante :



Le gaz final a un pouvoir calorifique relativement faible, mais il peut être amené à la valeur désirée par adjonction d'hydrocarbure non craqué.

On peut ainsi obtenir du gaz de ville à 4200 kcal/nm<sup>3</sup>, contenant 5 à 6 % de CO seulement.

Mais cette conversion finale immédiate n'est possible que si la matière première utilisée est exempte de soufre, ce qui est le cas du méthane, du propane, du butane et même de certaines essences légères. Si, par contre, la matière première est riche en soufre (huiles légères ou lourdes), il sera nécessaire de refroidir le gaz au sortir du craquage, de l'épurer de son soufre et de le réchauffer à nouveau pour la conversion.

Mais avec tous ces hydrocarbures, il est aussi possible, en modifiant les conditions, d'obtenir un gaz plus riche (environ 9000 cal/nm<sup>3</sup>), qui aurait l'avantage de ne contenir que très peu de CO (1 %), mais qui nécessiterait par contre la transformation des appareils d'utilisation.

Le problème qui se pose aux gaziers est donc complexe et ne peut être résolu sans des études approfondies. Il faut, en effet, choisir la matière première la plus avantageuse, en tenant compte du prix, du rendement, de la complexité des installations, de la possibilité de stockage, d'une éventuelle transformation des appareils d'utilisation. C'est sur cette étude que se penchent les milieux gaziers suisses, et principalement la Société des gaziers de la Suisse romande.

## LE GAZ NATUREL EN EUROPE ET AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

par Georges GEIGER, Service de documentation de l'industrie gazière suisse, Lausanne

Le gaz naturel est une énergie relativement nouvelle, dont l'exploitation ne remonte qu'à dix ou vingt ans en Europe, selon les pays, et à une quarantaine d'années aux États-Unis d'Amérique. L'intérêt qu'on lui porte partout ne cesse de grandir, car ses qualités techniques, sa souplesse d'emploi ainsi que son pouvoir calorifique élevé, qui permet le transport d'importantes quantités de calories sous un volume relativement faible, en font une énergie de choix.

La part prise par le gaz naturel à la couverture des besoins énergétiques dans les différents pays qui disposent de gisements s'accroît d'année en année. Par rapport aux besoins globaux d'énergie, les quantités de gaz naturel utilisées ne représentent certes pas encore — sauf dans quelques pays comme l'Italie, la France et la Roumanie par exemple — des chiffres extrêmement élevés. Le rôle de cette énergie est cependant beaucoup plus important qu'il n'apparaît de prime abord, d'une part en raison de ses rendements d'utilisation élevés et d'autre part du fait qu'elle peut favoriser le développement économique de régions entières, comme l'Italie du Nord par exemple, ou l'implantation d'industries nouvelles, comme dans le sud-ouest de la France.

Nous allons tout d'abord, dans les lignes qui suivent, donner un bref aperçu sur la situation du gaz naturel aux États-Unis d'Amérique, en Russie et dans quelques pays d'Europe occidentale.

### U.S.A.

L'émission annuelle de gaz naturel atteint actuellement environ 300 milliards de m<sup>3</sup>. Compte tenu du pouvoir calorifique, elle correspond à 1800 fois celle des usines à gaz de Suisse. Le 97,5 % du gaz distribué est du gaz naturel. Les réserves prouvées et reconnues se montent à 7000 milliards de m<sup>3</sup>. Certains experts les évaluent même à 14 500 milliards de m<sup>3</sup>. Au rythme actuel de la consommation, ces réserves suffiront pour une période de 20 à 40 ans. Le réseau de transport atteignait 257 000 kilomètres en 1958. Les prévisions sont, pour 1965, de 350 000 kilomètres.

Un tel développement a nécessité des investissements énormes. Pour la période s'étendant de 1956 à 1965, ils sont supputés à 19 milliards de dollars.

En 1957, la consommation de gaz naturel se répartissait de la manière suivante : ménages 34 %, artisanat 9 %, industrie 52 %, divers 5 %. Cette même année, le gaz naturel couvrait 24 % des besoins totaux d'énergie, contre 42 % pour l'huile, 26 % pour le charbon et 8 % pour l'électricité.

### U.R.S.S.

L'accroissement relatif de la production d'énergie y est plus rapide qu'aux U.S.A., la Russie se trouvant à un stade relativement moins avancé de son développement industriel.