

Oxydation des hydrocarbures : dégradation-combustion-sécurité *

par Guy AVOND,

Lycée Raoul-Dautry, Limoges.

1. CONFORMATION ET ENCOMBREMENT SPATIAL DES HYDROCARBURES.

1.1. Les chaînes linéaires.

— Le cas simple des hydrocarbures légers (éthane, propane, butane) nous permet d'aborder aisément la notion de conformation. Une même molécule peut présenter, à des instants différents, des conformations différentes, et ceci à cause de la libre rotation autour des liaisons de covalence simples. A chaque conformation, correspond un état possible de la molécule considérée.

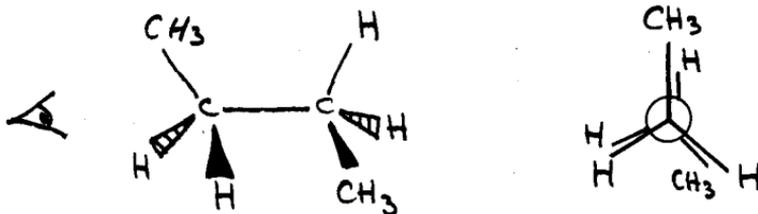


Fig. 1. — Un conformère du butane : convention générale et sa représentation en newman.

Selon la répartition relative de chacun des atomes de la molécule, les conformères sont plus ou moins stables. Les formes les plus stables sont les formes décalées. L'agitation thermique à la température ordinaire, est suffisante pour vaincre les barrières de potentiel faibles qui existent entre les différents conformères ; ceux-ci passent facilement d'une forme dans une autre.

— Dans le cas de chaînes carbonées plus longues (saturées ou non, et correspondant aux coupes pétrolières usuelles — essence,

(*) *N.D.L.R.* : Cet article reprend le texte d'un exposé fait à un groupe de professeurs de Collège et de L.E.P. à Limoges, dans le cadre du plan académique de formation (plan Collège 2) .

kérosène, fuel léger) — la forme allongée n'est qu'une des possibilités de conformères :

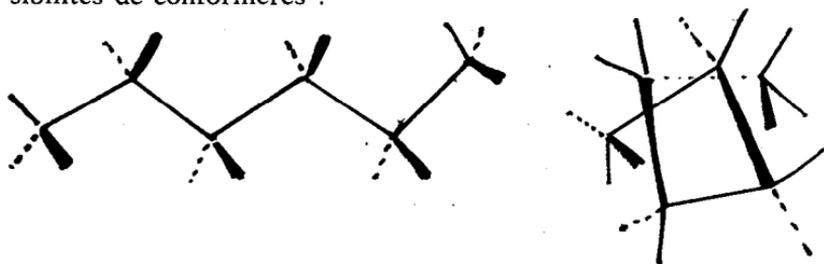


Fig. 2. — Deux conformères de l'hexane.

Ainsi de telles molécules « linéaires », en C_6 à C_{12} dans les coupes qui nous intéressent, peuvent présenter dans l'espace des encombrements très différents, pour des instants différents.

1.2. Chaînes cycliques ou ramifiées.

— Si la notion de conformères existe encore pour les chaînes ramifiées, l'environnement global des formes extrêmes est assez voisin, somme toute.

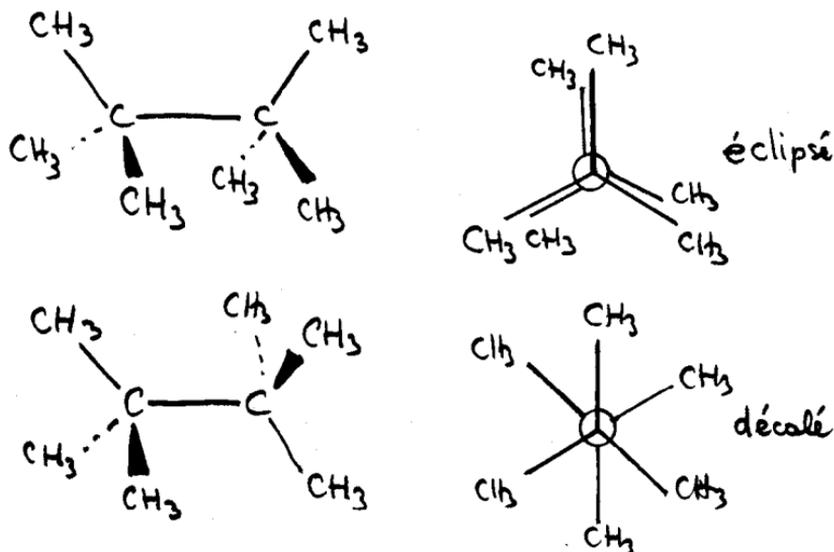


Fig. 3. — Environnements limites du tétraméthyl 2,2,3,3 butane.

— Dans le cas des chaînes cycliques, le blocage de l'environnement est encore plus net, car la cyclisation conduit à un blocage plus ou moins total de la libre rotation autour de la liaison simple C—C.

Le cyclopentane est particulièrement bloqué ; le cyclohexane présente peu de conformères (conformère chaise et conformère bateau essentiellement).

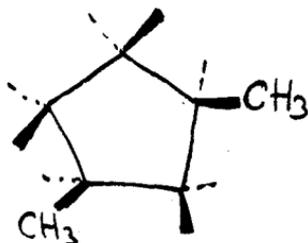


Fig. 4. — Le diméthyl 1,3 cyclo pentane est bloqué au niveau conformation.

1.3. Liaisons intermoléculaires et conformation des hydrocarbures.

— Van der WAALS a montré que, même à l'état gazeux, les molécules ne sont pas parfaitement indépendantes. Le produit P.V. (pression multiplié par le volume) s'écarte d'une constante, à température constante, quand la pression s'accroît. Ceci vient du fait que les molécules interrégissent. Il se crée entre 2 molécules voisines des liaisons intermoléculaires faibles, appelées liaisons de Van der WAALS.

— Ce sont ces liaisons intermoléculaires faibles qui interviennent dans les températures de changement d'état : si la température est suffisamment élevée, l'agitation thermique est telle que ces liaisons faibles sont brisées : il y a par exemple volatilisation d'un liquide quand il se casse, plus de liaisons Van der WAALS qu'il ne s'en crée.

— Les molécules interrégissent par liaisons Van der WAALS par l'intermédiaire des atomes présents à la périphérie de leur environnement global.



hexane normal
« étiré ».



hexane normal
« recroquevillé ».

Fig. 5

Quand une molécule présente un environnement global peu changeant (soit par cyclisation, soit par ramification), les phénomènes d'interactions intermoléculaires sont assez reproductibles.

Ceci est beaucoup moins vrai pour les molécules « linéaires », en particulier pour les alcanes normaux (sans ramification, ex. : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$, le *n.* octane).

Pour ce qui est des températures d'ébullition à la pression normale, les hydrocarbures saturés linéaires sont moins volatils, à nombre de carbone égal, que leurs homologues ramifiés ;

8	<i>n.</i> octane	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	$\vartheta_{eb} = 126^\circ \text{C}$
C	triméthyl 2 2 4-pentane	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	$\vartheta_{eb} = 99^\circ \text{C}$
5	<i>n.</i> pentane	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$	$\vartheta_{eb} = 36^\circ \text{C}$
C	diméthyl 2 2-propane	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\vartheta_{eb} = 9^\circ \text{C}$

Température d'ébullition à $P = 1$ atm. et ramification.

ceci s'explique aisément par une conformation moyenne plus « sphérique » des hydrocarbures ramifiés (un tas de ballons est moins stable qu'un tas de briques bien empilées).

2. LES DIFFERENTS MODES D'OXYDATION DES HYDROCARBURES.

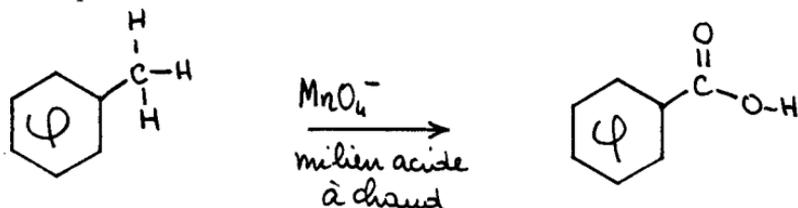
Un classement des modes d'oxydation des hydrocarbures peut être réalisé en examinant le devenir de la chaîne carbonée. Quand le nombre d'atomes de carbone de la chaîne n'est pas affecté, on parle volontiers d'oxydation ménagée. Si la chaîne est coupée en quelques fragments, nous emploierons le mot de dégradation. Le mot destruction correspond à une oxydation plus poussée, où toutes les liaisons carbone-carbone de la chaîne sont détruites.

2.1. Oxydation ménagée.

L'oxydation ménagée d'un hydrocarbure demande des conditions particulières, tant de la part du milieu oxydant, que de l'hydrocarbure lui-même.

Par exemple, les atomes d'hydrogène en α d'un cycle aromatique sont oxydables de façon ménagée (H devient OH).

Le toluène, $C_6H_5-CH_3$ possède 3 H en α du cycle. Il donne un dérivé d'oxydation ménagée à 7 atomes de carbone : l'acide benzoïque :



Quand on introduit du toluène dans un mélange :
 $5 \text{ cm}^3 [MnO_4^-] = 0,02 \text{ mol/l} + 1 \text{ cm}^3$ d'acide sulfurique concentré,
 il y a décoloration si on opère à chaud. Le toluène est oxydé en acide benzoïque (fig. 6).

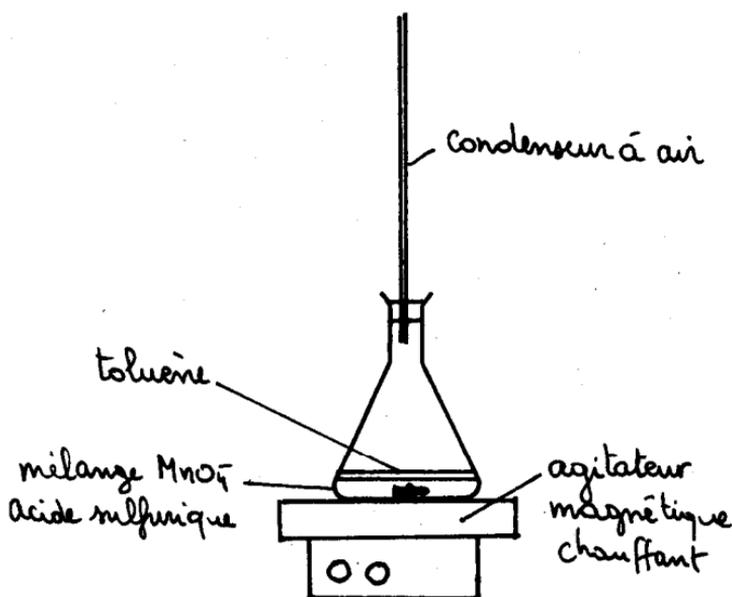
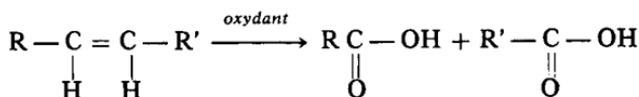


Fig. 6

2.2. Oxydation dégradante.

L'oxydation dégradante intervient souvent quand la chaîne carbonée présente des points de faiblesse, par exemple à l'emplacement des double-liaisons.



Si on introduit par exemple du cyclohexène, hydrocarbure liquide dans les conditions ordinaires (mais d'odeur désagréable et à manipuler sous une hotte aspirante en position aération basse) dans le même mélange oxydant (MnO_4^- , H_2SO_4) que précédemment, on constate une décoloration rapide dès la température ambiante (fig. 7).

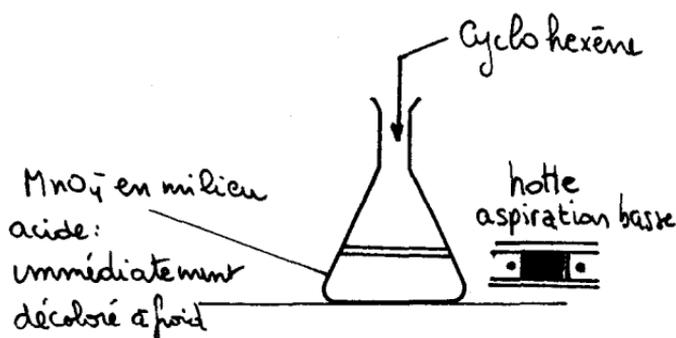
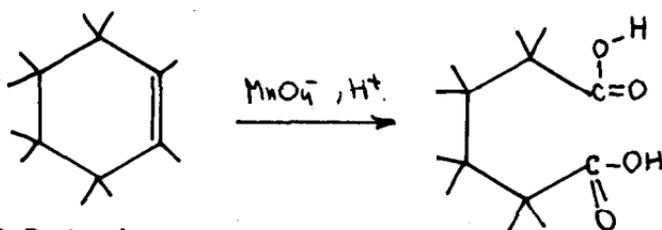


Fig. 7

Celle-ci traduit la consommation du permanganate pour la rupture de la chaîne selon :

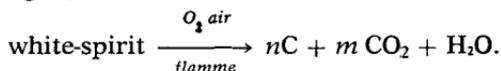


2.3. Destruction.

Les hydrocarbures sont facilement détruits par le dioxygène de l'air en présence de flamme car les produits de la réaction sont très stables, surtout le dioxyde de carbone et l'eau.

Imbibons un peu de laine de verre par du white-spirit (fraction en C 8 à C 12).

Placé sur une soucoupe, nous l'enflammons avec précaution. Il y a combustion avec une flamme éclairante, celle-ci traduit l'émission de carbone pulvérulent, qu'il est possible de mettre en évidence (une assiette en porcelaine blanche est facilement noircie par ces fumées). Il y a aussi l'émission de dioxyde de carbone (fig. 8).



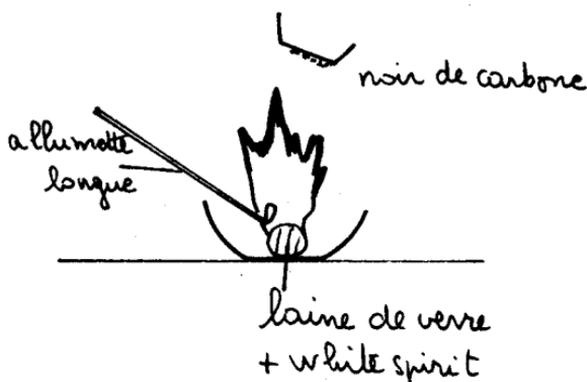


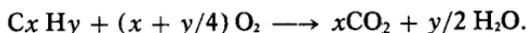
Fig. 8

3. LA COMBUSTION : EXPERIENCES ET CONDITIONS EXPERIMENTALES.

3.1. La combustion des hydrocarbures nécessite du dioxygène en quantité suffisante.

* QUELQUES EXPERIENCES.

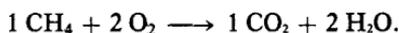
— La combustion complète des hydrocarbures correspond à la réaction :



Celle-ci est facile à réaliser si l'hydrocarbure est de faible rang. Le méthane, le propane, le butane donnent facilement des combustions complètes.

Il suffit d'utiliser un système où l'apport de dioxygène est réglable, par exemple un bec Bunsen.

Quand la virole est ouverte, l'air entraîné par un système éjecteur à l'aide du courant de gaz, est en quantité suffisante : la flamme est bleutée, presque incolore. Il se forme du dioxyde de carbone selon :



C'est là que la combustion est la plus énergétique (attention, c'est dans cette position que la combustion est la plus dangereuse en T.P., les élèves « ne voient pas la flamme »).

— On cherche à réaliser la réaction de combustion la plus complète possible si on utilise celle-ci à des fins énergétiques. La réaction de combustion du fioul domestique dans l'air n'est pas complète dans les conditions usuelles :

Si on fait brûler du fioul domestique imbibé sur de la laine de verre, la réaction est fortement incomplète, il se dégage beaucoup de noir de carbone (fig. 9).



Fig. 9. — Laine de verre, imbibée de fioul.

Tout le travail d'un bon régleur de chaudière consiste à faire baisser la proportion de noir de carbone produit, sans pour cela faire par trop baisser la température des gaz de combustion (l'utilisation d'un excès air, si elle favorise la combustion complète, conduit à des pertes thermiques importantes, l'air en excès, pris à 20 °C en cave, est expulsé beaucoup plus chaud à la sortie de cheminée). Pour le fioul domestique, la combustion complète demande de l'air pulsé fortement ainsi que l'apport de fines gouttelettes de carburant par le gicleur.

— Parfois, il est plutôt intéressant de réaliser une combustion incomplète, si on souhaite obtenir du carbone pulvérulent (utilisé pour de nombreuses adsorptions chimiques), ou tout simplement si on souhaite une flamme éclairante.

On peut très facilement simuler une bonne « lampe à pétrole » en réalisant l'expérience suivante :

On imbibe un morceau de coton hydrophile par du pétrole désaromatisé (Kerdane^R par exemple). On réalise l'allumage au moyen d'une longue allumette (fig. 10).



La flamme est très éclairante. Il est très difficile de « souffler » la flamme. Pour que la combustion cesse, il faut cesser l'apport en dioxygène, par exemple en couvrant par une autre soucoupe.

Après réaction, on constate que le coton est intact alors que le coton sec brûle facilement dans l'air. C'est là une traduction simple du rôle de la mèche dans la lampe à pétrole.

* UN PETIT EXERCICE.

Le chauffage domestique d'une maison de 120 m² habitables demande environ la consommation de 10 litres de fioul par jour, pendant les mois d'hiver. Quel volume d'air est nécessaire à cette combustion, dans des conditions où le volume molaire gazeux est 25 l ?

(On donne : densité du fioul = 0,7 et on assimile le fioul à de l'octane, et on considère % O₂ air = 20 %).



Pour 1 mole de C₈H₁₈ (M = 114 g/mol), on met en jeu 12,5 V_{molaire} de dioxygène et donc 5 × 12,5 = 62,5 V_{molaire} d'air :

$$V_{\text{air}} = \frac{10 \times 0,7 \times 1000}{114} \times 62,5 \times 25 = 96 \cdot 10^3 \text{ l}$$

soit 96 m³.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les services de conformité demandent des grilles d'aération d'au moins 200 cm² ! Si la chaufferie est en communication directe avec un garage, un jour de 1 cm sur 2 mètres, au niveau de la porte de garage, peut remplir ce rôle.

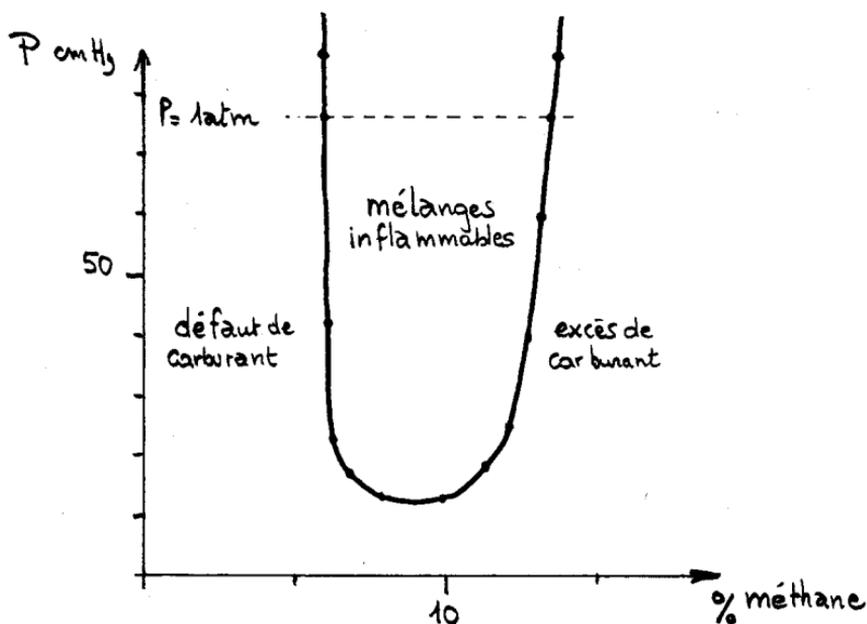
* LIMITES D'INFLAMMABILITÉ.

La réaction de combustion demande une proportion minimale de carburant bien évidemment. De même, il existe une proportion maximale de carburant, car alors c'est le dioxygène de l'air qui est en quantité insuffisante.

La réaction de combustion, à composition égale en mélange initial, dépend aussi de la pression. Si la pression est trop basse, il y aura défaut de « concentration », et en carburant, et en dioxygène.

Par exemple le mélange air-méthane ne peut brûler si la pression est inférieure à 0,15 atm. (pour une température initiale est de l'ordre de 20 °C).

A la pression atmosphérique, la limite maximale est 14 % de méthane dans l'air, la limite minimale est 6 %.



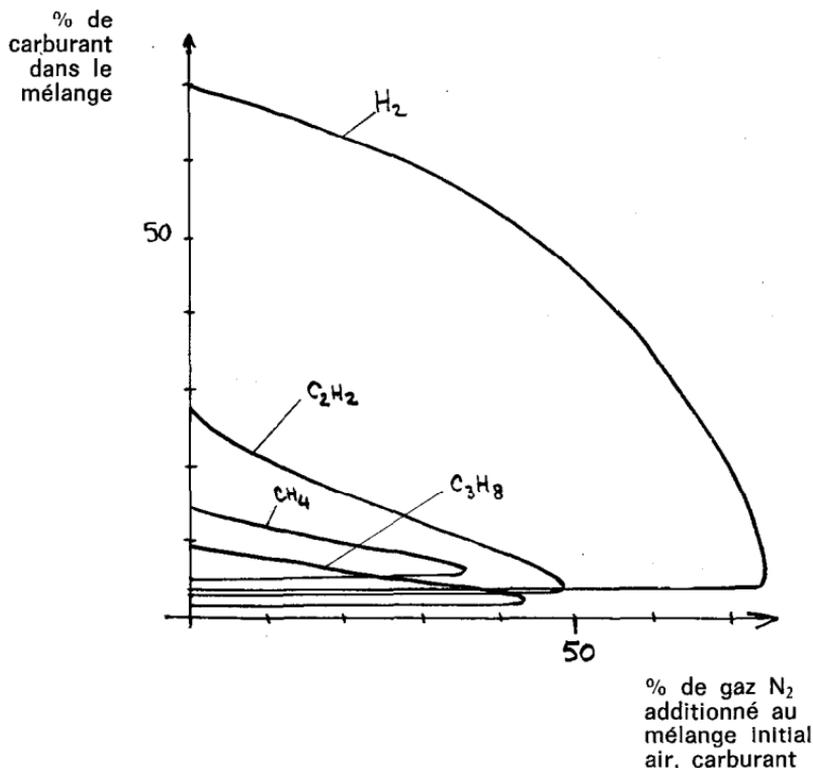
Limites d'inflammabilité du méthane dans l'air, si la température initiale des mélanges est 20 °C.

Hydrocarbure	% minima	% maxima
méthane	6	14
propane	2,2	9,5
butane	1,9	8,5
hexane	1,1	7,5
heptane (non iso)	1,1	6,7
octane (non iso)	1,1	6,7
essence IO 50	1,4	7,6
IO 100	1,4	7,6
aviation	1,2	7,1
éther de pétrole	1	6,5
gas-oil	6	13,5

Limites d'inflammabilité en % volumique, des hydrocarbures dans l'air.
($p = 1 \text{ atm.}$; température initiale : 20 °C).

Notons, ici, que le dihydrogène est un cas particulier : il est inflammable dans une large plage, de 4 à 70 %. (L'expérience de réduction de l'oxyde de cuivre par le dihydrogène est donc particulièrement dangereuse).

Au lieu de diminuer la pression, il est possible de diminuer « la concentration » en dioxygène par adjonction d'un gaz inerte (N_2 par exemple). Les limites d'inflammabilité sont modifiées, particulièrement la limite supérieure.



Les limites d'inflammabilités changent quand on additionne un gaz inerte au mélange initial.

3.2. Aspects thermodynamiques et cinétiques de la combustion des hydrocarbures.

Les conditions du démarrage et de l'entretien de la combustion d'un mélange hydrocarbure-air dépendent de nombreux facteurs extérieurs (proportion de dioxygène comme nous l'avons vu,...), mais aussi de la nature du carburant.

* POINT ÉCLAIR (FLASH POINT).

On définit le point éclair comme la température minimale pour laquelle le mélange air-carburant se met à brûler en présence de flamme ou d'étincelle, à la pression normale (flash point).

Cette température correspond en gros à la température pour laquelle la pression de vapeur saturante du carburant permet d'atteindre dans son mélange avec l'air, la limite inférieure d'inflammabilité.

Le plus souvent, la combustion persiste alors même en absence de flamme auxiliaire et se propage (fire point). Il existe quelques cas où l'inflammabilité n'a lieu que si la flamme auxiliaire est maintenue.

* TEMPÉRATURE D'AUTO-INFLAMMATION (IGNITION TEMPERATURE).

Hydrocarbure	Point éclair °C	Température d'auto-inflammation °C
méthane	gaz	537
propane	gaz	450
butane	gaz	405
hexane	- 21	233
cyclohexane	- 20	260
heptane	- 4	223
isoheptane	- 6	335
octane	13	220
isooctane	- 12	415
essence IO 50	- 42	280
essence IO 100	- 37	460
essence avion IO 115 à 145	- 45	470
essence G (éther de pétrole) ..	- 32	245
essence de térébenthine	35	250
gas-oil	≥ 55	260
fuel domestique	≥ 55	260

Caractéristiques des hydrocarbures courants
(IO pour les essences signifie indice d'octane).

On définit la température d'inflammation comme la température minimale pour laquelle le mélange air-carburant s'enflamme spontanément.

On les détermine en chauffant les parois de l'enceinte qui contient le mélange à des températures connues. Cette température dépend donc un peu de l'état des parois, et les valeurs trouvées dans les tables peuvent différer quelque peu.

* REMARQUES.

— Une méthode simple permet d'accéder à l'ordre de grandeur du point éclair.

On place environ 10 cm³ d'un hydrocarbure liquide dans les conditions ordinaires et d'assez fort point éclair (ex. : fioul domestique) dans une coupelle en porcelaine. Par l'intermédiaire d'un chauffage électrique, on chauffe cet hydrocarbure.

On présente une longue allumette enflammée au-dessus de la coupelle et on note la température pour laquelle la combustion s'entretient d'elle-même (généralement le point éclair est très proche du point de feu (fig. 11).

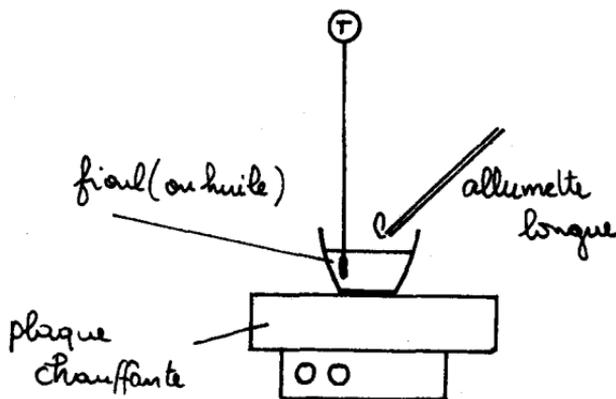


Fig. 11

On peut citer à cet égard les dangers qui existent quand on fait chauffer de l'huile de friture (olive, arachide) sur une gazinière. Cette huile peut s'enflammer à des températures facilement accessibles (220 °C pour l'huile d'olive, un peu plus pour l'huile d'arachide). C'est là l'un des cas d'incendies les plus fréquents dans les cuisines.

— Il est intéressant de constater que la température d'inflammation varie fortement avec la géométrie des hydrocarbures, à l'échelle moléculaire. Des deux hydrocarbures en C₈, l'octane

« normal » et le triméthyl 2 2 4 pentane, c'est le linéaire qui a la température d'inflammation la plus basse : 220 °C, le ramifié la plus élevée : 415 °C.

— Dans un moteur à essence, il faut que l'allumage se fasse de manière contrôlée (déclenchement sur les bougies) et non pas de manière anarchique par auto-inflammation. Les essences de bonne qualité ont des températures d'inflammation élevées (460 à 470 °C), ce qui évite ainsi le « cognement » du moteur.

— Dans un moteur Diesel, au contraire, l'explosion est consécutive à l'inflammation spontanée du mélange par compression. On a donc tout intérêt à mettre en jeu des « coupes » de faible température d'inflammation (260 °C pour le gas-oil).

* BILANS ÉNERGÉTIQUES DES COMBUSTIONS ET ALLURE DES RÉACTIONS.

— Les mélanges hydrocarbure-air sont le plus souvent métastables dans les conditions ordinaires. Ceci vient du fait que les liaisons C—C, C—H et celles O=O, sont des liaisons covalentes très solides.

La barrière énergétique est donc élevée entre les états $C_x H_y + O_2$ et $CO_2 + H_2O$, même si l'état final est nettement plus stable que l'état initial (fig. 12).

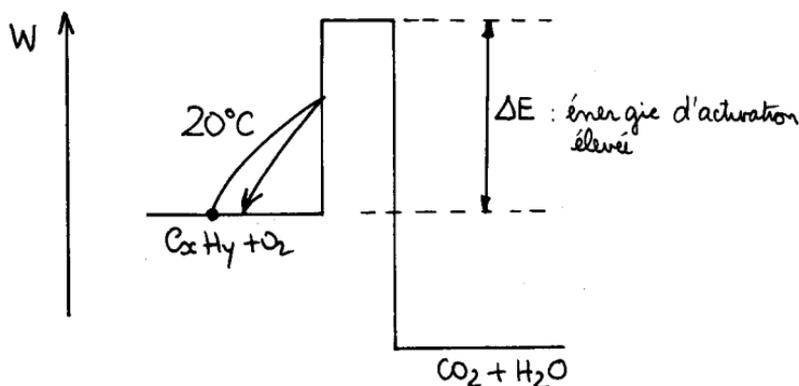


Fig. 12. — Absence de réaction air-hydrocarbure dans les conditions ordinaires.

Dans les conditions ordinaires, même les « chauffards » les plus énergétiques ne provoquent pas de collisions efficaces : un mélange air + essence reste sous forme air + essence, dans les conditions ordinaires (ce qui est heureux pour le remplissage des réservoirs !)

— Quand le mélange hydrocarbure-air est soumis à une surchauffe locale, les chocs des molécules les plus énergétiques deviennent efficaces car l'énergie développée alors est supérieure à l'énergie d'activation (fig. 13). Le plus souvent, l'énergie récu-

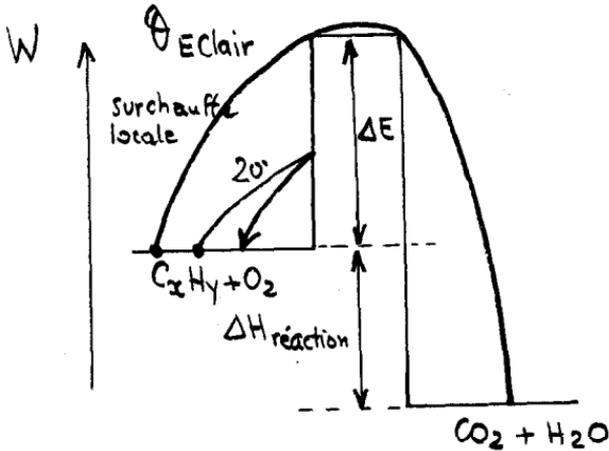


Fig. 13. — Au point éclair, les molécules présentes localement à la surchauffe apportée (flamme par exemple) conduisent à des chocs efficaces : la réaction a lieu.

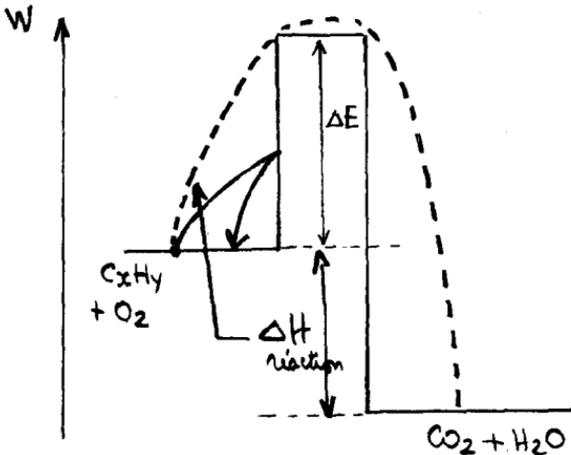


Fig. 14. — Si la chaleur dégagée dans la réaction, et qui est communiquée pour partie au mélange réactionnel, est assez grande pour échauffer suffisamment le mélange, la réaction de combustion s'entretient d'elle-même : c'est le point de feu.

pérée dans la réaction globale $\Delta H_{\text{reaction}}$ est suffisante pour que la réaction puisse continuer d'elle-même et alors on parle de point de feu (fig. 14).

— Quand le mélange hydrocarbure-air est soumis à un chauffage à l'abri de la flamme, il existe une température pour laquelle la réaction se déclenche (et peut-être même explosive) : c'est la température d'auto-inflammation (fig. 15).

L'inflammation n'a lieu cependant que pour des conditions de pression et de concentrations précises : si la pression est insuffisante, le nombre de ces chocs efficaces devient insuffisant ;

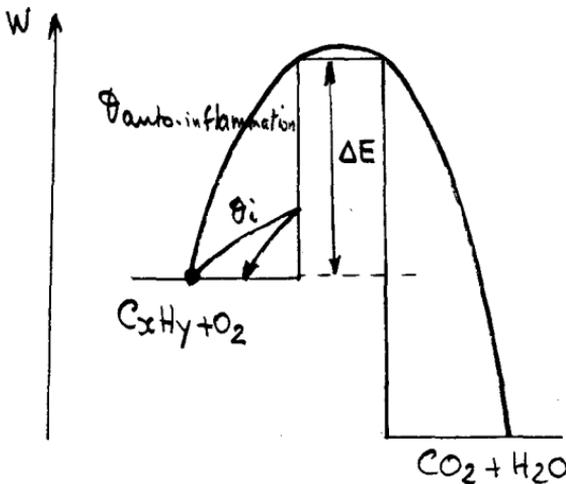


Fig. 15. — A la température d'auto-inflammation, l'agitation thermique est telle qu'un nombre suffisant de chocs sont efficaces.

si la concentration en dioxygène est trop faible (soit par excès d'hydrocarbure, soit par la présence de molécules inertes) les chocs entre $C_x H_y$ et O_2 sont par trop minoritaires ; si la concentration en hydrocarbure est trop faible, les chocs entre $C_x H_y$ et O_2 deviennent eux aussi minoritaires, mais par défaut de $C_x H_y$.

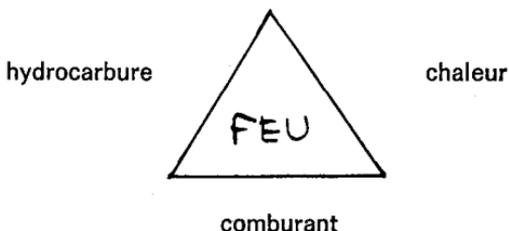
4. COMBUSTION DES HYDROCARBURES ET SECURITE.

Les hydrocarbures, mélangés à l'air sont potentiellement dangereux car ils peuvent donner naissance, sous les conditions que nous avons vues précédemment, à des explosions ou à des incendies.

4.1. Le triangle du feu et sécurité.

— Il est assez facile d'imager par un schéma simple les conditions d'un feu par combustion d'hydrocarbures.

Il suffit de dessiner un triangle. Si les trois côtés sont réunis, il y a risque de feu :



— La prévention dans les risques d'incendie, ou la lutte contre le feu, une fois que celui-ci est déclaré, passe par la suppression de l'un des côtés du triangle.

• *Prévention :*

- éviter les surchauffes locales (stockage à l'abri par exemple),
- éviter la « concentration » en vapeurs d'hydrocarbure (aération ou ventilation par exemple),
- éviter la concentration en comburant (enrichissement de l'atmosphère en gaz inerte);

• *Lutte contre le feu :*

- refroidir le mélange,
- diminuer la concentration en carburant (en coupant le gaz de ville par exemple dans un accident au laboratoire lors d'une manipulation avec bec de gaz),
- diminuer la concentration en comburant (étouffement très simple par une couverture par exemple).

4.2. Classes des feux d'hydrocarbures et utilisation des extincteurs.

— La norme NFS 60-100 définit les classes de feux suivantes pour les hydrocarbures :

- classe B : feux de liquides et de solides liquéfiables. Ces feux sont dits aussi « feux gras »;
- classe C : feux de gaz (méthane, propane, butane, gaz de ville).

— Nous avons rassemblé dans un tableau, les qualités des différents extincteurs d'après les classes de feux et aussi en figurant les risques électriques de la très basse tension ou de la

basse tension (jusqu'à 430 V), car ne l'oublions pas, dans le laboratoire, les prises électriques se trouvent souvent dans le voisinage des paillasses.

Appareils extincteurs	Classe du feu		Risque électrique
	B	C	
à eau en jet plein	M	M	D.
à eau en jet pulvérisé	B*	M	S. D.
à mousse ou liquide dit ignifuge	B	M	D.
à poudre « B. C. »	B	B	S. D.
à poudre polyvalente	B	B	S. D.
à dioxyde de carbone	B	B	S. D.
à hydrocarbures fluorés	B	B	S. D.

B : bonne efficacité ; M : mauvaise efficacité ;
 D : dangereux ; S.D. : sans danger ;
 B* : avec certains additifs, eaux légères par exemple.

Adaptation des extincteurs aux feux d'hydrocarbures.

4.3. Les extincteurs les plus courants dans les établissements scolaires.

Nous reproduisons ici un extrait de la brochure de l'I.N.R.S. (*) (institut national de recherche et de sécurité - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris Cedex 14), intitulée : « les extincteurs mobiles ». Nous avons gardé les pages relatives aux extincteurs courants dans nos établissements scolaires.

(*) Avec l'autorisation de son directeur que nous remercions.

Extincteurs à eau en jet pulvérisé

Produit extincteur : eau ou eau avec additif facilitant l'extinction (eau « mouillante », eau « légère », celle-ci agissant en formant un film isolant à la surface du combustible).

Sensible au gel : une addition limitée d'antigel est possible.

Moyen de propulsion : atmosphère interne sous pression permanente ou mise sous pression par cartouche de gaz. Dans ce cas, l'eau ne doit pas occuper plus des 9/10 de la capacité mise sous pression au moment de l'emploi.

Caractéristiques :

- masse maximale : 20 kg pour des capacités de 6 à 10 litres ;
- portée : 3 mètres.

Emploi : feux de classe A ; utilisables sur feux de classe B si des additifs appropriés sont incorporés à l'eau.

Peuvent être en général utilisés en présence de courant électrique bien vérifier les indications portées sur l'appareil.

MODE D'EMPLOI

1. Tirer l'anneau

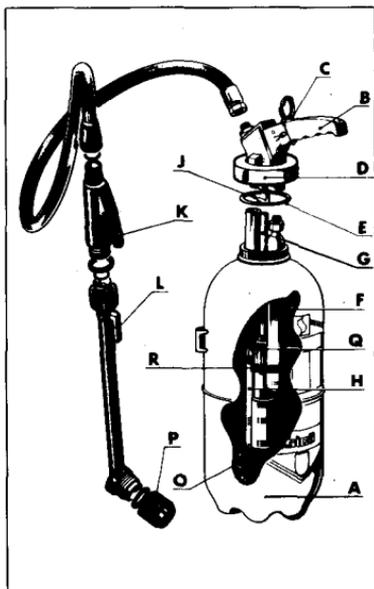
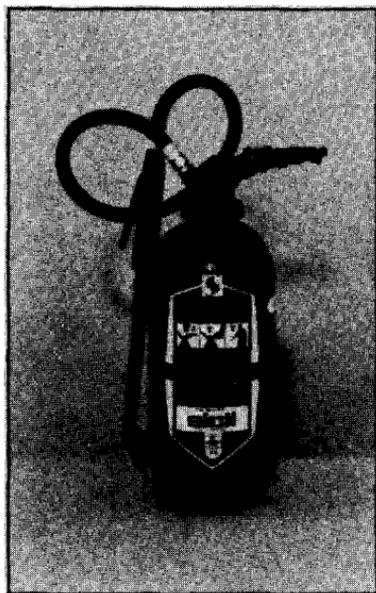


2. Percuter en appuyant à fond sur le levier



3. Contrôler l'émission à l'aide de la poignée de la lance

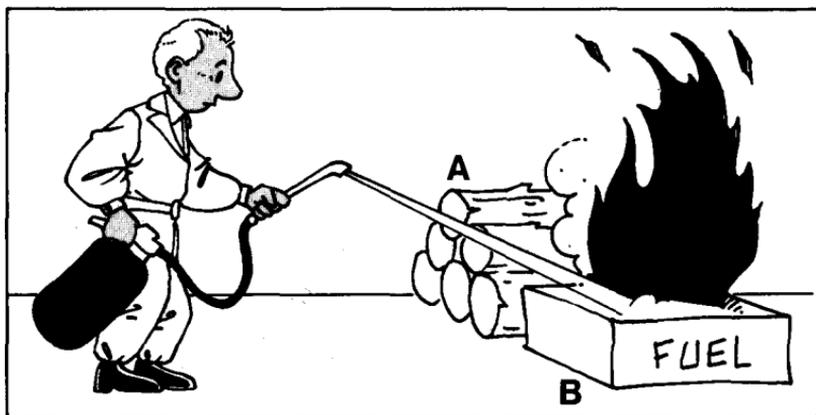




NOMENCLATURE

- | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| A. Réservoir | F. Sparklet CO ₂ | L. Crochiet |
| B. Poignée de tête | G. Tube répartiteur CO ₂ | O. Filtre |
| C. Levier de verrouillage | H. Tube plongeur | P. Couvercle de pulvérisateur |
| D. Écrou d'orientation | J. Tige de piston | Q. Flacon de mouillant |
| E. Joint torique | K. Poignée de lance | R. Collier |

Diriger le jet par la lance vers la base des flammes



Extincteurs à mousse ou liquide dit ignifuge

Il subsiste encore des appareils de conception ancienne chargés avec deux produits dont le mélange au moment de l'emploi engendre une mousse « chimique ».

Les appareils commercialisés actuellement sont munis d'une charge d'émulseur qui forme une mousse « physique » par contact avec l'eau et sous l'effet de la pulvérisation avec l'air.

Cinq familles d'émulseurs sont normalisées (NF S 60-201) :

- protéiniques,
- fluoroprotéiniques,
- synthétiques,
- fluorosynthétiques,
- polyvalents.

Sensibles au gel : une addition d'antigel est parfois possible.

Caractéristiques :

- masse maximale : 20 kg ;
- portée : 6 à 8 mètres.

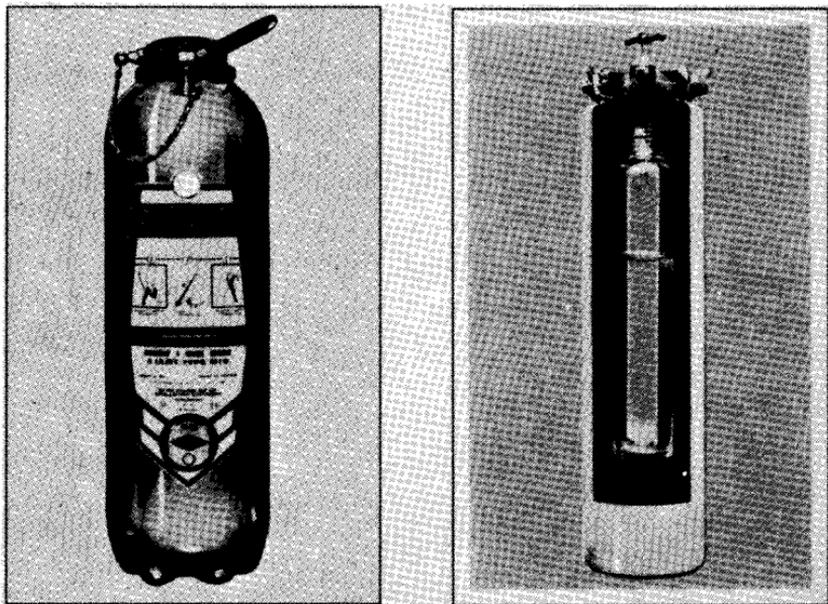
Emploi : très bons sur feux de classe B ; efficacité limitée sur feux de classe A, ils n'en interdisent par la réinflammation.

Leur action est lente et progressive.

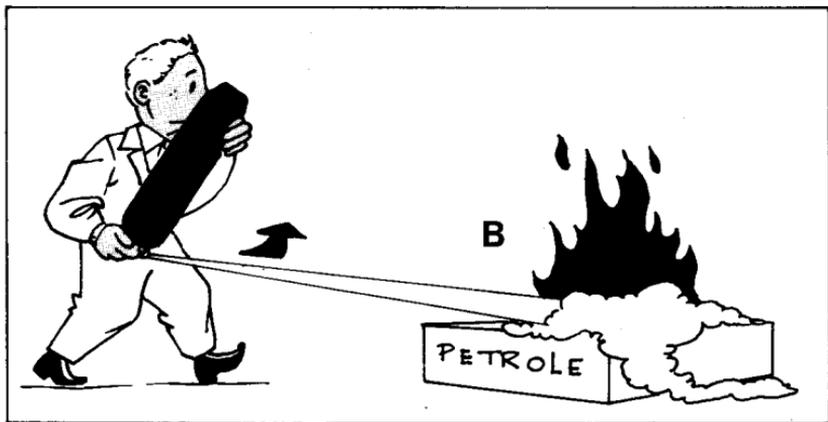
Dangereux sur courant électrique.

MODE D'EMPLOI

Se conformer aux prescriptions du fabricant figurant sur l'appareil. En principe : enlever la goupille, percuter la bouteille, presser la poignée de commande et manœuvrer le jet afin de recouvrir entièrement la nappe enflammée.



Manœuvrer le jet afin de recouvrir entièrement la nappe enflammée



Extincteurs à poudre

On distingue trois familles de produit extincteur :

- les poudres pour feux de classes B et C à base de bicarbonate de sodium ou de potassium ;
- les poudres pour feux de classes A, B et C, dites polyvalentes à base de phosphate et de sulfate d'ammonium ;
- des poudres particulièrement utilisables sur feux de classe D (feux de métaux) contenant souvent du graphite, du carbonate ou du chlorure de sodium, ... hydrofugés et fluidisés.

Moyen de propulsion : cartouche de gaz sous pression ou atmosphère interne sous pression.

Caractéristiques :

- masse maximale : 20 kg ;
- portée : 8 à 10 mètres.

Emploi : très efficaces sur feux de classes B et C et pour les poudres polyvalentes, également sur feux de classe A.

Agit par séparation du comburant et du combustible et par inhibition.

Peuvent être utilisés en présence de courant électrique.

La poudre peut encrasser des mécanismes délicats tels que les installations électriques et électromécaniques.

Sur les feux de classe B, ne pas trop se rapprocher pour éviter de chasser les liquides enflammés.

MODE D'EMPLOI

1. Tirer l'anneau

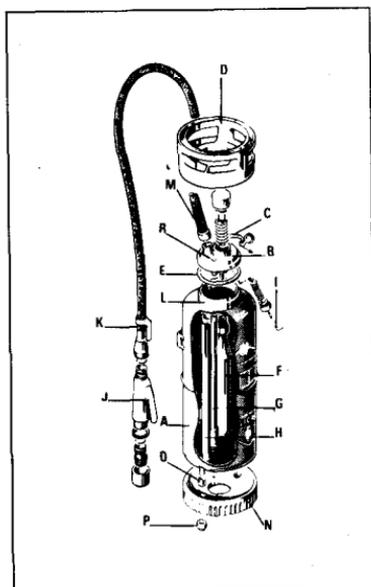


2. Percuter en appuyant à fond sur la tête



3. Contrôler le débit à l'aide de la poignée du diffuseur

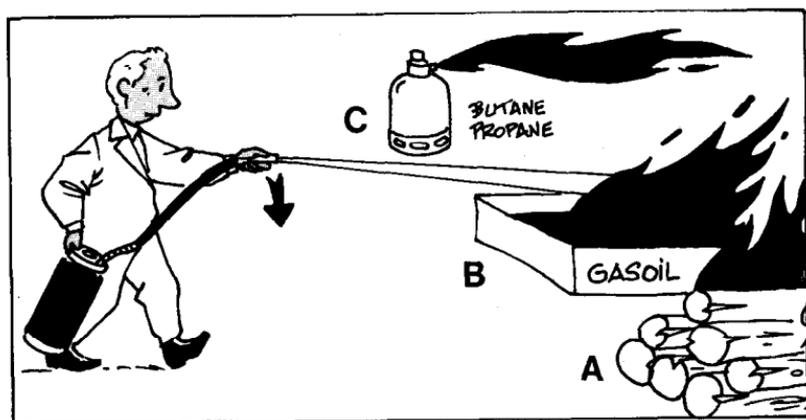




NOMENCLATURE

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| A. Réservoir | G. Tuyau avec raccord et lance | M. Plaque vanne |
| B. Carter avec poignée | J. Coffre à tuyau | N. Soupape |
| C. Bouteille de CO ₂ | K ¹ . Goupille de sécurité | P. Flacon de mouillant |
| D. Joint | K ² . Goupille de sécurité | Q. Vanne de sortie |
| E. Boule du levier | L. Joint | R. Joint |
| F. Flexible | | S. Ecrou |

Diriger le jet au-dessus des flammes puis le rabattre en imprimant un mouvement plongeant



Extincteurs à dioxyde de carbone

Produit extincteur : dioxyde de carbone ou anhydride carbonique (phases liquide et gazeuse).

Moyen de propulsion : pression du gaz existant au-dessus du liquide.

En raison de la pression interne croissant rapidement avec la température, ne pas laisser ces appareils au soleil.

Charge inaltérable. Insensible au gel.

Caractéristiques :

- masse maximale : 20 kg (corps en métal léger ou en acier) ;
- charge : 2 et 5 kg ;
- pression interne : variable avec la température (environ 50 bars dans les conditions normales), opercules de sécurité taré à 200 bars environ ;
- portée : 2 mètres.

Emploi : feux des classes B et C.

Agissent principalement par diminution du taux de comburant à proximité du combustible.

Peuvent être utilisés en présence de courant électrique.

Le jet de dioxyde de carbone peut engendrer de l'électricité statique si certaines précautions constructives ne sont pas prises.

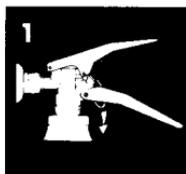
L'appareil doit être tenu aussi près que possible de la verticale.

La détente du gaz créant un froid intense, tenir le tromblon par sa poignée isolante pour éviter les brûlures.

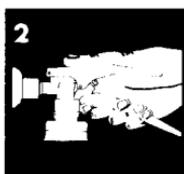
Si de la « neige carbonique » tombe sur la peau, souffler pour la faire partir, puis laisser les résidus s'évaporer sans frotter.

MODE D'EMPLOI

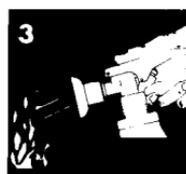
1. Tirer la goupille de sécurité

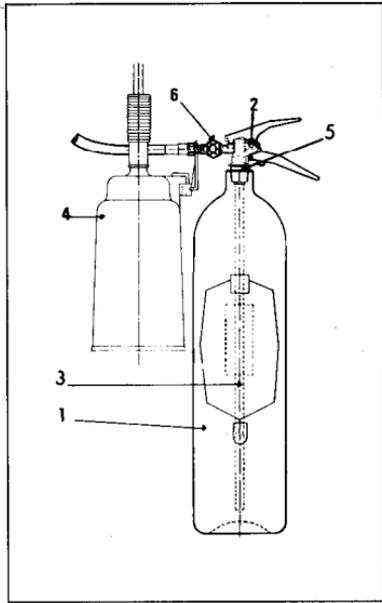


2. Décrocher le tromblon de son support



3. Appuyer à fond sur le levier du robinet





NOMENCLATURE

A. Bouteille CO₂
B. Plomb de garantie

C. Tube plongeur
D. Tromblon flexible

E. Vanne CO₂
F. Joint

Diriger l'appareil de projection,
tromblon fixe ou mobile,
un peu au-dessus de la base des flammes

