



HAL
open science

Contribution à l'étude des proportions de chlore et d'hydrogène limitant l'explosion des mélanges de ces gaz

Paul Mathieu

► **To cite this version:**

Paul Mathieu. Contribution à l'étude des proportions de chlore et d'hydrogène limitant l'explosion des mélanges de ces gaz. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1917, 7 (1), pp.166-172. 10.1051/jphystap:019170070016601 . jpa-00241991

HAL Id: jpa-00241991

<https://hal.science/jpa-00241991>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPORTIONS DE CHLORE ET D'HYDROGÈNE
LIMITANT L'EXPLOSION DES MÉLANGES DE CES GAZ ;**

Par PAUL MATHIEU.

Les mélanges gazeux ne sont inflammables qu'entre deux limites déterminées de composition. Beaucoup de mélanges combustibles ont été étudiés à ce point de vue et voici à titre d'indication quelques résultats ⁽¹⁾.

Nature des mélanges	Limites
Gaz d'éclairage + air	8 à 25 0/0
Hydrogène + oxygène.....	10 à 70 0/0
Oxyde de carbone + oxygène.....	16 à 75 0/0
Méthane + oxygène.....	6 à 16 0/0
Acétylène + oxygène	2,8 à 65 0/0

La seconde colonne est relative à la proportion du gaz combustible dans le mélange.

Pour de tels mélanges, on provoque l'inflammation en un point au moyen d'une action extérieure : flamme d'allumette, flamme d'un brûleur à gaz, étincelle électrique. Cette inflammation

⁽¹⁾ Voir le traité de M. LE CHATELIER, *Introduction à l'étude de la métallurgie*, p. 112.

se propage alors de proche en proche avec une certaine vitesse dans toute la masse : la flamme chauffe la tranche froide voisine et la porte à la température d'inflammation, il faut évidemment que la température développée par la combustion soit supérieure à celle d'inflammation, ce qui exige un mélange en proportions comprises entre certaines limites. A son tour cette tranche voisine s'allume, chauffe la tranche suivante, et ainsi de suite.

On se propose dans ce travail de trouver les limites d'explosion pour les mélanges de chlore et d'hydrogène.

Historique. — *Gay-Lussac et Thénard*(¹) ont constaté que la combinaison est nulle dans l'obscurité. On la provoque soit par la flamme d'une bougie soit au moyen d'une brique chauffée vers 125°.

La combinaison est lente, mais régulière à la lumière diffuse, elle est d'autant plus rapide que la lumière est plus vive.

A la lumière solaire elle est instantanée.

Bunsen et Roscoé (²) ont étudié l'action des diverses radiations du spectre solaire sur les mélanges à volumes égaux obtenus par l'électrolyse de l'acide chlorhydrique. Ils ont constaté un maximum d'activité pour les radiations violettes, donc de faibles longueurs d'onde. Le spectre solaire avait une activité différente suivant l'heure de la journée. Ayant utilisé le spectre de midi et d'un soir nébuleux (l'humidité absorbe les rayons ultra-violets), le maximum d'activité était beaucoup plus élevé dans le premier cas que dans le second.

Les mélanges donnés par l'électrolyse sont très sensibles. Ils explosent sous l'influence d'une lumière très faible, par exemple celle d'un crépuscule, longtemps après le coucher du soleil.

M. *Le Chatelier* (³) a montré que d'autres facteurs que ceux déjà indiqués (proportion des gaz mélangés, température) jouent un rôle important, en particulier le diamètre du tube contenant le mélange.

Pour un diamètre trop faible, la vitesse de combustion est nulle ; quand le diamètre augmente, la vitesse tend vers une limite constante, celle qui serait obtenue dans un milieu indéfini. La vitesse observée est celle du filet central, l'inflammation se transmet latéralement à partir de ce filet vers les parois du tube.

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. II, p. 148, 186.

(2) *Phil. Trans.*, 1859; *Annales de Physique et Chimie*, 3^e série, t. LV, p. 352.

(3) *Introduction à l'étude de la métallurgie*, p. 131.

EXEMPLE. — Mélange de méthane et d'air à 10,4 0/0 de méthane.

Diamètre.....	3 ^{mm} ,2	5 ^{mm} ,5	8 ^{mm} ,	9 ^{mm} ,5	12 ^{mm} ,2
Vitesse.....	0 ^m ,0	0 ^m ,22	0 ^m ,39	0 ^m ,41	0 ^m ,47

Appareils employés. — 1° *Eudiomètre.* — Le tube a un diamètre supérieur à 1 centimètre. Il est gradué en parties d'égal volume (cm).

Les gaz sont manipulés sur l'acide sulfurique concentré qui dissout très peu l'hydrogène et le chlore.

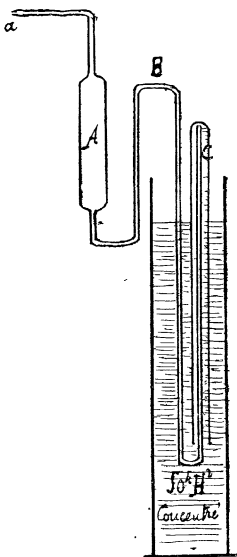


FIG. 1.

Pour remplir l'eudiomètre d'acide sulfurique sur la cuve à acide sulfurique, on emploie un tube de verre plusieurs fois recourbé (*fig. 1*) le tube ABC est muni d'une ampoule en A. On engage l'extrémité C dans l'eudiomètre partiellement immergé dans l'acide sulfurique, on aspire ensuite l'air par l'extrémité *a*, soit à la bouche, soit mieux à la trompe à eau. L'air est aspiré avec un peu d'acide sulfurique qui se rend dans l'ampoule A.

Pour obtenir des mélanges intimes, on introduit d'abord le chlore qui est le plus dense, puis l'hydrogène. Ce mélange se fait dans une cave éclairée par de la lumière rouge.

On obtient le chlore gazeux à partir du chlore liquide que l'on laisse se vaporiser, ce chlore provenant de bouteilles du MCG est pur, il a été étudié préalablement au point de vue des gaz qu'il peut renfermer en dissolution.

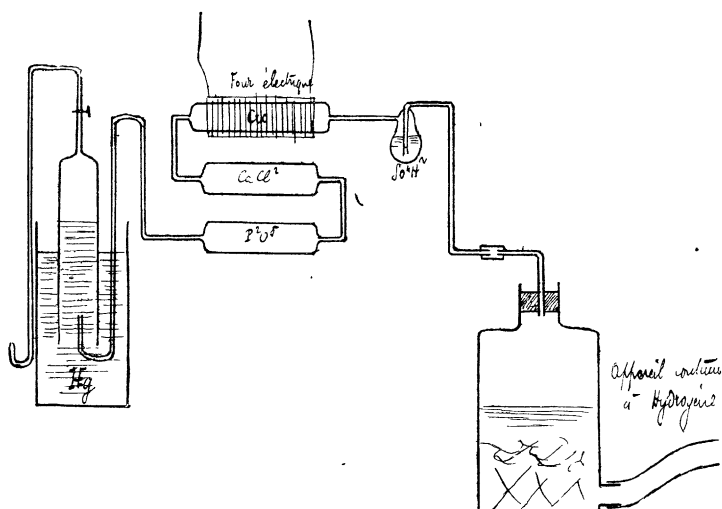


FIG. 2.

On prépare l'hydrogène par le zinc et l'acide sulfurique, on le purifie en le faisant passer d'abord dans un laveur à acide sulfurique, puis dans une colonne de fils de cuivre, chauffée au four électrique. Vient ensuite deux colonnes desséchantes, l'une contenant du chlorure de calcium, l'autre de l'anhydride phosphorique (*fig. 2*). On recueille l'hydrogène dans une cuve à mercure sous une éprouvette formant gazomètre. Cette éprouvette porte à sa partie supérieure un tube à robinet R, par lequel l'hydrogène du gazomètre sera recueilli sur la cuve à acide sulfurique contenant l'eudiomètre. (Cette cuve est en réalité une éprouvette à pied de grande dimension.)

L'ensemble du purificateur de l'hydrogène est complètement en verre.

Première série d'expériences. — L'explosion est provoquée par l'étincelle d'une bobine d'induction.

CHLORE EN EXCÈS PAR RAPPORT A L'HYDROGÈNE POUR LE MÉLANGE FORMANT
L'ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Chlore cm ³	Hydrogène cm ³	Proportion de chlore en 0/0 dans le mélange	Proportion d'hydrogène en 0/0 dans le mélange	Résultats
46,5	4	92,1	7,9	Explosion
46,5	3,75	92,5	7,5	Rien
46	4	91,8	8,2	Explosion
46,8	3,4	93,5	6,5	Rien
46	4,5	91,1	8,9	Explosion
46	4	92	8	Rien

REMARQUES. — Les explosions obtenues sont suivies d'une faible dilatation.

CONCLUSION. — Les limites sont : 91,9 0/0 de chlore, pour 8,1 0/0 d'hydrogène.

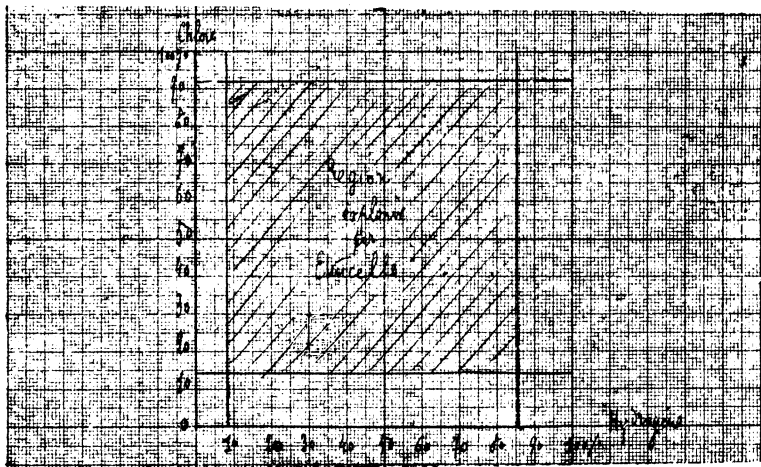


FIG. 3.

CHLORE EN DÉFAUT PAR RAPPORT A L'HYDROGÈNE POUR LE MÉLANGE FORMANT
L'ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Chlore en cm ³	Hydrogène en cm ³	Chlore en 0,0 dans le mélange	Hydrogène en 0/0 dans le mélange	Résultats
5,75	44,25	11,5	88	Rien
9	40	18,5	81,5	Expl. violente
6,75	41	14,2	85,8	Rien
8	42	16	84	Expl. violente
7,5	43	14,85	85,15	Expl. violente
7,25	42,75	14,5	88,5	Expl. moins viol.
7	42,8	14,05	85,95	Rien

EXPLOSION DES MÉLANGES DE CHLORE ET D'HYDROGÈNE 171

REMARQUES. — Les explosions constatées dans cette série sont toujours violentes.

CONCLUSION. — Les limites sont : 14,3 0/0 de chlore, pour 85,7 0/0 d'hydrogène.

Deuxième série d'expériences. — L'explosion est provoquée par les radiations de la flamme de magnésium.

CHLORE EN EXCÈS PAR RAPPORT A L'HYDROGÈNE POUR LE MÉLANGE FORMANT L'ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Chlore en cm ³	Hydrogène en cm ³	Chlore en 0/0 dans le mélange	Hydrogène en 0/0 dans le mélange	Résultats
45,3	4,7	90,6	9,4	Rien
45	5	90	10	Explosion
46	5	90,2	9,8	Limite d'explosion

CONCLUSION. — Les limites sont 90,2 0/0 de chlore, pour 9,8 0/0 d'hydrogène.

REMARQUE. — Dans une usine où l'on fabriquait le chlore par électrolyse, on a eu une explosion pour un mélange contenant environ 10 0/0 d'H dans le mélange.

CHLORE EN DÉFAUT PAR RAPPORT A L'HYDROGÈNE POUR LE MÉLANGE FORMANT L'ACIDE CHLORHYDRIQUE

Chlore en cm ³	Hydrogène en cm ³	Chlore en 0/0 dans le mélange	Hydrogène en 0/0 dans le mélange	Résultats
8	42,2	84,1	15,9	Rien
9	41	82	18	Rien
10	42,5	80	19	Rien
6	25	88,6	19,4	Rien
6	19,1	76	24	Rien
6	14	70	30	Rien
6	9	60	40	Rien
5	6	54,4	45,5	Rien
5	6,2	55	45	Rien
4,75	5,25	52,5	47,5	Explosion avec charge suffisante de magnésium
4	7	63,7	36,3	Rien
4,8	5,2	55	45	Rien
4,7	5,3	53	47	Rien

CONCLUSION. — Les limites sont : 47,5 0/0 de chlore, pour 52,5 0/0 d'hydrogène.

De cette seconde série d'expériences, on déduit qu'un mélange d'hydrogène avec du chlore n'est pas dangereux à la lumière solaire, si on n'est pas trop près du mélange théorique formant l'acide chlorhydrique.

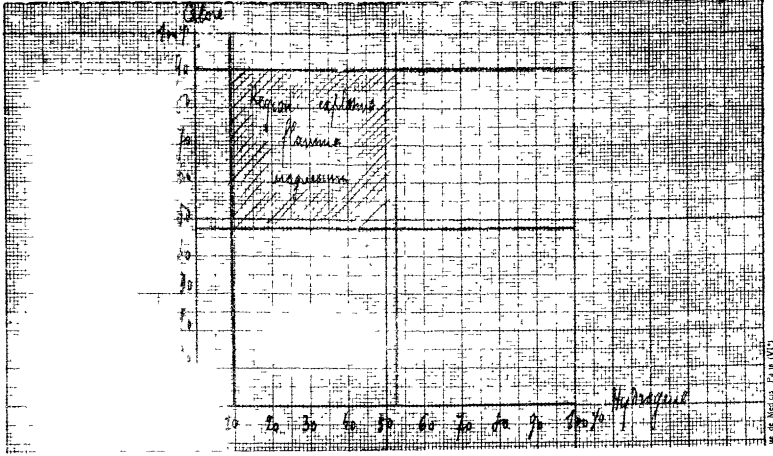


FIG. 4.

Les résultats sont représentés sur les graphiques *fig. 3* et *fig. 4*.

On peut vraisemblablement expliquer les limites différentes de l'explosion par ce fait que l'hydrogène est bon conducteur de la chaleur. S'il y a excès d'hydrogène la chaleur se répartit plus vite dans le mélange, ce qui entraîne une élévation de température moins élevée, ce qui rend l'explosion plus difficile à produire.