

Zeitschrift: Revue Militaire Suisse
Herausgeber: Association de la Revue Militaire Suisse
Band: 67 (1922)
Heft: 11

Artikel: La sixième arme
Autor: Jaques, R.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-340575>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La sixième arme¹.

LES FABRICATIONS.

Il faudrait quelque 25 ou 30 fascicules pleins de la *Revue militaire suisse* pour présenter une étude suffisamment complète des fabrications d'explosifs : théorie, pratique et prix de revient.

La guerre mondiale a forcé la marche en avant des progrès de la grande industrie chimique et enrichi une documentation technique, auparavant déficitaire, de plusieurs traités sur la chimie théorique et pratique des explosifs auxquels je me permets de renvoyer les lecteurs que la question intéresserait dans tous ses détails.

Obligé de m'en tenir aux limites très restreintes d'un compendium, j'ai réuni quelques renseignements indispensables pour donner une image aussi nette que possible de l'importance du rôle militaire de la chimie industrielle.

I

L'AZOTE. — L'azote domine les deux principaux éléments de la sécurité d'un pays : le rendement de l'agriculture et la puissance des moyens de défense nationale. Le champ et l'armée ont d'énormes besoins d'azote combiné et l'importance attachée par plusieurs gouvernements étrangers à la question de l'azote signifie bien qu'il s'agit là d'un véritable problème de sécurité nationale. Dès le début de ce troisième article, je citerai, pour mettre en évidence l'intérêt primordial que présente ce problème, deux chiffres seulement, fournis au dernier Congrès de Chimie industrielle (Marseille 1922) par M. Camille Matignon, professeur au Collège de France ² « La consommation d'azote combiné pour les poudres et explosifs a été en France, pendant les périodes les plus actives des hostilités, de 200 tonnes par jour, soit, par an, environ 60 000 tonnes.... L'Allemagne, lors de la réalisation prochaine

¹ *Revue militaire suisse*, livraisons de septembre et octobre 1922.

² *Industrie Chimique* n° 104, sept. 1922.

du projet fixé par le Ministère de l'Agriculture du Reich, disposera, elle, d'une quantité annuelle d'azote estimée à près de 500 000 tonnes.... » Voilà des chiffres assez éloquents à tous points de vue, pour permettre de passer sous silence les conclusions de l'honorable savant. L'azote n'est pas utilisé dans la pratique industrielle sous sa forme élémentaire gazeuse. Sa forme véhiculaire commerciale est l'acide nitrique liquide, à 40° Baumé. Cette concentration suffit pour la mononitration. Dans les fabrications d'explosifs en général, la teneur de concentration doit accuser 48° Baumé. Dans des cas très spéciaux, on utilise un acide nitrique super-concentré dont la mise en stock et le transport exigent des précautions minutieuses.

Il y a 25 ans encore, l'acide nitrique était fabriqué presque partout en Europe au moyen du nitrate de soude dont l'exportation a fait la richesse du Chili. Ce nitrate, traité par l'acide sulfurique, nécessitait un appareillage relativement simple pour l'obtention d'acide pesant, suivant les installations, de 25° à 43° Baumé. Mais l'importation de la matière première (nitrate du Chili) exige un transport par voie de mer. Certains spécialistes autorisés prédisent l'appauvrissement prochain des gisements sud-américains ; il était inévitable que les progrès réalisés dès avant la guerre par l'industrie en général, joints à une connaissance plus approfondie de la chimie agronomique et à la diffusion intense des engrais cultureux, incitassent les pays d'industrie et d'agriculture à s'affranchir du monopole des nitrates chiliens. Les péripéties de la guerre maritime commerciale de 1914 à 1918 sont trop connues pour que je rappelle les difficultés de la marine marchande pendant les hostilités, difficultés qui furent, pour les belligérants et pour certains pays neutres, le point de départ d'efforts dont on connaît aujourd'hui les brillants résultats, tendant à ce que chaque pays puisse suffire, par ses propres moyens, à tous ses besoins d'azote combiné.

Je donnerai en quelques lignes un résumé de ces fabrications synthétiques dont la première est le *procédé à l'arc électrique* essayé en 1905 aux usines de Nottoden, en Norvège, appliqué dans toute l'Europe et aux Etats-Unis avec un succès très

inégal suivant les pays et les types d'appareils, car ce système d'oxydation de l'azote de l'air absorbe des quantités importantes d'énergie électrique avec un rendement commercialement insuffisant, en général. Le second procédé est celui de la *synthèse directe* consistant à produire de l'ammoniaque à partir de ses composants élémentaires. L'ammoniaque est ensuite oxydé selon divers procédés, dont un des plus répandus a été mis au point par Ostwald. Le troisième procédé est celui qui part de la *cyanamide calcique*. La cyanamide calcique est le sel de chaux de la cyanamide vraie. Elle s'obtient en soumettant à un courant d'azote le carbure de calcium porté à une température de 800° à 1000°, suivant les systèmes. Cette cyanamide traitée en autoclaves par de la vapeur d'eau donne l'ammoniaque que l'on oxyde pour obtenir l'acide nitrique. Le procédé à l'arc et le procédé à la cyanamide sont intimement liés, l'un et l'autre, à une disponibilité plus ou moins grande d'énergie électrique, et d'énergie électrique « à bas prix ». Je rappellerai, à ce propos, que la consommation d'énergie électrique par unité d'azote fixée est 5 fois plus grande dans le procédé à l'arc que dans le procédé à la cyanamide y compris la fabrication du carbure, mais que, d'autre part, les procédés de synthèse de l'ammoniaque à partir de ses deux constituants (procédés Haber, Claude) exigent une machinerie formidable et par conséquent très onéreuse. Je ne parlerai pas des catalyseurs servant à amorcer les réactions de synthèse, organes qui constituent le point le plus délicat des procédés directs par hyperpressions.

Les usines à gaz et les cokeries des hauts fourneaux dont nous reparlerons au sujet des matières premières pour la fabrication des explosifs, fournissent des eaux ammoniacales dans lesquelles l'azote est fixé sous forme de sulfate d'ammoniaque utilisé généralement comme engrais. La fixation de l'azote, que ce soit sous forme d'ammoniaque, d'acide nitrique ou de sulfate d'ammoniaque, touche à tous les domaines de la grande industrie moderne : mines, métallurgie, constructions mécaniques et électrotechniques ; aussi concevra-t-on aisément que les gouvernements eux-mêmes aient été amenés à prêter à cette question toute l'attention qu'elle mérite.

Le tableau I, ci-dessous, que j'ai dû réduire à sa plus simple expression, indique pour quelques-uns des principaux explosifs le pourcentage d'azote combiné qu'ils renferment.

TABLEAU I.

Nom de quelques explosifs nitrés	Teneur d'azote des composés en %	Equivalent d'acide nitrique à 40 degrés Baumé	Entre dans la composition des
Nitrate d'ammoniaque	35,00	—	} Bases d'explosifs.
Nitrate de sodium . . .	16,46	—	
Nitrate de potassium . .	13,87	—	
Nitrobenzène	11,38	17,45	} Dynamites. Poudres chloratées. Cheddites.
Dinitrobenzène	16,67	25,50	
Trinitrobenzène	19,24	29,45	
Nitrotoluène	10,21	15,68	} Poudres chloratées. Cheddites. Tolite ou trotyl.
Dinitrotoluène	15,39	23,58	
Trinitrotoluène	18,47	28,30	
Nitronaphtaline	8,09	12,39	} Poudres chloratées et certaines dynamites.
Dinitronaphtaline	12,84	19,70	
Trinitronaphtaline	15,95	24,45	
Nitroaniline	20,25	31,10	} Certaines dynamites. Anilite (bombes d'avions).
Dinitroaniline	22,95	35,15	
Trinitroaniline	24,55	37,60	
Azobenzène	13,39	20,50	} Poudres chloratées. » »
o-m-p-azotoluène	12,71	19,55	
Trinitrophénol ou acide picrique	18,34	28,10	} Mélinite, poudres picratées.
Nitroglycérine ou trinitrine	18,50	28,40	} Constitutif des dynamites.
Nitromannite	25,39	38,90	} Divers explosifs. » »
Nitroamidon	6,76	10,35	
Cellulose tétra-à dodécانيتrique	7,65 à 14,40	11,70 à 22,10	} Dynamites et gélinites.
Coton-poudre (pyroxyline)	14,10	21,70	} Poudres pyroxyliées.
Nitroguanidine	53,90	—	

Un calcul facile permet de transformer en poids de l'un quelconque de ces corps explosifs les 200 tonnes d'azote combiné que je mentionnais au début de cet article : le chiffre

obtenu fera réfléchir ceux mêmes de nos officiers suisses que la question pourrait le moins intéresser.

II

On appelle explosif tout corps susceptible de se transformer immédiatement en gaz à haute température. Un explosif, quel qu'il soit, est composé d'une partie combustible associée physiquement (mélange) ou chimiquement (combinaison) à une partie comburante qui apporte l'oxygène nécessaire à la combustion. Les nitroexplosifs qui figurent au tableau I sont des combinaisons fixes, stabilisées et peuvent entrer chacune dans la composition de plusieurs types de poudres ou d'explosifs.

Les quelques renseignements donnés au chapitre I sur la question de l'azote permettent de passer en revue les autres matières premières entrant dans la fabrication des explosifs de chargement.

Le *charbon*, un des constitutifs de la poudre noire, est obtenu par la carbonisation en vase clos de certaines essences de bois soigneusement triées ; cette opération donne, outre le charbon de bois, des sous-produits pyroligneux et des gaz, tous récupérés pour l'industrie.

Le *soufre* entre aussi dans la composition de la poudre noire ; il doit être soumis à une raffination qui le livre aux poudreries avec un taux d'impuretés de 2 à 5 % au maximum.

L'*acide sulfurique* est le principal adjuvant de la nitration, agissant comme modérateur au cours de l'opération. Il provient du grillage des pyrites sulfureuses de fer et de zinc, procédé des chambres en plomb, procédé de contact avec catalyseurs ; son rôle sera rendu plus évident lorsqu'on saura que la nitration d'une tonne de trinitrophénol (acide picrique, mélinite) exige près de trois tonnes d'acide sulfurique.

Le *chlore*, les chlorates et perchlorates sont d'un emploi courant dans la fabrication des cheddites dont ils sont le principal agent. C'est le traitement électrolytique des chlorures naturels de sodium (sel marin) et de potassium (sel de Stassfurt) qui fournit de nos jours la presque totalité des bases chloratées.

Dans les *métaux*, citons encore l'aluminium et le mercure, ce dernier employé pour la production du fulminate. Les pyrotechnies se servent de sels métalliques divers pour donner aux fusées les colorations requises.

La plus grande partie des éléments combustibles des explosifs appartiennent à la chimie organique. Ce sont tous des hydrocarbures, plusieurs d'entre eux obtenus de nos jours par la synthèse. Ils apportent l'élément *carbone* et la série dite aromatique donne : les *benzènes*, *toluènes*, *xylènes*, tous susceptibles d'être nitrés sous forme de composés *définis*. On les extrait par distillation des goudrons, eux-mêmes résidus de la distillation de la houille, soit dans les cokeries des hauts fourneaux, soit dans les usines à gaz.

Les *phénols* proviennent de la distillation dans les raffineries ou de la pyrogénéation des pétroles.

L'*aniline* fabriquée à partir de la mononitrobenzine est un élément important en chimie des explosifs.

Appartiennent à la série grasse : la *glycérine*, résidu des stéarinerie et des savonneries. Soumise à la sulfonation elle donne toute la série des dynamites.

C'est en général le *coton* que l'on préfère pour manufacturer les nitrocelluloses. Si l'on veut obtenir des produits dont le taux de nitration soit nettement défini, c'est-à-dire des produits stables et sûrs, il est nécessaire, malgré le coût du coton, de s'en tenir à cette matière première dont le traitement préalable est des plus délicats.

L'amidon et la mannite constituent la réserve nutritive de certaines plantes et donnent le nitroamidon et la nitro-mannite.

Je termine là cette courte nomenclature des matières premières entrant dans la fabrication des explosifs.

Voyons encore quelles sont les branches de la grande industrie chimique qui utilisent ces mêmes produits pour des fabrications essentiellement pacifiques.

III

J'ai dit au chapitre I que l'azote entre dans la composition des engrais chimiques soit comme engrais azotés simples

soit comme engrais mixtes : phospho-azotés, phosphoazotés-potassiques, etc.... Sulfate d'ammoniaque, cyanamide calcique et plus récemment l'urée verront leur usage se répandre de plus en plus. L'agriculteur apprend peu à peu à connaître puis à employer judicieusement les engrais que lui fournit l'industrie. Un effort considérable de propagande commerciale de la part des fabricants joint aux directions et aux conseils donnés si libéralement par les stations d'essais agricoles créeront aux engrais azotés des débouchés sans cesse plus vastes. L'impérieux besoin du « rendement maximum » ne se fait plus sentir à l'atelier seulement et le paysan, malgré une méfiance héréditaire de tout ce qui est trop nouveau, est amené à faire de la culture intensive.

Ainsi, toute fabrique d'ammoniaque synthétique et d'engrais chimiques azotés se trouve être un centre de production de bases d'explosifs. Quelques transformations en plus ou en moins dans la suite des procédés en font presque instantanément une usine de guerre. Le paisible labeur du paysan qui amende ses terres et la terrible besogne de l'artillerie qui vomit les obus de tous calibres sont soutenus l'un et l'autre par cet azote combiné dont on s'occupe tant chez quelques-uns de nos proches voisins ; rivalité nationale ou rivalité d'industriels au sujet de tel procédé de synthèse de l'ammoniaque, il est difficile d'opter pour l'une ou l'autre de ces deux alternatives et mieux vaut admettre qu'elles sont en intime conjonction.

Mais nous avons un autre exemple aussi frappant de rapprochement entre la chimie de paix et la chimie de guerre. Il nous est fourni par la plus récente manifestation des formidables progrès de l'industrie chimique : la branche des *matières colorantes*.

Si l'agriculture utilise des bases d'explosifs, l'industrie des colorants se sert, elle, de produits organiques nitrés dont quelques-uns figurent au tableau I.

Nitrobenzène, azobenzène, trinitrophénol, dinitrocrésol, dinitronaphtol, azotoluène, aniline nitrée, entrent, en combinaison avec la soude, la potasse, le chlore et le soufre, dans la fabrication courante des colorants synthétiques.

L'emploi commercial des couleurs de synthèse est maintenant universel. La soie, la laine, le coton filés ou tissés sont apprêtés et teints avec ces produits. Le commerce de la teinturerie proprement dite en fait une énorme consommation.

Personne n'ignore, je le suppose, ce que sont les groupements financiers et industriels de la Badische Anilin, de la Dyestuff Corporation et de récentes créations françaises du même ordre et n'hésitera à reconnaître qu'un effort immense se poursuit en vue de donner à l'industrie des colorants l'allure de trusts puissants auxquels participent non seulement la finance privée, mais bel et bien les deniers de l'Etat.

L'outillage considérable de ces usines, leur direction scientifique rigoureuse joints à la rivalité commerciale leur assurent un développement intense.

Sans m'attarder aux fabrications des parfums synthétiques et de la chimie pharmaceutique, je m'en tiendrai seulement aux deux manifestations de l'industrie chimique mentionnées au cours de cet article : l'ammoniaque, les engrais et les colorants, pour insister une fois de plus sur la *puissance latente d'armement* que représente, dans quelque pays que ce soit, le développement méthodique et persévérant de ces deux catégories de fabrications chimiques.

Industries de paix l'une et l'autre, les matières premières qu'elles emploient, leur outillage aussi, leur conservent envers et contre toutes les dénégations possibles, leur caractère d'usines de guerre « à disposition ».

On me répondra peut-être que pendant les hostilités n'importe quelle industrie en est logée au même point ; c'est vrai, mais relativement, ajoutons-le. Comme j'ai essayé de le rendre évident au cours du précédent article sur « La sixième arme », aucune manifestation de la science industrialisée ne saurait être, à ce point de vue, comparée aux installations de fixation de l'azote et aux fabriques de colorants.

Ces deux branches de la grande industrie chimique, réunies en certains endroits sous l'étendard d'une seule et même entreprise financière, nécessitent, pour jouer leur rôle d'usines de guerre, infiniment moins de transformations que n'importe quelle autre industrie.

Il importe donc que chimistes et installations cessent d'être

considérés, militairement, comme des quantités négligeables. On ne peut plus admettre qu'après avoir vu ce que la guerre moderne consomme d'explosifs de toutes sortes, il ne soit fait appel à la chimie et à ses pionniers, qu'au moment où, serré de près, il faille en hâte les organiser pour la lutte.

Je dirai même que tout ce qui produit de l'azote combiné et qui traite des matières premières ou produits définis entrant dans la fabrication des explosifs, chefs, ouvriers et matériel industriel appartient *ipso facto* à la Défense nationale.

* * *

Je termine ce troisième article sur «La sixième arme» par quelques remarques concernant notre Suisse.

Ceux des lecteurs de cette *Revue* qui auront pris à cœur la question de nos moyens nationaux de défense armée se diront en eux-mêmes au fur et à mesure qu'ils liront la brève nomenclature, établie à leur intention, des constitutifs initiaux et composés des explosifs modernes : « De tout cela qu'avons-nous chez nous qui soit de nous ? »

La question serait angoissante pour une nation possédant une armée permanente. Elle n'en reste pas moins grave pour notre pays malgré le rôle uniquement défensif de notre milice.

Nous importons tout ce qui provient de la distillation de la houille et des pétroles. (Nous n'avons pas la possibilité de compter sur l'appoint de nos quelques usines à gaz.)

Nous n'avons pas de coton, pas de soufre, peu de chlorures alcalins.

Un seul explosif, la guanidine et son nitrate peut, à la rigueur être qualifié d'indigénat, et encore faut-il du coke pour faire le carbure à cyanamide.

Nous avons quelques installations d'oxydation de l'azote atmosphérique à l'arc électrique ; nous possédons quelques usines de cyanamide et quelques entreprises de chimie industrielle des colorants.

L'emploi des cartouches au liquoxygène (dit air liquide), très contesté, n'a pas fait ses preuves en balistique.

De grandes entreprises chimiques sont situées sur notre territoire, c'est un fait certain, mais elles ne sont pas toutes « suisses » pour autant.

Alors.... où en serions-nous, si les malheurs d'une guerre défensive s'abattaient sur notre petite patrie ?

Question du plus haut intérêt national, à laquelle il ne m'appartient pas de répondre.

On m'objectera peut-être que le jeu des appuis momentanés compenserait notre pénurie en matières premières. Je l'admets volontiers, mais cette éventualité même ne saurait autoriser, chez nous, la méconnaissance de ce qu'a été, ce que serait encore le rôle de la chimie industrielle dans la guerre moderne.

R. A. JAQUES, ingénieur.

