

# Productions de poudres militaires en Allemagne et par les alliés de la France au cours de la première Guerre Mondiale

*Par Yoel Bergman*

## Introduction

**En mille neuf cent vingt-cinq, un officier de l'artillerie française nommé Duchemin** a écrit trois articles sur les problèmes de fabrication et d'approvisionnement de poudres et d'explosifs en France et en Allemagne pendant la guerre. Il a souligné que:

*"..les difficultés (en Allemagne) du ravitaillement en munitions, tirent beaucoup plus à la fabrication des explosifs et surtout des poudres qu'à l'usinage des obus. Pendant toute la guerre, les Empires centraux durent subordonner leur production de munitions à leur possibilité de fabrication de poudres."*

**La grande majorité des poudres utilisées pendant** la guerre étaient des poudres sans fumée, poudres contenant seulement un explosif, la nitrocellulose ou deux explosifs, la nitrocellulose et la nitroglycérine. Les deux exigeaient pour leur préparation en Allemagne d'ingrédients importés de l'étranger comme le coton, les matières grasses végétales et des nitrates. Ces ingrédients se rattachaient tous à l'industrie alimentaire et textile. L'alcool, destiné à la production de poudres, fut fabriqué en Allemagne à partir de pommes de terre. Cet ensemble de faits, a mis en concurrence les besoins militaires et les productions alimentaires et textiles. Aussi, lorsque le blocus a commencé, le problème des poudres est devenu extrêmement sensible en Allemagne.

**Les explosifs destinés aux obus et aux bombes ont été fabriqués à partir de** dérivés d'huile minérale et de goudron de houille comme le toluène, phénol, et le crésol. Avant la guerre, l'industrie allemande exportait des explosifs basés sur ces matériaux. Il y avait un problème commun avec les poudres, le besoin en nitrates, mais Duchemin n'a pas mentionné de graves problèmes dans les explosifs pour les obus d'artillerie comme il l'avait fait pour les poudres.

**En dépit du blocus** et des pénuries en matières premières, les processus chimiques de remplacement en Allemagne furent en mesure de fournir les poudres et explosifs nécessaires durant la guerre au prix de graves pénuries en aliments et en divers types de matériaux.

**Je parlerai principalement des problèmes** des poudres allemandes militaires, des besoins, des productions de poudre, des matières premières et des résultats. En outre, je parlerai brièvement de la production de poudres aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et en Russie

## **Les statistiques sur les besoins grandissants dans les poudres militaires**

**Le tableau suivant présente les** approvisionnements de poudre sans fumée requis du côté allemand et l'approvisionnement effectif en poudre du côté français. Les ordres de grandeur des besoins étaient similaires

*Approvisionnement mensuel moyen en poudres sans fumée en Allemagne et en France (approximatif)*

Année	Allemagne (requis)	France (approvisionnés)
1914		1,410
1915	6,000 (tonnes par mois)	3,350
1916	10,000	10,500
1917	12000	12,700

## **Les types de poudres militaires allemandes utilisées à la veille de la guerre**

**A la veille de la guerre**, presque toutes les poudres militaires françaises étaient sans fumée. Elles se basaient sur la formulation de la Poudre B, qui contenait comme seul matériau énergétique environ quatre-vingt-quinze pourcent de nitrocellulose. Les Allemands ont fabriqué plusieurs formulations de poudres.

**Les poudres destinées aux petits calibres et aux canons de campagne** étaient similaires dans leurs compositions à la Poudre B. Comme celle-ci, elles ont été produites à l'aide de dissolvants organiques comme l'alcool et l'éther.

**Les poudres destinées aux mortiers et aux obusiers étaient fabriquées** à partir de deux composants énergétiques la nitrocellulose et la nitroglycérine, qui composaient chacun environ cinquante pour cent de la poudre. La production n'exigeait pas de dissolvants.

**Les poudres destinées aux grands calibres de la Marine et à l'obusier** de quatre cents vingt millimètres contenaient vingt-cinq pour cent de nitroglycérine et soixante-dix pour cent de nitrocellulose. La formulation a été nommée "RPC /douze". La production ne nécessitait pas des dissolvants. Les poudres destinées aux petits calibres de la Marine contenaient des pourcentages similaires, mais furent traitées avec des dissolvants tels que l'acétone

## **Le manque de matières premières, les solutions incomplètes et les problèmes qu'ils ont causés aux forces armées et à la population**

**Les efforts allemands en vue** de remplacer les matériaux manquants, dérivait de procédés alternatifs apparus peu de temps avant la guerre. La priorité fut donnée aux processus utilisant des matériaux non comestibles.

Ce fut un succès très partiel: l'utilisation du sucre dans la production de glycérine en vue de fabriquer de la nitroglycérine a entraîné une famine généralisée.

**Un autre problème était la** pénurie des matériaux locaux pour produire les matières premières. Ainsi, par exemple, le cas de la pénurie dans la pâte de bois, produite afin de remplacer le coton pour la préparation la préparation de la nitrocellulose. La pénurie de nitrocellulose a entraîné des remplacements partiels de nitrocellulose dans les poudres destinées aux canons de campagne. En France, où une grande partie du coton et d'autres matériaux étaient fournis par les États-Unis, la situation était moins grave. La pénurie d'alcool était due à l'occupation du nord du pays. Il régnait également une pénurie d'acide nitrique

## **Les nitrates**

**Les nitrates (XNO<sub>3</sub>) étaient nécessaires pour** la production d'engrais et comme un ingrédient principal dans l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>). L'acide nitrique était nécessaire à son tour comme ingrédient principal en vue de la production d'explosifs pour les obus, mais aussi en vue des deux explosifs utilisés dans les poudres sans fumée, la nitrocellulose et la nitroglycérine

**En Allemagne, avant la Guerre,** les principaux nitrates étaient le salpêtre du Chili (AgNO<sub>3</sub>), le nitrate de potassium (KNO<sub>3</sub>), et le nitrate de calcium, produit artificiel. En mille neuf cent treize, sept cent-soixante-dix mille tonnes de salpêtre "chilien" étaient importées, en plus de cinquante mille tonnes de nitrates de chaux importées de Norvège

**Soixante-dix-huit pourcent des** nitrates importés étaient nécessaires pour les engrais, laissant cent soixante-dix tonnes pour les poudres et explosifs. Le blocus a éliminé l'importation de salpêtre du Chili et les aliments. Dans le même temps, les programmes d'approvisionnement en poudre, exigeaient d'immenses tonnages de nitrates.

**Afin de produire la quantité** de poudre mensuelle requise, le programme Hindenburg de mille neuf cent dix-sept exigeait soixante mille tonnes de nitrates par mois ou sept-cent-vingt tonnes par an, constituant la totalité du nitrate importé avant la Guerre. Ainsi, les exigences militaires de nitrates augmentaient de manière significative, tandis que les nitrates devenaient rares.

**D'éminents chimistes français** prédisaient que l'Allemagne ne pourrait pas tenir à ce rythme. Mais l'industrie allemande avait exploré, avant la guerre, des processus alternatifs pour fabriquer du nitrate, processus qui ont été mis en application pendant la guerre.

**Le principal défi** était de trouver une source adéquate d'azote auquel peuvent être ajoutés, par des procédés appropriés, trois atomes d'oxygène et un atome d'hydrogène pour obtenir l'acide nitrique. Deux processus ont été utilisés pour l'obtention de l'azote, le processus Cyanamide et le processus Haber. Ces deux processus ont créé l'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

### **a) Le processus Cyanamide**

Le processus était fondé sur une chaîne de réactions chimiques. Il commençait avec le carbure de calcium (chaux), continuait avec la cyanamide et se terminait avec l'ammoniac. Il avait besoin d'un approvisionnement suffisant en électricité et à un prix bas. Malgré cette difficulté, l'Allemagne avait déjà utilisé ce processus avant la guerre. En en mille neuf cent seize, ce processus a produit de grandes quantités d'ammoniac par mois.. La production fut réduite lorsque le procédé Haber est devenu plus efficace

#### **b) Le procédé Haber**

L'hydrogène était produit à partir de l'eau, puis combiné avec de l'azote atmosphérique à des températures et des pressions élevées pour obtenir l'ammoniac. Ce processus n'a pas été utilisé en France. Sa principale difficulté était d'obtenir les hautes pressions.

**L'ammoniac produit à partir des deux processus** fut utilisé pour produire de l'acide nitrique en utilisant le procédé Ostwald, qui a été breveté pour la première fois en 1902. Le processus a consistait en deux grandes étapes  
a) La production de gaz d'oxyde nitreux à partir de l'ammoniac  
b) L'absorption de l'oxyde d'azote dans l'eau pour produire de l'acide nitrique

**Le processus d'Ostwald**, en utilisant l'ammoniac allemand local, avait approvisionné en mille neuf cent seize environ cinquante mille tonnes d'acide nitrique par mois. En mille neuf cent dix-sept, la consommation d'acide nitrique français était d'une ampleur similaire de soixante mille tonnes par mois.

**En France, il régnait également une pénurie d'acide nitrique.** L'usine Angoulême utilisait le processus d'Ostwald, mais avait produit quelque deux mille quatre cents tonnes par mois. En mille neuf cent seize, avec l'aide d'une société norvégienne, une usine a été construite, produisant quelque trois cent tonnes par mois d'acide nitrique.

**Cette production se fondait sur le processus direct**, utilisé antérieurement afin d'obtenir de l'acide nitrique de manière synthétique. Ce processus combinait l'azote atmosphérique et l'oxygène, par la chaleur intense produite elle-même par l'arc électrique, pour obtenir de l'acide nitrique. Le processus avait besoin d'un approvisionnement suffisant en électricité à bas prix. C'est la raison pour laquelle il était situé dans les Pyrénées. L'Allemagne ne disposait pas d'une telle source économique d'électricité. Elle n'a donc pas opté pour ce processus.

## **La glycérine pour la nitroglycérine**

**Glycérine, une matière première importante** pour la nitroglycérine, a été obtenue à partir de fabrication de bougie et de savon, processus ayant utilisé des graisses animales et des graisses végétales. Les pénuries de ces graisses ont conduit à une production réduite de bougie et de savon, et à la réduction de la quantité de glycérine pour produire la nitroglycérine.

**Le sucre s'avéra être le** meilleur matériau pour la production de glycérine. Importé en grande quantité avant la Guerre, il n'était pas difficile à trouver, contrairement aux autres matières. L'ingéniosité chimique a fourni la nitroglycérine nécessaire à l'industrie de la poudre durant les quatre années de guerre

**La fabrication de la glycérine à partir de sucre**, a réduit ce problème pour les Poudres; toutefois, avec l'usage des pommes de terre pour la production d'alcool en vue des poudres, et la mauvaise récolte, elle a provoqué de graves pénuries alimentaires en mille neuf cent dix-sept, ce qui entraîna le décès de trois cent mille personnes en Allemagne

**La glycérine était également nécessaire** pour les mécanismes de recul des canons, ou pour le refroidissement des mitrailleuses. D'autres matériaux avec des viscosités et des points d'ébullition similaires ont été utilisés, à partir de sels de soude ou de potassium, sans aucune trace de la glycérine.

**Durant la période pendant laquelle le nouveau processus avec le sucre** était en cours de développement, il y eut une pénurie temporaire de nitroglycérine. Certaines poudres étaient fabriquées uniquement à base de nitrocellulose. Dans d'autres poudres des dérivés nitrés aromatiques comme la TNT ont remplacé la nitroglycérine. Cela a probablement causé certains problèmes de performance balistique, compte tenu de la nécessité de faire des changements rapides dans le processus de production et en l'absence d'une grande base de données de test afin de déterminer l'adéquation du changement dans les armes

## **La cellulose pour nitrocellulose dans les poudres**

**La production de nitrocellulose** d'avant-guerre se faisait à partir du coton importé, comme en France. La pénurie de coton due au blocus commençait à se faire gravement sentir en septembre mille neuf cent quinze, précisément au moment d'une forte croissance du besoin de nitrocellulose pour les poudres, sans compter les grands besoins de coton pour l'industrie du textile.

**Certaines plantes** se sont avérées être appropriées pour le textile, essentiellement en raison des caractéristiques physiques de leurs fibres. Mais pour la nitrocellulose, il était nécessaire que les fibres possèdent également les mêmes caractéristiques chimiques que la cellulose de coton.

**On a trouvé la solution dans la "pâte de bois" utilisée dans l'industrie du papier.** La faisabilité de ces matériaux pour la nitrocellulose avait déjà été testée en Allemagne à la fin du siècle précédent. Les bois utilisés étaient des pins très blancs, pins transportés des zones envahies à l'est. À la fin de la guerre, faute de coton disponible, seule la cellulose de bois fut utilisée. Pendant la guerre régnait cependant une pénurie de nitrocellulose, pénurie qui a entraîné des remplacements partiels de nitrocellulose par du nitrate d'ammonium ou du carbone de bois dans les poudres destinées aux canons de campagne et aux fusils. Les poudres avec ammonium avaient moins de lieux dans le tir, mais étaient très hygroscopiques. Le nitrate d'ammonium servait également comme supplément à la TNT pour la fabrication d'obus.

**Le SDP a testé le remplacement de la cellulose** à partir de coton avant la guerre, et plus intensivement pendant la guerre. La cellulose de bois a été recommandée, comme le sapin et le bambou. Ces études ne furent pas utilisées en raison de la quantité suffisante de coton

## L'alcool et l'éther (les principaux dissolvants)

**Le besoin pressant de dissolvants en France**, afin de produire de la poudre B, est un fait connu. Toutefois, du côté allemand, ces besoins étaient tout aussi importants, notamment pour les poudres ayant besoin de dissolvants. Voici le tableau qui l'indique:

L'Alcool pour les poudres sans fumée en Allemagne et en France 1916 (approximatif)

Année	Allemagne	France
1916	85000 hectolitres par mois (requis)	120000 hectolitres (utilisés)

**L'alcool et l'éther** étaient les dissolvants utilisés pour les poudres à base de nitrocellulose. Avant la guerre, l'alcool était produit essentiellement à partir de pommes de terre. L'éther a été produit à partir d'alcool

**Le tonnage de pommes de terre a été** fortement réduit pendant la guerre, les engrais en provenance du Chili ne pouvant plus être importés.

L'engrais était le même matériau nécessaire pour l'acide nitrique – le "salpêtre chilien" - $\text{NaNO}_3$ , un nitrate naturel. Les pommes de terre qui pouvaient être cultivées ont été distribuées à la population.

**L'occupation allemande du nord de la France** a fourni une grande quantité de betteraves et de sucre, ce qui a permis la production d'alcool à partir de ces matériaux. Ce processus était déjà à l'œuvre à grande échelle en France avant la guerre.

**Néanmoins, la betterave était encore nécessaire** pour nourrir les animaux.

Une initiative dans ce sens a été entreprise, usant d'un processus suédois introduit avant la guerre. Ce procédé utilisait le sucre présent dans l'eau résiduelle s'échappant des processus papier, et l'industrie de la pâte à bois.

La capacité de ces industries fut augmentée pour fournir la pâte de cellulose nécessaire à la fabrication de la nitrocellulose. Le sucre résiduel recueilli fut transformé en alcool. Ce processus a connu de graves difficultés, mais il a dû être mis en œuvre par les industries de la pâte de bois.

**Un autre effort entrepris consistait à créer** l'alcool à partir d'acétylène. Mais cet effort exigeait de grandes quantités de carbure de calcium, ce qui nécessitait beaucoup d'électricité à bas prix. Cela n'a pas été trouvé en Allemagne, mais en Suisse, où il a été développé. Ce processus n'a produit que de faibles quantités. Paul Pascal a écrit que pendant la guerre, des expériences ont été menées avec ce processus en France

**L'État allemand a également pris le contrôle** de l'alcool pour réglementer son utilisation sur le modèle du monopole de l'alcool pendant la guerre en France. Le côté français, qui a également souffert de pénuries d'alcool, encourageait leurs distilleries à utiliser tous les matériaux pouvant servir à la fabrication d'alcool, comme le riz, le maïs, le manioc, les résidus de sucre, et la sciure de bois.

## Les pyrites et de l'acide sulfurique

Comme l'acide nitrique, l'acide sulfurique était un matériau essentiel pour la préparation de nitrocellulose et de nitroglycérine. Il était fabriqué à partir de la pyrite naturelle avant la guerre. L'Allemagne, comme la France, avait importait la pyrite de l'Espagne. Après le blocus, cette ressource naturelle fut obtenue à partir de mines allemandes précédemment fermées et dans de nouvelles mines ouvertes en Hongrie et en Turquie. De nouveaux procédés furent recherchés en vue de réduire l'importation. Le succès fut obtenu par la récupération du soufre à partir de produits de distillation du pétrole. Cette méthode réduisit les importations de moitié. En France, la production a continué d'utiliser pyrites, importés avec un certain degré de difficultés.

## La production de poudre en Grande-Bretagne

**En Grande-Bretagne**, les poudres militaires sans fumée à la veille de la guerre ont été fabriquées à partir d'une seule composition, la Cordite MD. Le Cordite MD était produit avec l'aide de l'acétone. Au début de la guerre, les quantités d'acétone étant faibles, et le renouvellement du stock était incertain.

**L'une des solutions consistait** à utiliser un mélange d'alcool et d'éther et de changer le type de nitrocellulose qui pourrait être dissout dans le mélange. La poudre nommée RDB, douée de faibles propriétés balistiques, était utilisée par la Marine. Duchemin a écrit que "*Le whisky remplace l'acétone.*"

**Une autre solution** mise en œuvre à grande échelle, était le nouveau processus de fermentation, développé par Weizman et Hamlyn. Il convertissait les glucides (amidon de maïs ou de la mélasse), à l'acétone, et à l'alcool butyle et éthylique, à travers l'utilisation de d'un bacille spécial. . Cela a permis à produire la Cordite MD, destinée à l'armée.

## La production de poudres aux États-Unis

**A la veille de l'entrée** en guerre en mille neuf cent dix-sept, toutes les poudres américaines étaient basées uniquement sur la nitrocellulose, comme Poudre B. Le processus de production ayant été moins efficace qu'en France, il a dû être amélioré. La capacité était nettement inférieure aux besoins, surtout après l'entrée en guerre. Le nombre d'usines pendant la guerre a augmenté d'un très petit nombre au début de la guerre à cinquante-trois à la fin. Vers la fin de la guerre, le taux de production de poudres était d'environ cinq cents tonnes par jour. La production maximale française était environ quatre cents tonnes par jour dans les premiers mois de 1917, mais fut réduite en raison des importations renouvelées. Après l'entrée en guerre américaine et jusqu'à la fin, la quantité produite de poudres sans fumée produites en Amérique équivalait à la quantité combinée produite en France et en Grande-Bretagne à la même période.

## **La production de poudres en Russie**

**A la veille de la guerre** une grande partie des poudres russes était fabriquée uniquement à partir de la nitrocellulose comme en France et aux États-Unis. Pendant la guerre, la Russie connut une grave pénurie de poudres sans fumée, et plus de soixante pour cent des poudres furent fournies par les États-Unis, la Grande-Bretagne et le Japon. L'un des raisons en était l'arrêt d'importations de pyrite de la Scandinavie. La pyrite était nécessaire pour produire de l'acide sulfurique pour la nitrocellulose.

## **Résumé**

**Les problèmes allemands dans les poudres** étaient plus sensibles que les problèmes rencontrés avec les explosifs parce que la plupart des matériaux étaient importés et liés à la production alimentaire et au textile.

**Les procédés alternatifs pour obtenir les matières premières** étaient généralement fondés sur des idées et brevets d'avant-guerre, qui ont été améliorés et élargis durant la guerre. Des processus similaires à ceux, mis en œuvre en Allemagne, ont été utilisés ou explorés en France mais à petite échelle. Comme en France, l'Allemagne n'a jamais manqué de poudres destinées au combat.

**Néanmoins, les grands efforts allemands ont entraîné des famines**, ce qui n'avait pas été le cas en France. A certaines périodes, on a dû utiliser des ingrédients de qualité inférieure, ce qui a entraîné d'inévitables compromis

**La Grande-Bretagne et la Russie ont souffert** de la pénurie de matières premières. En Grande-Bretagne comme en France, on a pu remédier à ces pénuries. La Grande-Bretagne fit certains compromis sur la performance de la Cordite. La Russie n'a pu remédier à la pénurie que grâce aux importations étrangères.