

REVUE
HISTORIQUE
DES
ARMÉES

Revue historique des armées

269 | 2012
L'image de l'ennemi

La mécanisation de l'armurerie militaire (1855-1869)

The mechanization of the military armory (1855-1869)

Jean-François Brun



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rha/7581>

ISBN : 978-2-8218-1400-4

ISSN : 1965-0779

Éditeur

Service historique de la Défense

Édition imprimée

Date de publication : 6 décembre 2012

Pagination : 79-97

ISSN : 0035-3299

Référence électronique

Jean-François Brun, « La mécanisation de l'armurerie militaire (1855-1869) », *Revue historique des armées* [En ligne], 269 | 2012, mis en ligne le 21 décembre 2012, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rha/7581>

Ce document a été généré automatiquement le 30 avril 2019.

© Revue historique des armées

La mécanisation de l'armurerie militaire (1855-1869)

The mechanization of the military armory (1855-1869)

Jean-François Brun

- 1 Au XIX^e siècle, la fabrication des armes militaires légères (fusils et pistolets) ne peut demeurer en dehors des progrès de la Révolution industrielle. Elle fait donc l'objet d'un processus de mécanisation qui est également une aventure humaine. En fait, de 1850 à 1870, soit quasiment au cours du Second Empire, les responsables militaires et politiques sont confrontés à un double défi. Il importe d'une part de doter l'armée d'un fusil moderne, car l'on est dans une période d'intense innovation technique. Il faut, parallèlement, passer d'une production essentiellement manuelle, assurée par des armuriers qualifiés, à une production mécanisée, fondée sur un recours systématique aux machines-outils. Il deviendra ainsi possible d'obtenir une réelle interchangeabilité des pièces, ce qui constitue la marque d'une fabrication industrielle moderne.

Choisir une arme performante

- 2 À l'issue des guerres de la Révolution et de l'Empire, la modernisation de l'arme vise un triple objectif : supprimer les ratés au départ du coup en remplaçant la platine à silex par une platine à percussion¹, obtenir un tir précis à longue portée grâce à l'adoption du canon rayé et de balles profilées en lieu et place du canon à âme lisse tirant des balles rondes², et enfin accroître la cadence de tir en recourant au chargement par la culasse et non plus par la bouche³. Dès 1841 d'ailleurs, la Prusse dote son armée d'un fusil répondant aux nouvelles exigences, le Dreyse⁴. Soucieuse de posséder des instruments aussi efficaces que ceux de ses adversaires potentiels, la France crée en 1837 sa première arme légère à percussion, la carabine Delvigne-Pontcharra, avant d'adopter en 1840 le système de mise à feu par percussion⁵. Enfin, en 1857, est retenu le principe du canon rayé. Il s'agit là seulement d'une première étape, puisque toutes les armes produites se chargent encore par la bouche (en dépit des difficultés nées de l'utilisation de balles profilées). Par ailleurs, au plan technique, la réalisation de rayures requiert un travail

plus précis que la fabrication des canons à âme lisse qui supportaient une plus grande tolérance de calibre compte tenu du principe du « vent »⁶. Cette phase de transition technologique, recouvrant essentiellement la période 1842-1866, contraint les quatre manufactures françaises (Châtellerauld, Mutzig, Saint-Étienne et Tulle) à transformer le stock existant tout en construisant des armes neuves répondant aux nouvelles normes⁷. Il est vrai que la modification de fusils construits manuellement n'exige pas de machines compliquées. En revanche, l'utilisation d'une main-d'œuvre spécialisée est nécessaire pour répondre au cas particulier que constitue chacune des armes modifiées.

- 3 En 1864, le conflit prusso-danois démontre la supériorité des fusils à chargement par la culasse sur ceux à chargement par la bouche⁸. Face au conservatisme des milieux militaires, Napoléon III, partisan avéré de l'innovation, pousse alors le Comité d'artillerie⁹ dans la voie de la modernisation. Ce dernier réalise ainsi une étude systématique de l'armement des grandes puissances, au terme de laquelle sont fixées les conditions à remplir par le fusil futur de l'armée française : chargement par la culasse, utilisation d'une cartouche portant son amorce¹⁰, projectile d'un calibre compris entre 9 et 12 mm, présence d'une hausse graduée, dimension et poids comparables à ceux de la carabine de chasseurs et enfin entretien et maniement aisés. La victoire de la Prusse sur l'Autriche en 1866¹¹ conduit à adopter (dans une certaine urgence) le système Chassepot¹², premier modèle réglementaire français véritablement moderne¹³, qui répond globalement à ce cahier des charges. Ce choix met fin, par contrecoup, aux examens qui, depuis 1860, avaient porté sur 80 modèles d'armes différents.

Les difficultés de la mécanisation

- 4 Normaliser la production en recourant à des machines pour assurer l'exacte reproduction des pièces (et donc leur parfaite interchangeabilité) est une idée déjà ancienne, mise en avant par Honoré Blanc¹⁴, mais alors très incomplètement, et surtout très imparfaitement réalisée. Le processus retenu porte en effet seulement sur la platine du fusil modèle 1777 et exige une finition manuelle à la lime. Désireux de mettre le plus largement possible ce concept en pratique, les États-Unis décident en 1814 de réaliser une arme individuelle dont les pièces seront réellement interchangeables¹⁵. Ils y parviennent finalement avec le fusil modèle 1842. En France, en revanche, le procédé d'Honoré Blanc, d'un coût plus élevé que la fabrication artisanale, est abandonné, si bien que la production demeure, pour l'essentiel, manuelle. Les ouvriers armuriers réalisent des parties d'armes, voire des armes complètes, selon des gabarits. Toutefois, les cotes restent assez larges, eu égard au mode de fabrication, ce qui exige des ajustements en cas de réparation. Travaillant généralement à leur compte, ils font ensuite réceptionner leur production par les manufactures d'armes qui fonctionnent selon le principe de l'entreprise¹⁶.
- 5 Le rapport établi en 1868 par le colonel René décrit la situation jusqu'aux années 1860 : « (...) Presque toutes les pièces de l'arme étaient fabriquées à la main. Les meules, les bancs de forerie ou d'alésage constituaient la majorité des machines, mais si le mouvement de la machine était mécanique, la pièce n'en restait pas moins dans la main de l'homme dont l'habileté plus ou moins grande faisait la valeur du produit. Quelques tours à canon, quelques machines à fendre les baïonnettes, etc., se rencontraient dans une ou deux des manufactures. L'attention était cependant éveillée par l'exemple donné par l'Amérique et imité par l'Angleterre, on suivait avec intérêt cette transformation radicale dans l'industrie des armes, mais on hésitait à se lancer dans cette voie

nouvelle avant d'être suffisamment édifié sur les résultats. »¹⁷ En réalité, les seules machines modernes utilisées au sein des quatre établissements français semblent être les machines à rayer les canons, adoptées à partir de 1855, lorsqu'il a fallu transformer en grand nombre les fusils à canon lisse. Mais cela recouvre en réalité une opération relativement simple.

- 6 La volonté de mécanisation se heurte d'autre part à un certain nombre de difficultés conceptuelles. En effet, la recherche permanente de la performance dans les fusils est avant tout le fait d'armuriers, qui imaginent des solutions techniques dans leur domaine, sans prendre en compte les éventuels problèmes de fabrication par procédé mécanique. Bref, il est possible de caricaturer leur position d'une boutade, « *si nécessaire, la machine suivra* », ce qui, en pratique, ne s'avère pas forcément exact. Là encore, le rapport René est formel : « *Lorsqu'un industriel veut fabriquer rapidement une grande quantité d'objets de même nature (d'armes par exemple), il commence par établir un type qui satisfasse pleinement au service que l'on attend de l'objet, puis il le décompose dans toutes ses pièces et soumet chacune d'elles à un examen attentif afin de lui imposer les formes qui se prêtent le mieux au travail mécanique. Le type ainsi reconstitué devient le type invariable d'après lequel la fabrication entière sera montée. Telle pièce exigera l'emploi des raboteuses, telle autre demandera des fraiseuses, etc., mais il n'y aura plus ni doute ni hésitation ; le fabricant connaît la série des machines qu'il emploiera ; il en connaît le rendement et par suite le nombre nécessaire à l'exécution de sa commande dans le délai fixé (...). À partir de l'établissement de ce type invariable, il n'y a pas un moment de perdu, pas un mouvement faux, pas de retours en arrière, puis tous les éléments sont réunis, l'atelier est en activité et, dès le début, la production se présente sur une grande échelle. C'est ce que l'on nomme la fabrication méthodique, la seule qu'un industriel sérieux ose entreprendre et qui est exclusivement fondée sur la permanence absolue du type (...). Or les conditions posées à l'artillerie ne permettaient pas de songer à la fabrication méthodique. Le type était soumis aux variations que les résultats d'expériences non interrompues rendaient nécessaires ; les formes d'un certain nombre de pièces se prêtaient difficilement au travail des machines parce que le temps n'avait pas permis de faire l'étude spéciale à ce point de vue.* »¹⁸
- 7 De plus, à ces limitations conceptuelles nées du processus constant d'innovation et d'expérimentation qui marque alors le domaine de l'arme légère, s'ajoute, pour les responsables, le poids des préoccupations sociales, en d'autres termes, des dégâts humains susceptibles d'être occasionnés par le passage d'un système artisanal ou semi-artisanal à un système mécanisé. Le colonel René résume ainsi le dilemme posé aux autorités françaises : « *Le changement des procédés de fabrication dans les Manufactures de l'État était beaucoup plus grave pour la France que pour les États-Unis ou l'Angleterre. Les États-Unis étaient depuis fort longtemps habitués à faire des travaux mécaniques. L'Angleterre, suffisamment édifiée par la guerre de Crimée sur les dangers que court un pays quand il abandonne la fabrication de ses moyens de défense à l'Industrie privée, avait renoncé à ses errements et s'était hâtée de construire à Enfield une Manufacture qui la dispensait d'avoir recours à l'industrie. (...). En France, nous possédions de vastes établissements et un personnel d'ouvriers considérable que l'humanité défendait de renvoyer avant de leur avoir procuré des moyens d'existence. Le changement ne pouvait donc être radical comme en Angleterre, il devait se faire non par une création mais par une transformation du matériel aussi bien que du personnel. Ce travail ne pouvait avancer que peu à peu et ce n'est qu'après avoir vaincu les difficultés, une à une, dans une des Manufactures de l'État que l'on pouvait espérer de les lever dans les autres.* »¹⁹
- 8 En termes de ressources humaines, les usines d'armement de l'époque possèdent une organisation très stricte. On trouve d'abord un certain nombre d'exécutants que le

colonel René décrit ainsi : « Le personnel des ouvriers comprend trois catégories : les ouvriers immatriculés, liés au service par un engagement qui leur assure une retraite, les ouvriers libres qui peuvent quitter les manufactures en prévenant trois mois à l'avance ; les ouvriers militaires détachés temporairement de leurs corps par ordres ministériels. Aux époques de grands développement de la fabrication, ce sont les deux dernières catégories que l'on augmente le plus possible parce qu'elles ne grèvent pas le budget de l'État pour l'avenir ; la troisième catégorie surtout, celle des ouvriers militaires, présente ce grand avantage d'être composée de soldats que l'on peut renvoyer à leurs corps lorsque les commandes diminuant, l'ouvrage vient à manquer. »²⁰

Les fonctions d'encadrement sont, elles, réparties entre civils et militaires. À côté de l'entrepreneur, qui fournit matières premières et main-d'œuvre, on trouve ainsi un certain nombre d'officiers d'artillerie : un officier supérieur (chef d'escadron, lieutenant-colonel ou colonel) directeur de la manufacture, un capitaine ou chef d'escadron sous-directeur, enfin des capitaines stagiaires qui reçoivent l'instruction nécessaire pour être inspecteurs d'armes permanents dans les directions. Au niveau inférieur, des « gardes d'artillerie », issus du corps des sous-officiers, prennent rang entre ces derniers et les officiers, et sont chargés de la comptabilité des matières et des finances. Le contact direct avec les ouvriers est assuré par des contrôleurs d'armes chefs d'atelier qui, initialement employés civils, ont été militarisés à partir du 26 janvier 1862 et hiérarchiquement placés sur le même pied que les gardes d'artillerie. Dotés d'un uniforme, ils sont répartis en contrôleurs principaux de 1^{re} ou 2^e classe et contrôleurs de 1^{re}, 2^e ou 3^e classe.

Le hasard et la nécessité

- 9 Le principe de standardisation de l'armement, initié pour l'artillerie par Gribeauval ²¹ à la fin du XVIII^e siècle, repris de façon limitée par Honoré Blanc pour la platine du fusil, avait, on l'a vu, été utilisé par un certain nombre de puissances économiques au fait des innovations constantes de la Révolution industrielle, notamment les États-Unis. En 1855 intervient un événement déterminant. Le Royaume-Uni, qui se penche sur la question de la fabrication mécanique des armes de guerre, envoie une commission d'officiers étudier le système américain. Finalement, Londres achète machines et procédés en usage dans l'Union, afin de créer la première manufacture d'État anglaise susceptible de produire annuellement 120 000 armes ²². Tout à fait logiquement, dans ce contexte, les responsables français sont nécessairement amenés à réfléchir sur la question de la mécanisation au sein des manufactures impériales. C'est alors que surgit l'élément déclencheur, Frédéric-Guillaume Kreutzberger.
- 10 Né en 1822 à Guebwiller, ce dernier a commencé son apprentissage au sein de l'entreprise Schlumberger et Cie. Il s'y familiarise avec l'ajustage, le montage, mais également le calque et le dessin de détail des machines, double formation qui lui rendra ultérieurement les plus grands services. Soucieux de valoriser au mieux ses compétences, il émigre en septembre 1848 aux États-Unis. Engagé comme manœuvre par la firme Remington, il connaît une ascension professionnelle très rapide : chef d'équipe deux mois après son arrivée, il occupe un poste de directeur technique à partir de 1852. Son credo est simple : prenant exemple sur le système américain, il entend mécaniser le travail afin d'assurer la parfaite interchangeabilité des pièces, ce qui nécessite le respect des cotes et des tolérances, et donc requiert des usinages précis sur machines-outils. Une telle rationalisation de la fabrication, jointe à la standardisation des pièces, suppose une logique de production en série ainsi qu'une organisation du travail autour du principe de

spécialisation. Frappé par l'exemple du gouvernement britannique, qui vient d'acheter son usine d'Enfield « clé en main » aux Américains, il offre ses services au ministre de la Guerre de Napoléon III dès septembre 1855. Sa proposition reçoit en novembre une réponse favorable ²³.

- 11 Kreutzberger rédige alors un projet visant à obtenir une production annuelle de 25 000 armes ²⁴. Prudemment, le ministère ne donne pas suite mais l'invite à étudier les procédés en usage à Châtellerault, proche de Paris et dont les ateliers sont relativement concentrés sur le site, contrairement aux autres établissements. Son rapport, examiné par le Comité d'artillerie en mars 1856 ²⁵, tout en reconnaissant l'extrême habileté des ouvriers, révèle les faiblesses structurelles évoquées plus haut : certaines pièces pourraient par exemple être profilées plus simplement, ce qui autoriserait une fabrication mécanisée ²⁶ : *« En appliquant les procédés mécaniques à la fabrication des armes, je crois devoir déclarer qu'il sera nécessaire de créer de nouveaux modèles d'armes pour faciliter l'application des machines à la confection de certaines pièces : par exemple, la plaque de couche présente en dessous une courbure différente à la partie antérieure et à la partie postérieure. Si les deux courbures étaient égales, on pourrait les fraiser dans toute la longueur puis ensuite achever la pièce. La forme actuelle rend cette opération impossible avec un appareil ordinaire. En Amérique, toutes les formes des pièces d'armes ont été arrêtées en vue de l'application des procédés mécaniques et étudiées avec le plus grand soin. »*
- 12 La principale difficulté résulte néanmoins de l'absence, au sein des manufactures françaises, d'une conception globale de la production mécanique, si bien que les rares machines utilisées permettent seulement de réaliser des opérations particulières et partielles, sans accroître la productivité ni diminuer les coûts ou, surtout, permettre une véritable standardisation. D'où ce jugement sans concession ²⁷ : *« J'ai remarqué avec plaisir que l'on s'occupait d'améliorer les procédés en usage, mais comme les machines premières manquent complètement, il est à craindre que ces machines isolées, sans atteindre le but que l'on se propose, ne rendent le travail d'ensemble incomplet et coûteux. »* Fait typique, en 1859, la manufacture de Châtellerault, au sein de laquelle est menée depuis 1857 une expérience de mécanisation partielle de la production, ne possède toujours pas de machine à fileter les vis, alors qu'une confection standardisée de ces dernières serait fondamentale ²⁸. L'inexistence d'une culture « mécanicienne » se marque d'ailleurs par le peu de souci porté au réglage et à l'entretien ²⁹ : *« J'attribue les résultats médiocres de l'ébauchage et des opérations premières au mauvais état des machines existantes qui pour la plupart sont entièrement disloquées et d'une malpropreté impardonnable, et à l'absence de machines convenablement montées et entretenues. »*
- 13 Les conclusions de Kreutzberger sont extrêmement claires. Compte tenu de la configuration des ateliers, essentiellement organisés pour un travail manuel, et de la nécessité de former le personnel et l'encadrement au nouveau mode de production, la meilleure solution réside dans une introduction progressive de la mécanisation. Le Comité d'artillerie, de son côté, a bien conscience de la situation déplorable de l'armement militaire, ainsi que le révèle son rapport du 16 mars 1856 ³⁰ : *« On ne peut dissimuler que nos établissements se trouvent fort en arrière du progrès général ; ils sont restés stationnaires et routiniers, tandis que l'industrie privée prenait un essor qui l'a complètement transformée. À l'heure qu'il est, nos ouvriers travaillent encore comme on travaillait il y a soixante ans. Les machines sont peu nombreuses et d'un modèle qui n'est pas toujours le meilleur ni le plus nouveau. »* Persuadés de la pertinence des propositions de Kreutzberger, les responsables décident alors d'introduire à petite échelle (toujours à Châtellerault) les procédés

mécaniques³¹ sur une opération particulière, le garnissage des canons³². L'organisation de ce premier atelier expérimental offre une vision claire des débuts de la mécanisation : huit machines, mues par une force de quatre chevaux-vapeur transmise par un arbre unique, sont implantées les unes à la suite des autres conformément à la logique de production, l'ensemble étant complété par un banc à étaux destiné notamment au taraudage³³. Frédéric-Guillaume Kreutzberger a d'ailleurs laissé un plan relativement précis de cette première réalisation qui, en dépit de sa modestie, représente une véritable révolution conceptuelle et matérielle³⁴. Il suffit, pour s'en convaincre, de rappeler qu'en 1862, la manufacture de Saint-Étienne abritait au maximum cinq machines³⁵.

De l'expérimentation à l'application généralisée

- 14 L'atelier expérimental entre en fonctionnement au début de l'année 1857³⁶ et donne immédiatement toute satisfaction. Bien que le résumé d'inspection de 1858³⁷ se contente d'indiquer fort sobrement que « *l'installation des usines a reçu diverses modifications et devra en subir de nouvelles par suite de l'application des moyens mécaniques à la fabrication* », son succès explique vraisemblablement la démarche effectuée par le gouvernement impérial en janvier 1858. Désireux de mécaniser la production de fusils et de pistolets de guerre sur une grande échelle, les responsables du ministère prennent contact avec un constructeur américain, James T. Ames, de Chicopee (Massachusetts), pour négocier l'achat de l'ensemble des machines nécessaires au fonctionnement d'une usine susceptible de produire annuellement 50 000 armes. Ils suivent d'ailleurs en cela les conseils de Kreutzberger, qui estimait « *mauvais en principe d'acheter ou de faire construire des machines de côté et d'autre* »³⁸ et recommandait de s'en tenir à un seul fournisseur, respectant un cahier des charges précis.
- 15 Le 20 mai suivant, le colonel Bertrand, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, soumet au ministre de la Guerre tous les éléments du dossier³⁹. Les atouts de la mécanisation sont explicitement énoncés : « *Les avantages obtenus en Amérique pour l'emploi des machines peuvent se résumer ainsi : 1° Identité dans les produits. Des pièces d'armes quelconques, fabriquées à diverses époques, peuvent se remplacer l'une l'autre sans aucun ajustage nouveau. 2° Économie, par arme, environ 25 francs. Avant l'application des machines, un fusil semblable à celui d'Enfield aurait coûté 100 francs ; aujourd'hui, on le livrerait au prix de 75 francs. En France, où la main-d'œuvre est moins chère, on peut estimer qu'on arriverait à une économie de 6 à 7 francs par arme. 3° Remplacement des pièces d'armes dans les corps rendu très facile. 4° Puissance productive presque indéfinie (...).* »
- 16 La conclusion du rapport, prenant notamment en compte la question de la main-d'œuvre, se prononce toutefois nettement à l'encontre d'une mécanisation totale des manufactures : « *En présence de ces résultats, que l'on ne saurait révoquer en doute, il y aurait évidemment un grand intérêt pour la France à fabriquer les armes à l'aide des machines américaines, et si, dans ce moment, nous n'avions pas dans nos manufactures 2 200 ouvriers engagés pour l'arme à feu, il serait rationnel d'y introduire, le plus tôt possible, ce mode de fabrication. Mais avec un personnel aussi considérable, l'établissement immédiat de ces machines, dans les 4 manufactures, serait un grand embarras ; on ne pourrait pas d'ailleurs créer aussi brusquement un personnel de chefs d'atelier sachant les faire marcher convenablement (...). En résumé, je suis d'avis qu'il n'y a pas lieu à traiter, pour le moment, avec Monsieur James T. Ames, pour la fourniture d'un système complet de machines américaines.* »

- 17 De fait, le ministère se range à cette opinion. Entre-temps, le succès des premiers essais menés à Châtellerauld conduit les décideurs à leur donner de l'ampleur. Dès 1857, Kreutzberger prépare une nouvelle série de plans pour le forage, l'alésage et le polissage des canons. Les machines correspondantes, construites à Paris, sont livrées fin 1858, toujours à Châtellerauld, tandis que sont prises les dispositions nécessaires pour étendre les expérimentations à quelques ateliers de Tulle, comme le révèle l'inspection de 1859 ⁴⁰ : « À Châtellerauld et à Tulle, on continue d'être satisfait des essais entrepris pour l'application des moyens mécaniques à quelques détails de la fabrication, tels que le garnissage et le polissage externe du canon. »
- 18 De son côté, F.-G. Kreutzberger poursuit sa carrière au service de l'État, marquée (de 1856 à 1886) par des rapports parfois difficiles avec les officiers responsables du contrôle des fabrications d'armes, car tous ne considèrent pas cet employé civil comme un membre à part entière de l'institution militaire. Engagé à l'essai, chargé de superviser la modernisation de Châtellerauld et de Tulle, il effectue une mission d'étude en Angleterre en 1857, qui lui permet de visiter Enfield ⁴¹, et construit de nouvelles machines, dont une à forer les canons de fusil en acier, en liaison avec l'entreprise Petin et Gaudet ⁴². Devenu en 1859 « mécanicien » pour les Manufactures impériales d'armes (titre remplacé en 1865 par celui d'ingénieur mécanicien), il joue en quelque sorte le rôle de conseiller technique au profit des quatre établissements français ⁴³. Ses fonctions l'amènent à se rendre sur les sites en cas de nécessité ⁴⁴, mais surtout à mettre au point un certain nombre de machines-outils spécifiques à l'armurerie : machines à forer les canons, à aléser, à raboter ou à fraiser. Mises en œuvre dès 1860, elles servent notamment à la fabrication du fusil double de tirailleurs sénégalais ⁴⁵, muni pour la première fois de canons en acier et non plus en fer.
- 19 Le colonel René résume en quelques paragraphes cette phase d'expérimentation, qui s'étend de 1857 à 1862, voire 1866, lorsqu'est arrêté le choix du Chassepot : « Par sa proximité de Paris, par la concentration de ses usines, Châtellerauld se prêtait mieux que tout autre établissement aux essais sur les machines, ce fut donc cette manufacture qui fut choisie pour être transformée la première. Lorsque l'étude d'une machine était terminée, on la faisait construire et elle était dirigée sur Châtellerauld où elle était montée et mise en train. C'est ainsi qu'on arriva de proche en proche à fabriquer l'outillage mécanique du canon et à l'installer à Châtellerauld d'abord, puis à Tulle et à Saint-Étienne (...)»⁴⁶. Cela ne semble toutefois pas avoir été réalisé sans peine.
- 20 En 1862, le gouvernement impérial modifie radicalement sa position. Délaissant les demi-mesures que représentait l'introduction restreinte de machines à Tulle et Châtellerauld ⁴⁷, il décide de créer de toutes pièces une manufacture susceptible de construire « mécaniquement » 120 000 armes par an ⁴⁸, ce qui appelle deux remarques. Numériquement, le seuil retenu dépasse clairement celui de la production annuelle moyenne antérieure, qui s'établit entre 1851 et 1865 à 82 332 armes, le maximum étant atteint en 1863 avec 128 886 ⁴⁹. Ce chiffre de 120 000, déjà évoqué lors d'un plan de reconstruction de l'usine stéphanoise en 1857, prend néanmoins toute sa signification par rapport au projet initial du maréchal Niel, qui visait à organiser l'armée française, en cas de mobilisation, sur un pied de 1 200 000 hommes ⁵⁰. D'autre part, à la volonté de modernisation et de standardisation, tant du produit fini que des procédés de fabrication, s'ajoute un souci de réduction des coûts, surtout si l'on envisage une production de masse. Cette préoccupation budgétaire est bien évidemment présente à un moment où l'on veut à la fois augmenter les effectifs susceptibles de combattre en cas de conflit, et

doter les soldats d'un armement performant, qui ne les place pas en état d'infériorité face aux autres puissances européennes ⁵¹. De fait, l'aspect économique n'avait pas échappé aux inspecteurs des manufactures, qui notaient déjà, en 1864 ⁵², à propos de Tulle, que « les innovations introduites pour l'usinage et le garnissage du canon donnent d'excellents résultats et permettent de réaliser une économie de 1 F 00 environ par canon ». Le fusil de guerre ne constituant toutefois pas un produit marchand banalisé, on prend seulement en considération son prix de revient, sans se référer à un quelconque marché concurrentiel. Enfin, en filigrane, se pose toujours la question sociale du grand nombre d'ouvriers employés dans le cadre du mode de production traditionnel.

Mettre en œuvre la mécanisation

- 21 Mécaniser la fabrication des armes légères revient à construire des machines et à les installer dans les centres de production. Mais cette réalité, qui s'énonce si simplement, se décline en plusieurs champs d'action. Il s'agit d'abord de mettre au point des machines spécifiques à l'armurerie, sachant que le modèle d'arme réglementaire n'est fixé qu'en 1866, d'où un certain nombre d'essais, se traduisant par l'existence d'un parc encore restreint de machines. Entre-temps, à Saint-Étienne, les machines-outils modernes des Rives et de Chavanelle ont été installées en mars 1866 dans la nouvelle manufacture. Cette dernière est ensuite inaugurée officiellement le 22 avril, lorsque les génératrices de vapeur commencent à fonctionner, permettant de mettre en œuvre une petite chaîne de production destinée à construire une arme expérimentale, la « carabine de Vincennes » ⁵³, sachant que, dès l'année suivante, les machines feront l'objet de nouveaux réglages, afin d'être réemployées pour la construction du Chassepot.
- 22 Une fois prise la décision de doter au plus vite l'armée française du fusil modèle 1866 (le fameux Chassepot), les responsables gouvernementaux prévoient d'en commander plus d'un million d'exemplaires dans les années à venir, ce qui représente un accroissement énorme de la production (volontairement réduite à 36 000 armes en 1866, compte tenu du changement prévu du modèle réglementaire de fusil) ⁵⁴. Là encore, le rapport du colonel René résume les choix et la démarche des responsables de l'armement : « D'après les commandes faites par le Ministre aux quatre Manufactures, on fixa à 1 000 armes la production journalière minimum, ce qui supposait une fabrication d'environ 1 200 jeux de pièces, ainsi répartie : Saint-Étienne 600, Châtellerauld 200, Tulle 200, Mutzig 200. L'outillage devait être calculé en conséquence et fourni aux établissements dans le plus court délai. La fabrication des fusils devait néanmoins commencer immédiatement par les procédés manuels pour les pièces qui n'exigeaient pas impérieusement l'emploi des procédés mécaniques et prendre une extension progressive au fur et à mesure de l'arrivée et de la mise en marche des machines (...). Il fut donc décidé que l'on ferait construire ce matériel en France en employant toutes les ressources disponibles (...). »
- 23 La politique de mécanisation ne saurait toutefois se concevoir sans une adaptation des sites aux nouveaux procédés, ce qui revient à passer du système de manufacture dispersée, utilisant des méthodes artisanales ou semi-artisanales, à un système moderne, dans lequel ouvriers et machines sont regroupés dans des unités de production organisées rationnellement. Les documents donnent une image précise des conditions traditionnelles de travail dans le secteur de l'armurerie. Si l'on prend le cas de Saint-Étienne, la manufacture proprement dite se compose d'un bâtiment de réception des pièces installé à Chavanelle (l'une des principales places de la ville), et d'un centre de

production dans les faubourgs sud, l'usine des Rives (ainsi dénommée car elle borde un cours d'eau fournissant initialement l'énergie hydraulique). Mais un certain nombre d'ateliers, répartis en ville ou aux environs, complètent les Rives et approvisionnent la manufacture en pièces diverses. Un rapport de 1861 estime ainsi « *que la fabrication (...) est morcelée sur une étendue de plus de 10 km de long et 6 de large, sans compter l'annexe de Saint Héand ; que les ouvriers travaillant chez eux ne peuvent être surveillés suffisamment ; qu'ils trouvent dans le commerce libre des armes un appât considérable qui distrait les bons ; que les contrôleurs sont en nombre insuffisant pour cette surveillance, surtout si l'on tient compte de leur emploi nécessaire à des fabrications accessoires* »⁵⁵.

- 24 La situation s'avère identique dans les autres établissements : à Mutzig, en 1864 ⁵⁶, « *la plupart des ouvriers travaillent à domicile. Il n'existe d'atelier que pour les parties de la fabrication qui nécessitent de grands mouvements ou l'emploi de moteurs mécaniques* ». De même, à Tulle ⁵⁷, « *les cheminées, les calibres et instruments vérificateurs sont fabriqués au chef-lieu. À l'Estabournie et à Souillac, on forge les canons, une partie des baïonnettes, des baguettes, des chiens et des culasses. Toutes, les autres pièces de l'arme se confectionnent dans des ateliers particuliers ou boutiques appartenant aux ouvriers, en ville et en dehors de Tulle. Les centres de fabrication, au nombre de 8, existent dans des localités qui pour la plupart sont à 40 et même 60 km de Tulle. Le plus important, Treignac, où l'on fabrique les platines, est à 40 km de Tulle et nécessite la présence constante d'un contrôleur pour les recettes et la surveillance. Les pièces confectionnées dans les autres centres de fabrication sont apportées et reçues au chef-lieu. Cette dispersion des ateliers à des distances aussi grandes que 50 ou 60 km rend toute surveillance des ouvriers complètement impossible et cependant ne paraît pas nuire à la bonne qualité des produits* ». Il est évident qu'à l'occasion de l'assemblage, réalisé à Tulle, les différences entre les pièces de même type se révèlent, ralentissant la production et amenant des ajustements arme par arme qui rendent nécessairement plus difficile l'interchangeabilité, et donc à terme la réparation. Mais cette situation est fort logiquement identique à celle des autres manufactures, puisque tous les modes de production sont comparables.
- 25 Il convient donc de créer des usines modernes, afin d'abriter machines et chaînes de montage. Ce qui revient, en pratique, à adapter les bâtiments existants ou à en construire de nouveaux. En réalité, les deux solutions sont utilisées : « *Aussitôt qu'on eut pu se rendre compte approximativement du nombre des machines-outils que recevraient les Manufactures, les Directeurs furent invités à adresser des projets de construction ou d'amélioration des usines, ateliers et magasins. On ne peut entrer ici dans le détail de tous les travaux qui furent exécutés dans les Manufactures. En voici les principaux. À Châtellerault, on construisit une nouvelle usine de mille mètres de superficie, pouvant recevoir 71 machines-outils et mue soit par une turbine de 50 chevaux, soit par une machine à vapeur de même force suivant l'état des eaux de la Vienne. On acheva en même temps une aiguiserie de 30 meules. L'éclairage au gaz fut introduit (...). À Tulle, on transforma des bâtiments en ateliers mécaniques et pour remédier à l'insuffisance du cours d'eau, on disposa des locomobiles sur les points où la force motrice manquait.* » ⁵⁸
- 26 Mutzig posait de son côté un problème particulier, lié aux contraintes du mode d'exploitation ⁵⁹. L'effort essentiel de construction porte cependant sur le site de Saint-Étienne, où les autorités gouvernementales ont décidé d'édifier la fameuse usine, susceptible de fournir 120 000 armes par an, selon des normes rationnelles, ce qui permet à la fois de résoudre la question de la très grande vétusté des Rives ⁶⁰ et de bénéficier des ressources du bassin stéphanois, qui constitue à l'époque une zone majeure dans le secteur métallurgique, tant au point de vue de l'innovation qu'en ce qui concerne la production.

- 27 Le cas stéphanois apparaît ainsi tout à fait emblématique de cette volonté de mettre en place de nouveaux procédés. De fait, au-delà d'un simple regroupement des ouvriers, une réorganisation totale du travail est envisagée. Initialement, les concepteurs des divers projets, présentés en 1854, 1857, voire 1862, songeaient simplement à améliorer les conditions techniques antérieures, notamment par le biais d'une mécanisation partielle et d'une production d'énergie plus performante (où le recours à la force hydraulique demeurait incontournable⁶¹). Au regard des essais menés à Châtellerault par Kreutzberger, l'on envisage à partir de 1862 une véritable modification des procédés de fabrication grâce à l'utilisation systématique de machines-outils mues par la vapeur. Le nouvel établissement stéphanois doit en fait s'avérer très fonctionnel. Fort de son expérience et de ses observations aux États-Unis ou au Royaume-Uni⁶², Kreutzberger est au cœur de sa conception, trouvant là l'occasion de mettre en œuvre les idées qu'il exposait déjà dans ses rapports d'expertise de Châtellerault en 1856 et d'Enfield en 1857⁶³. En relation dans un premier temps avec le capitaine Bouchard, chargé de l'implantation des bâtiments⁶⁴, il imagine un projet d'organisation intérieure qui est retenu en 1863-1864 et répond en fait aux critères de rationalité et d'économie dans le déplacement des pièces.
- 28 L'étude des plans et les indications portées dans la notice rédigée par le capitaine Bouchard⁶⁵ révèlent que la logique de production règne sans partage. Les ateliers sont disposés à l'intérieur de deux bâtiments en H entre lesquels sont installés machines à vapeur et générateurs, selon un principe de distribution de la force motrice qui suppose une vision préalable de l'aménagement intérieur desdits bâtiments : « *Les machines-outils dans les ateliers sont groupées par nature de pièces à fabriquer.* »⁶⁶ L'implantation de l'ensemble des constructions est conçue « *de manière à diminuer autant que possible les transports* »⁶⁷. Parallèlement, un système de récupération de l'eau précédemment employée permet de réutiliser cette dernière, après décantation, pour l'alimentation des meules. Le choix des matériaux confirme aussi un réel souci de modernité : les charpentes de bois sont remplacées par des charpentes mixtes bois-métal tandis que l'emploi de planchers et persiennes entièrement métalliques permet de minimiser les risques d'incendie dans les magasins où sont conservés les bois de fusils. La véritable innovation, toutefois, ne réside pas dans les bâtiments eux-mêmes mais dans le remplacement systématique des procédés manuels de fabrication des armes par la fabrication mécanique. Enfin, la volonté de regrouper l'ensemble de la production sur un seul site⁶⁸ marque théoriquement la fin de la manufacture dispersée, qui semble réalisée peu avant la déclaration de guerre à la Prusse, en 1870⁶⁹.
- 29 L'édification de l'usine couvre une période de six ans, de 1863 à 1869, mais les premières chaînes de production commencent à fonctionner à partir d'avril 1867. Globalement, à la fin de 1867, les principales constructions sont livrées et réceptionnées, l'emprise totale de la nouvelle manufacture représentant un peu plus de cinq fois celle des Rives et de Chavanelle réunies.

Réussite et limites de la mécanisation

- 30 Les chiffres avancés par le colonel René dans son rapport montrent de façon éloquent la réussite du plan de mécanisation : « *Au moment où le nouveau modèle d'armes fut adopté [1866], les quatre manufactures présentaient une superficie d'usines et d'ateliers de 19 820 m². Elles disposaient d'une force motrice de 367 chevaux. 217 machines d'une valeur de 520 000 francs*

représentaient la portion mécanique de la fabrication. Une partie seulement était des machines-outils de nouvelle construction. Le personnel se composait de 14 officiers chargés de la fabrication, 100 contrôleurs, 2 817 ouvriers. Il y avait en outre 56 capitaines en second attachés aux manufactures pour y faire leur instruction (...). Les développements accomplis dans les manufactures pour l'exécution des grandes commandes d'armes Modèle 1866 peuvent se résumer en quelques lignes. La superficie des usines et ateliers a été portée de 20 000 m² à 60 000 m². La force motrice a été portée de 367 chevaux à 1 500 chevaux. Le nombre des machines-outils de 200 à 2 000. Le personnel des contrôleurs de 100 à 180, celui des ouvriers de 2 800 à 15 000. La production journalière de 100 à 1 400 armes. »⁷⁰

- 31 Quoique ne couvrant pas entièrement les besoins gouvernementaux, toujours croissants par rapport aux prévisions initiales, le rythme de production parvient néanmoins à répondre à la majeure partie des demandes. Les chiffres avancés par F. Crouzet ⁷¹ sont éloquentes : 845 720 Chassepot ont été fabriqués dans les quatre manufactures de 1866 à 1869 ce qui, compte tenu des délais d'organisation et de mise en route des chaînes, révèle à l'évidence le succès, en terme de volume de production, du plan de mécanisation, lorsque l'on se réfère aux quantités évoquées à propos de la période 1851-1865 ⁷².
- 32 Néanmoins, il convient de nuancer cette approche, dans la mesure où un certain nombre de faiblesses, structurelles ou conjoncturelles, ont malgré tout marqué ce processus de mécanisation. L'urgence du moment, le souci de produire immédiatement à tout prix, ont parfois empêché d'utiliser les nouvelles machines de façon optimale ⁷³. De même, le concept d'interchangeabilité n'a pas été entièrement respecté. En ce qui concerne le fusil proprement dit, les modèles de pièces arrivaient de Châtellerauld et étaient distribués aux trois autres manufactures. Mais le rapport René révèle l'absence d'identité parfaite, en pratique, entre les productions des quatre établissements : *« Les pièces du fusil Mle 1866 fabriquées en ce moment dans nos manufactures, ne sont pas échangeables ; tandis que les pièces des armes anglaises et américaines jouissent de cette propriété. Ceci tient à deux causes : la première, c'est que dans ces deux pays, on a imposé aux pièces les formes exigées par les mécaniciens pour le travail des machines, tandis qu'en France, les manufactures ont dû accepter et fabriquer tel quel le type de l'arme parce qu'on voulait une production immédiate et que la nouvelle étude qu'il aurait fallu faire au point de vue des machines aurait exigé un temps assez long ; la seconde, c'est que dans l'impossibilité où l'on s'est trouvé d'employer dès le début les machines les plus convenables pour chaque opération et dans l'obligation où l'on était de produire à tout prix, on a dû se contenter souvent de dégrossir à la machine. Ces deux causes réunies ont entraîné l'emploi d'une grande quantité de limeurs ; or, pour qu'une fabrication produise des pièces identiques, une des premières conditions est qu'elle soit entièrement mécanique. Ce résultat sera obtenu lorsqu'on n'aura plus à répondre aux exigences d'une production forcée. »*
- 33 Le choix d'un sabre-baïonnette, avec une lame yatagan, remplaçant pour le Chassepot la traditionnelle baïonnette à lame droite, constitue également un frein à l'interchangeabilité. La complexité du montage exige en effet un certain nombre d'interventions manuelles, qui mettent à mal la volonté de mécanisation totale et génèrent inévitablement de légères inexactitudes dans les cotes.
- 34 En fait, sans même prendre en compte l'urgence de la situation qui nécessite la réalisation d'un certain nombre de Chassepot par des firmes étrangères (ce qui accroît la difficulté à respecter strictement les normes de construction), il semble bien que la notion d'interchangeabilité ait connu des limitations dépassant le strict domaine technique pour toucher au facteur psychologique. La mécanisation des opérations se heurte en effet à des barrières mentales qui en limitent la portée dans un premier temps, jusqu'à ce que le

remplacement des générations et l'accoutumance aux procédés aient fait leur œuvre. Le *Dictionnaire militaire*, dans l'article « Fabrication des armes portatives »⁷⁴, exprime clairement ces pesanteurs, devinées de façon ténue au fil des rapports et des correspondances. Si bien que c'est seulement à partir de 1883 que l'on peut « voir les pièces pour armes à feu arriver dans l'atelier de montage sans qu'aucune d'elle eût passé par les mains d'un seul limeur, et se réunir en l'espace de quelques minutes pour composer une arme d'un fonctionnement irréprochable ». Ce qui corrobore en quelque sorte l'affirmation selon laquelle le fusil Lebel, construit à partir de 1886, est le premier à répondre intégralement au concept d'interchangeabilité.

Les inévitables mutations de la main-d'œuvre

- 35 Le passage à une production mécanisée et l'utilisation systématique de machines-outils entraînent nécessairement une modification des méthodes de travail, et donc des compétences requises. Tant que règne le mode artisanal (ou semi-artisanal), les ouvriers sont formés selon les traditions de l'armurerie, dans laquelle travaux de lime et de forge jouent un rôle prépondérant. La période d'expérimentation, de l'installation de l'atelier de Châtellerauld à la mise en place du parc de machines à partir de 1866, représente l'occasion de former une partie du personnel des manufactures aux nouvelles techniques de production.
- 36 Le résumé d'inspection de Saint-Étienne révèle cet état de choses sans ambiguïté⁷⁵. Ce souci d'acculturation touche d'ailleurs aussi bien les ateliers des Rives⁷⁶ que ceux, plus modestes, de Chavanelle⁷⁷. Parallèlement, quelques ouvriers partent temporairement à Paris s'initier à l'utilisation des nouvelles machines, chez le constructeur De Coster, sous la direction de Kreutzberger lui-même⁷⁸.
- 37 Parlant de l'année 1866, le rapport René révèle une situation en demi-teinte : « La production, d'après la commande, était de 36 000 armes pour l'armée. La fabrication mécanique n'était encore appliquée qu'au canon. Le personnel était bon, mais les ouvriers étaient attachés à la routine, hostiles à tout changement et souvent malveillants lorsqu'on introduisait une nouvelle machine. Néanmoins, grâce au zèle et au dévouement de quelques contrôleurs intelligents, les directeurs venaient à bout de surmonter ces difficultés que la faiblesse de la commande rendait moins inquiétantes. »⁷⁹
- 38 À partir des années 1866-1867, lorsque les chaînes de montage sont réellement opérationnelles, les critères de recrutement deviennent obligatoirement différents. L'avancée technologique suppose désormais la présence d'ouvriers tels que tourneurs ou fraiseurs, les armuriers, moins nombreux, étant quant à eux appelés à tenir des postes extrêmement spécialisés ou des fonctions d'encadrement⁸⁰. Kreutzberger avait parfaitement conscience de cette évolution inéluctable, qu'il évoquait dans son rapport de 1856⁸¹. De même, le projet « Ames »⁸² soulignait qu'au lieu de 1 800 armuriers qualifiés, la fabrication annuelle de 50 000 armes requerrait seulement « 1 200 ouvriers (presque tous jeunes gens ou manœuvres), dirigés par 20 contremaîtres, le tout contrôlé par 10 vérificateurs ». Le rapport René, qui s'appuie sur les évolutions réellement constatées, va dans le même sens⁸³. La mécanisation entraîne également une modification de l'encadrement : « Les officiers dirigeants, (je laisse de côté les officiers envoyés en manufacture pour leur instruction) étaient au nombre de 3 à Châtellerauld, à Tulle, à Mutzig et de 5 à Saint-Étienne ; on adjoignit un lieutenant d'ouvriers à chacun des Capitaines chargés des bâtiments à Châtellerauld, Saint-Étienne et Mutzig, ce qui donna un total de 17 officiers. C'est l'existant actuel.

Le nombre des contrôleurs dut être considérablement accru et comme on ne pouvait augmenter les cadres, on eut recours à des contrôleurs provisoires recrutés de diverses manières. On prit tous les contrôleurs en retraite qui demandèrent ou consentirent à rentrer ; on employa comme contrôleurs provisoires tous les candidats au grade de contrôleurs admis par le Comité, puis ceux qui avaient été proposés par les Directeurs et ajournés soit par le comité, soit par les Inspecteurs généraux ; enfin les ouvriers que les directeurs jugèrent aptes à remplir ces fonctions (...)».

- 39 Un certain nombre d'habitudes de travail disparaissent, remplacées par d'autres, beaucoup plus contraignantes. L'exemple stéphanois est, là encore, très parlant. Traditionnellement, les ouvriers armuriers jouissaient d'une liberté certaine. Une telle latitude d'action s'avère impossible à partir du moment où la production mécanisée entraîne nécessairement la fin de la manufacture dispersée et le regroupement dans des ateliers marqués par une discipline de travail beaucoup plus stricte. De ce point de vue, la description que fait le capitaine Dubessy ⁸⁴ de la nouvelle usine de Saint-Étienne met en valeur ce caractère d'unité de production industrielle close sur elle-même : « *Une ceinture complète de murs entoure la Manufacture et, pour l'isoler au nord et au sud des immeubles voisins, on a inséré dans le traité avec la ville une clause par laquelle l'administration municipale s'est engagée à établir et à entretenir en bon état de service, sur tout le développement des limites nord et sud, deux rues de dix mètres de largeur, chacune prise sur le terrain de la Manufacture. Ces rues dont l'État est propriétaire assurent complètement la sécurité à l'extérieur de l'établissement* ». La trop grande imbrication de la future manufacture avec le tissu urbain adjacent avait d'ailleurs constitué l'un des éléments négatifs qui avaient amené à rejeter le site de la plaine de Champagne au profit de celui du champ de manœuvre en 1863, compte tenu des préoccupations sécuritaires touchant des installations sensibles relevant de la défense nationale.

Conclusion

- 40 De cette étude naissent plusieurs réflexions. La mécanisation des manufactures d'armes représente d'abord, dans un secteur d'activité précis, le passage à une véritable civilisation technologique. L'étude détaillée de sa réalisation révèle le rôle prépondérant de l'État, dans la lignée de la tradition colbertiste, mais également conformément aux liens étroits noués entre science, armée et instances gouvernementales, de la fin du XVIII^e siècle à la Restauration ⁸⁵. Néanmoins, les officiers d'artillerie responsables du comité qui préside aux choix techniques dans le domaine de l'armement, selon un strict rationalisme technocratique, sont ici obligés de composer avec l'empirisme d'un praticien, Kreutzberger, dépourvu des qualifications scientifiques et universitaires qui fondent leur propre culture ⁸⁶. D'où peut-être les difficultés à admettre pleinement ce dernier en leur sein, tandis que l'action personnelle de Napoléon III et de son entourage immédiat semble à l'évidence peser dans le choix vers l'innovation.
- 41 L'on s'aperçoit ensuite que la mise en place de machines-outils de première génération (spécialisées dans une seule opération) garantit un usinage suffisamment précis pour permettre en théorie l'interchangeabilité des pièces. Néanmoins, cette dernière n'est généralisée en pratique qu'une quinzaine d'années plus tard, lorsque les erreurs de conception et d'utilisation des machines sont dépassées, que la fiabilité des outils a été améliorée par des progrès techniques constants et enfin que les dernières barrières psychologiques sont tombées. De plus, bien que le processus de mécanisation entraîne dès ses débuts une production à haut rendement et un abaissement des coûts, il faut attendre

les travaux de Gustave Ply⁸⁷, dans la décennie 1880, pour voir le respect des cotes (et des tolérances) devenir la fonction névralgique permettant d'aboutir réellement à la fabrication de pièces interchangeables.

- 42 Enfin, on ne saurait nier l'impact qu'a eu sur les industries privées le processus de mécanisation réalisé dans les manufactures d'armes. Le cas du bassin stéphanois, qui s'appuie sur la réalisation la plus aboutie à cet égard, semble exemplaire. La nouvelle usine construite spécialement pour répondre aux normes de la mécanisation représente en effet un exemple d'innovation organisationnelle pour de nombreuses entreprises de la filière mécanique (Dombret, Manufrance) ou textile (et l'on pense ici à la société Giron), jouant le rôle d'un facteur de modernisation qui s'inscrit pleinement dans le dessein économique du Second Empire, tandis que le passage dans le privé d'un certain nombre d'ouvriers de la manufacture constitue une autre forme de retombées positives.

NOTES

1. La capsule à percussion est un petit cylindre de cuivre fermé à un bout et garni d'un mélange de fulminate de mercure et de salpêtre. Elle remplace le silex pour fournir l'étincelle de mise à feu nécessaire au départ du coup. Le fusil a toujours un chien extérieur mais la substitution de la capsule au silex supprime quasi totalement les ratés de départ.
2. Les balles profilées, dont la trajectoire est plus rectiligne grâce aux rayures du canon, s'avèrent plus précises et possèdent une énergie cinétique plus importante que les balles rondes, tout en engendrant un effet de cavitation dont ces dernières demeurent dépourvues.
3. Le chargement par la culasse permet d'approvisionner l'arme en position couchée, chose impossible avec un fusil à chargement par la bouche. À la rapidité de tir ainsi générée s'ajoute nécessairement une moindre exposition au feu adverse. De plus, la baguette, indispensable pour tasser la charge introduite par la bouche, devient inutile, ce qui résout la question de sa perte fréquente sur le champ de bataille.
4. Le Dreyse est le premier fusil à verrou se chargeant par la culasse mis en service dans les armées modernes. Utilisant une cartouche combustible dans laquelle sont réunies l'amorce, la poudre et la balle, il est réellement employé dans des opérations de guerre à partir de l'insurrection badoise de 1847.
5. Outre sa fiabilité au départ du coup, le système à percussion permet une plus grande vitesse de tir : 3 coups par minute en moyenne, contre 2 avec une arme à silex (par comparaison, on obtient une vitesse moyenne de 6 coups par minute avec un Chassepot, et de 14 avec le fusil Lebel de la Première Guerre mondiale).
6. Le « vent » se définit comme la différence qui existe entre le diamètre de l'âme d'un canon et celui du projectile.
7. Les responsables militaires français tiennent un raisonnement identique pour l'artillerie puisque, conjointement à la fabrication de canons rayés modèle 1858-1859, est décidée, à partir de 1859, la rayure des anciennes pièces de 12 et de 24 à âme lisse.
8. La cadence de tir du Dreyse (8 coups/mn) stupéfie les observateurs militaires.
9. À l'époque, l'artillerie a en France la responsabilité des fabrications d'armes. Un organisme particulier, le Comité d'artillerie, est spécialement chargé de cette partie du service, ce qui

l'amène à étudier les diverses inventions ou améliorations qui lui sont soumises et à émettre un avis technique à leur propos.

10. Jusqu'alors, l'armée française utilisait une cartouche dépourvue d'amorce, respectant ainsi le principe de précaution qui veut que toute charge explosive soit séparée de son détonateur, la réunion des deux composants ne se faisant qu'au moment de la mise en service de ladite charge.

11. Le 3 juillet 1866, l'armée autrichienne équipée de fusils Lorentz à chargement par la bouche subit une écrasante défaite à Sadowa. L'infanterie prussienne, en revanche, s'illustre dans cette bataille par la puissance de feu du Dreyse, qui explique la disproportion des pertes : cinq à six soldats autrichiens tués pour un Prussien.

12. Le système Chassepot, inventé par le contrôleur d'armes dont il porte le nom, est adopté le 30 août 1866 et reste en service jusqu'en 1874. Sa balle de 11 mm rompt avec les calibres proches de 17 mm, hérités de l'Ancien Régime et du Premier Empire, dont les performances balistiques se révèlent moindres, notamment par suite d'une vitesse initiale insuffisante compte tenu de leur poids. Le système Chassepot donne naissance à une véritable famille d'armes : un fusil d'infanterie et un fusil de cavalerie, tous deux mis en service avant 1870, une carabine de gendarmerie à pied (1871), une carabine de cavalerie et de gendarmerie à cheval (1872) et enfin un mousqueton d'artillerie (1873).

13. La mise au point du système Chassepot débute en 1858. Le fusil adopté est le 4^e type (la 4^e version) de l'arme. Le fusil Remington, avec son système « rolling-block », pourtant supérieur au Chassepot, n'a pas été retenu dans la mesure où, en août 1866, l'armée française n'avait pas encore achevé les essais de cette arme.

14. Dès 1777 avait été envoyée à chaque manufacture une liste portant les dimensions de chacune des pièces du nouveau fusil réglementaire de l'armée française, le « modèle 1777 ». Parallèlement, afin de permettre une production normalisée, un collaborateur de Gribeauval, Honoré Blanc (d'abord armurier puis 3^e contrôleur de la manufacture de Saint-Étienne en 1763, enfin contrôleur général des manufactures) a réalisé un « coffret de vérification du modèle 1777 » (actuellement conservé au musée de l'Armée) contenant 41 gabarits métalliques de référence qui, par superposition ou introduction, permettent de mener à bien près de 200 contrôles de conformité des pièces fabriquées manuellement. Honoré Blanc s'efforce également de standardiser la production de pièces jusque-là réalisées manuellement en limitant, dans certaines opérations de fabrication, l'intervention humaine, par essence irrégulière.

15. En 1798 déjà, l'Américain Eli Whitney avait passé un contrat avec l'armée fédérale des États-Unis pour fabriquer 10 000 fusils. Il utilise à cette occasion des platines interchangeables. En 1813 ensuite, Simeon North obtient un contrat pour fournir, toujours à l'armée fédérale, 20 000 pistolets à pièces interchangeables. Mais il ne peut honorer la commande et livre seulement quelques centaines d'armes. Voir : PEAUCELLE(J.-L.), « Du concept d'interchangeabilité à sa réalisation », *Annales des Mines, Gérer et comprendre*, n° 80, juin 2005, p. 65.

16. Les quatre manufactures d'armes françaises sont en effet administrées selon le régime économique suivant : bâtiments et machines appartiennent à l'État, qui en concède l'usage à un soumissionnaire, l'entrepreneur, à charge pour ce dernier d'exécuter les commandes qu'il reçoit, selon un tarif fixé sur lequel un pourcentage constitue sa rémunération propre. En règle générale, l'entrepreneur fournit la matière première et emploie directement les ouvriers nécessaires à la fabrication.

17. Service historique de la Défense, archives de la Guerre (SHD/GR), 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.

18. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.

19. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.

20. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
21. Le lieutenant-général Jean-Baptiste Vaquette de Gribeauval (1715-1789) est à l'origine d'une application de normes strictes dans le matériel d'artillerie de la France d'Ancien Régime.
22. SHD/GR, 4 W 472, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
23. 23 SHD/GR, 4 W 472, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437. L'ensemble des renseignements concernant la démarche de F.-G. Kreutzberger est tiré des archives de l'artillerie.
24. Ce projet, en date du 18 janvier 1856, prévoit d'installer, dans un espace de 900 m², 115 machines de 34 types différents, mues par une force de 35 chevaux-vapeur. Le volume de main-d'œuvre nécessaire oscille entre 250 et 260 ouvriers.
25. SHD/GR, 4 W 472, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9437.
26. SHD/GR, 4 W 472, rapport Kreutzberger, mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9437.
27. SHD/GR, 4 W 472, rapport Kreutzberger, mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9437.
28. « Note sur les machines », décembre 1859, archives de la manufacture d'armes de Châtellerault. Voir :MARDER(P.), *L'arrivée de la guerre industrialisée : la guerre de Crimée, étape critique dans l'histoire politique et militaire de l'Europe*, thèse de doctorat dactylographiée, soutenue sous la direction du professeur N. Pietri, université Robert Schuman, Strasbourg III, 2003, p. 239.
29. SHD/GR, 4 W 472, rapport Kreutzberger, mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
30. SHD/GR, 4 W 472, rapport du Comité d'artillerie, 16 mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
31. SHD/GR, 4 W 472, lettre du président du Comité d'artillerie au ministre de la Guerre, 25 mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
32. Le garnissage des canons consiste notamment à assembler la culasse, la hausse et le guidon.
33. SHD/GR, 4 W 472, descriptif de l'atelier réalisé par Kreutzberger en 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
34. SHD/GR, 4 W 472, plan d'implantation de l'atelier réalisé par Kreutzberger en 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9437.
35. Archives GIAT Industries, dépôt au musée d'Art et d'Industrie de Saint-Étienne(GIAT-MAI), cote n° 17. Outre la machine à rayer les canons déjà évoquée, une lettre du directeur de Saint-Étienne à l'inspecteur des manufactures, en date du 7 juin 1862, nous apprend qu'il n'existe aux Rives que 4 autres machines.
36. SHD/GR, 4 W 490. Le « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1857 indique que l'on a installé à Châtellerault « *des machines servant à faire des essais sur le garnissage du canon par les moyens mécaniques* ».
37. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1858.
38. SHD/GR, 4 W 472, rapport Kreutzberger, mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
39. SHD/GR, 4 W 472, rapport du 20 mai 1858, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.

40. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1859.
41. GIAT-MAI, cote n° 48, « Rapport sur la fabrication des armes de guerre à Enfield en Angleterre par M. Kreutzberger ».
42. L'entreprise stéphanoise Petin et Gaudet souhaitait substituer l'acier au fer pour fabriquer les canons de fusil. Kreutzberger construit en 1858 une machine permettant de forer les canons dans des barres d'acier à un prix acceptable, ce qui rend le procédé économiquement viable et permet pour la première fois en Europe son utilisation à l'échelle industrielle.
43. GIAT-MAI, cote n° 17. Voir, par exemple les lettres des 10 et 24 janvier 1861 adressées à l'inspecteur des manufactures.
44. GIAT-MAI, cote n° 17, lettre du 20 juin 1861.
45. Le fusil double modèle 1861 dit « des tirailleurs sénégalais », destiné aux opérations outre-mer, possède deux canons juxtaposés. Pour la première fois dans l'histoire de l'armement réglementaire français, ces derniers sont en acier puddlé fondu et non plus en fer.
46. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
47. Ainsi, une lettre du 3 avril 1862 du ministère de la Guerre annonce au directeur de Châtellerault la décision d'acheter pour la manufacture 3 perceuses, 3 tours, une mortaiseuse et un limeur, soit 8 machines seulement (archives de la manufacture de Châtellerault citées par P. Marder, p. 241).
48. Ce que rappellera explicitement le « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1866 (SHD/GR, 4 W 490).
49. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes (1836-1866) ».
50. En réalité, en août 1870, le gouvernement impérial ne pourra réunir sur le Rhin que 250 000 soldats.
51. Outre la Prusse, un certain nombre d'États européens ont en effet déjà modernisé leur armement : Royaume-Uni (1853), Autriche (1855), Russie (1857), Wurtemberg (1857), Hesse (1858), Bavière (1858), Espagne (1859).
52. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1864.
53. La carabine de Vincennes (dont Saint-Étienne construira 586 exemplaires) est une arme de conception ancienne, utilisée exclusivement pour réaliser des essais balistiques.
54. F. Crouzet apporte des chiffres précis : de 1866 à 1869, les quatre manufactures impériales d'armes ont fabriqué 845 720 Chassepot. Si l'on ajoute à cela la production du premier semestre 1870 et les Chassepot construits dans diverses manufactures étrangères ou par des entreprises civiles, on arrive à un total de 1 037 555 fusils modèle 1866 détenus par l'armée française au 1^{er} juillet 1870. L'on est proche de l'objectif initial poursuivi par le régime impérial de 1,2 million de Chassepot en 4 ans (« Recherches sur la production d'armements en France (1815-1913) », *Revue historique*, Tome CCLI, p. 54, note 4).
55. GIAT-MAI, cote n° 17, lettre du 1^{er} août 1861 à l'inspecteur des manufactures.
56. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour 1864.
57. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour 1864.
58. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
59. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures Impériales d'armes, 31 décembre 1868.

60. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1862.
61. GIAT-MAI, cote n° 337, lettre du directeur à l'inspecteur des manufactures, 8 février 1862. En 1862 encore, les projets de reconstruction des Rives évoquaient la possibilité d'utiliser l'énergie hydraulique pour faire fonctionner la nouvelle usine.
62. Kreutzberger a visité Enfield en 1857 et rédigé à son retour un rapport détaillé, enrichi de croquis. En 1862-1863, il effectue un second voyage d'étude, donnant lieu à l'élaboration d'un nouveau document (GIAT-MAI cote n° 48, « Rapport sur la disposition des bâtiments et l'installation des machines dans les manufactures d'armes en Amérique et en Angleterre par M. Kreutzberger »).
63. SHD/GR, 4 W 472, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437, rapport Kreutzberger, mars 1856 et GIAT-MAI, cote n° 48, « Rapport sur la fabrication des armes de guerre à Enfield en Angleterre par M. Kreutzberger ».
64. GIAT-MAI, cote n° 19. Le capitaine d'artillerie Bouchard est, de 1862 à 1870, l'officier chargé des bâtiments et des machines au sein de la manufacture de Saint-Étienne. Responsable de la construction, il dirige un véritable bureau d'architectes, composé du capitaine Maguin et du lieutenant Bernard, auxquels se joint, à partir de 1866, le sous-lieutenant Kreyder.
65. Archives départementales de la Loire (ADL), 4 ETP, archives GIAT Industrie, article n° 5, « Construction de la manufacture d'armes impériale » « Notice sur la construction de la Manufacture d'armes de Saint-Étienne », rédigée par le capitaine Bouchard le 18 février 1869.
66. ADL, 4 ETP, archives GIAT Industrie, article n° 5, « Construction de la manufacture d'armes impériale » « Notice sur la construction de la Manufacture d'armes de Saint-Étienne », rédigée par le capitaine Bouchard.
67. ADL, 4 ETP, archives GIAT Industrie, article n° 5, « Construction de la manufacture d'armes impériale » « Notice sur la construction de la Manufacture d'armes de Saint-Étienne », rédigée par le capitaine Bouchard.
68. GIAT-MAI, cote n° 13, lettre n° 75 du 13 novembre 1866. Fin novembre 1866, les bureaux et la caisse de l'entreprise quittent l'ancienne manufacture, place Chavanelle, pour l'usine du Champ-de-Mars.
69. Il ne s'agit cependant pas là du premier exemple de concentration dans le domaine de l'armement militaire. En effet, dès 1860, avait été prise la décision de réunir à Bourges les ateliers de construction d'artillerie jusqu'alors répartis sur 5 sites dépendants de l'arsenal de Strasbourg.
70. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
71. Voir note n° 52.
72. Voir note n° 47.
73. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
74. *Dictionnaire militaire*, t. I, p. 1206.
75. SHD/GR, 4 W 490, « Résumé des livrets d'inspection générale des Manufactures d'Armes » pour l'année 1864.
76. GIAT-MAI, cote n° 29, lettre de l'inspection des manufactures au directeur de Saint-Étienne, 29 novembre 1864.
77. GIAT-MAI, cote n° 19, lettre du 8 janvier 1864.
78. GIAT-MAI, cote n° 29, lettres des 23 juin 1864, 25 et 29 novembre 1864 de l'inspection des manufactures au directeur de Saint-Étienne. De même, une fois l'installation réalisée, Kreutzberger continue de superviser la mise en route de l'usine. Un courrier du 11 octobre 1867 annonce ainsi sa venue à Saint-Étienne, le 21 suivant, durant une semaine, afin d'étudier le fonctionnement des machines-outils.

79. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
80. R. Dubessy (*Historique de la Manufacture d'armes de guerre de Saint-Étienne*, p. 558) donne une grille de salaires qui permet de cerner précisément cette hiérarchie : un employé aux machines gagne quotidiennement 2,5 frs à 3,5 frs, un limeur-ébaucheur 4 à 5 frs, un limeur-ajusteur ou un monteur de fusil 5 à 6 frs, et enfin un perceur ou un dresseur de canon 6 à 7 frs.
81. SHD/GR, 4 W 472, rapport Kreutzberger, mars 1856, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
82. SHD/GR, 4 W 472, rapport du colonel Bertrand, 20 mai 1858, archives de l'artillerie, « Commission des armes à feu portatives – Fabrication, machines et instruments », dossier 9 437.
83. SHD/GR, 4 W 488, rapport du colonel d'artillerie René, inspecteur des Manufactures impériales d'armes, 31 décembre 1868.
84. DUBESSY (R.), *Historique de la Manufacture d'armes de guerre de Saint-Étienne*, p. 564.
85. Voir à ce propos les analyses développées par Patrice Bret dans : *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France, 1763-1830*.
86. Voir à ce propos les analyses développées par Bruno Belhoste dans son article « La culture technocratique des armes savantes », *Deux siècles d'histoire de l'armement en France*, sous la direction de D. Pestre, p. 47-55.
87. Gustave Ply, directeur de l'atelier de Puteaux à partir de 1886, a notamment publié *Étude sur l'organisation du service technique dans les manufactures d'armes*. Voir à son propos l'article de Frédérique Barnier, « Aux origines du taylorisme à la française : Gustave Ply », *Entreprises et Histoire*, p. 95-105.

RÉSUMÉS

La révolution industrielle s'étend à tous les secteurs de l'industrie. La guerre de Crimée révèle les performances accrues, en termes de portée et de précision, des fusils à canon rayé. Les diverses armées sont dès lors amenées à adopter de nouvelles formations tactiques et à renouveler leur armement, désormais démodé. Soucieux de modernité, le Second Empire décide, en 1862, de remplacer la production artisanale des armes militaires individuelles par la fabrication mécanique, grâce à l'emploi systématique des machines-outils, qui garantit l'interchangeabilité des pièces. De 1863 à 1868 est construite à cet effet, à Saint-Etienne, une usine ultramoderne, tandis que les autres manufactures (notamment Châtellerauld) sont partiellement modernisées. Parallèlement, les expériences destinées à choisir un nouveau fusil pour l'armée française aboutissent à retenir le Chassepot modèle 1866. La construction de ce dernier par voie mécanique débute aussitôt et ne cesse de croître jusqu'en 1870, concrétisant le franchissement d'un seuil technologique dans l'armurerie militaire nationale.

The Industrial Revolution extended to all sectors of industry. The Crimean War revealed the improved performance, in terms of range and accuracy, of rifled guns. Various armies were therefore led to adopt new tactical formations and to renew their weapons, now obsolete. Conscious of the need to modernize, the Second Empire decided in 1862 to replace the artisanal production of individual military weapons with mechanical manufacturing, thanks to the systematic use of machine tools, which guaranteed the interchangeability of parts. From 1863 to 1868 an ultramodern plant was built for this purpose in Saint-Étienne, while other manufacturers

(including Châtellerault) were modernized partially. In parallel, tests to choose a new gun for the French army led to the retaining of the Chassepot model 1866. The construction of the latter by mechanical means began immediately and continued to grow until 1870, thereby crossing a technological threshold in the national military armory.

INDEX

Mots-clés : armement, industrialisation, manufacture d'armes

AUTEUR

JEAN-FRANÇOIS BRUN

Enseignant-chercheur et colonel de réserve, il est également directeur de la Faculté de sciences humaines et sociales de l'université Jean Monnet de Saint-Étienne. Il est spécialisé dans l'étude de l'histoire militaire et des économies de guerre.