Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

21 | 1999

Des arts et métiers aux chemins de fer : Pierre Arnollet
X1796, Paulin Talabot X1819

Heurs et malheurs d'un polytechnicien de l'an V : Pierre Arnollet (1776-1857), ingénieur des Ponts et Chaussées

Paul Barbier

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/886>

DOI : 10.4000/sabix.886

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 1999

Pagination : 21-64

ISBN : 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Paul Barbier, « Heurs et malheurs d'un polytechnicien de l'an V : Pierre Arnollet (1776-1857), ingénieur des Ponts et Chaussées », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 21 | 1999, mis en ligne le 20 août 2012, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/886> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.886>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

Heurs et malheurs d'un polytechnicien de l'an V : Pierre Arnollet (1776-1857), ingénieur des Ponts et Chaussées

Paul Barbier

La Jeunesse. « Volontaire de la Côte-d'Or » en 1793

- 1 Pierre Jean-Baptiste Arnollet est né à Pontailleur sur Saône (Côte d'Or) le 21 mai 1776, son père est avocat au Parlement de Bourgogne. Il entre en 1787 comme boursier en 5^{ème} au collège Godran de Dijon. Le collège est un établissement réputé avec des professeurs distingués comme l'abbé Bertrand et Pierre Jacotot (futur examinateur de l'École et premier bibliothécaire de l'Ecole centrale des Travaux publics). Mais la Révolution bouleverse la vie du collège et en 1792, Pierre Jacotot, professeur de physique, devient principal : les biens du collège (très importants) sont attribués en 1793 à la Nation.
- 2 Pendant ce temps, Fouché, en mission à Dijon, intervient auprès du Directoire départemental pour lever des troupes destinées à combattre la rébellion lyonnaise. La Côte-d'Or n'est pas enthousiaste, mais finit par constituer un Bataillon de Volontaires. Arnollet s'engage alors dans ce 8^{ème} Bataillon de Volontaires de la Côte-d'Or. Le Bataillon (550 hommes au lieu des 800 prévus) quitte Dijon début août, il arrive à Limonest (banlieue de Lyon). Après une période d'instruction, le rôle de ses soldats se bornera à la garde du Quartier Général, il n'interviendra qu'une fois sur le champ de bataille, le 28 Septembre.
- 3 Lyon se rend finalement le 9 octobre et il est décidé de renvoyer le 8^{ème} bataillon à Dijon. S'il n'a pas connu la gloire des combats (d'une guerre civile), il ne connaîtra pas la honte de la répression sanglante qui débute le 11 octobre. Nos vaillants bourguignons, peut-être marris du rôle qu'ils ont joué, n'entendent pas rentrer à Dijon

sans une attestation collective de civisme et de loyalisme. Ils obtiennent un satisfecit des représentants en mission, et un certificat imprimé est remis à chaque volontaire, dont Arnollet. (Fig 1)

- 4 Le bataillon quitte le 16 octobre la ville de Lyon (ou plus exactement « Ville Affranchie », nom révolutionnaire de la ville débaptisée en punition de sa rébellion). Le bataillon rentre à Dijon le 21, et on retrouve Arnollet sur la liste des élèves du Collège Godran en janvier 1794.

Fig. 1 – Certificat délivré aux soldats du 28^{ème} Bataillon de volontaires de la Côte d'Or

L'Ecole centrale des Travaux publics et Polytechnique

- 5 Arnollet est répertorié dans l'Annuaire général de l'École polytechnique comme élève de la promotion de l'an V (1796). La réalité, révélée par sa fiche matricule, est plus complexe.
- 6 Le citoyen Arnollet est en effet entré à l'Ecole centrale des Travaux publics dès le 3 nivôse an III (21 décembre 1794). Il a été examiné à Dijon et nommé élève par arrêté des 3 comités de Salut Public, d'Instruction publique et de Travaux publics, daté du 5 frimaire (26 novembre). Il a fait partie de la première promotion de 350 élèves auxquels s'ajouteront un contingent supplémentaire de 40 nouveaux reçus en janvier 1795.
- 7 Le régime de l'École était alors celui de l'externat. Les locaux affectés aux cours étaient des dépendances du palais Bourbon, et un amphithéâtre de 400 places avait été aménagé à l'Hôtel de Lassay.
- 8 Le problème du logement est soigneusement examiné dans un texte, vraisemblablement de la plume même de Prieur de la Côte-d'Or qui définit

« les moyens assurés et convenables d'existence et de logement à Paris. Il est de notre devoir de tranquilliser leurs parents, en prémunissant ces jeunes citoyens contre les dangers et les embarras (sic) qui résulteraient infailliblement de leur jeunesse et de leur inexpérience s'ils étaient abandonnés à eux-mêmes, sans aucune surveillance. Ces moyens simples et naturels consisteraient à les mettre en pension chez de bons citoyens, vivant de leur travail et aimant à se rendre utiles, et recommandables par leur patriotisme et par la pratique des vertus républicaines, qui pourront leur donner les mêmes soins, exercer sur eux la même surveillance que des Pères doivent avoir sur leurs Enfants ».

- 9 Et ces hôtes sans-culottes se comporteront de façon si admirable qu'ils resteront dans l'histoire sous le nom de « Pères sensibles ». Grâce à la fiche matricule d'Arnollet, le nom de son logeur à cette époque est même connu : le citoyen Boullanger, 602 rue de Lille.
- 10 Mais Arnollet ne reste pas longtemps à Paris, il quitte l'École le 28 Prairial (16 Juin 1795) « pour cause de maladie ». C'est l'époque où Monge, fondateur et Directeur de l'École, est obligé de se cacher pendant quelque temps à la suite de la répression de l'insurrection jacobine. C'est aussi l'époque où les conditions de vie à Paris devenant très difficiles (raréfaction des denrées, hausse des prix), un certain nombre d'élèves quittent l'École pour rentrer dans leur famille. Ce que fait Arnollet, mais il ne renonce pas pour autant à l'École. Il passe un nouvel examen à Dijon en brumaire an V (novembre 1796) et est admis à l'École qui a pris son nom définitif de Polytechnique. Son « Père sensible » est cette fois le citoyen Vernier, rue du Conseil des Cinq Cents. Le 1^{er} brumaire an VI (22 octobre 1797), il obtient du directeur la permission de s'absenter jusqu'au 1^{er} nivôse (21 décembre). La raison de ce congé n'est pas précisée, peut-être simplement la fin de l'année d'études.
- 11 Une lettre du Ministre de l'Intérieur du 5 nivôse (donc quelques jours après son retour à Paris), nomme Arnollet « élève supplémentaire de l'École des Ponts et Chaussées ». En outre, un arrêté du Conseil de l'École le nomme « chef de brigade », il reste donc toujours à l'École. Il la quitte le 1^{er} floréal an VI (21 avril 1798) suite à une lettre du ministère de l'Intérieur qui le requiert « pour cause de service public ». Il ne se doute probablement pas de ce que signifie cette affectation imprécise et mystérieuse.

L'expédition d'Égypte (1798-1801)

- 12 Car la destination d'Arnollet n'est autre que l'Égypte, dans le cadre de l'expédition militaro-scientifique préparée en secret par Bonaparte. Arnollet embarque le 27 mai sur le « Timoléon », armé de 74 canons. Après l'escale et la prise de Malte, la flotte arrive le 1^{er} juillet sur une plage proche d'Alexandrie, qui est prise le lendemain.

Fig. 2 - Carte « Egypte et Syrie »

Extrait de 1'« Atlas pour servir à l'intelligence des campagnes de la révolution française » M. Thiers.
Collection, Bibliothèque de l'Ecole polytechnique.

- 13 Les Mamelouks de Mourad Bey et d'Ibrahim sont écrasés le 21 à la bataille des Pyramides, ouvrant aux Français les portes du Caire. Bonaparte y établit son quartier général. Alors que Mourad Bey parlemente avec les Français, la destruction de la flotte d'invasion par Nelson à Aboukir (1er août) le pousse à reprendre les armes et à se retirer vers le sud. Desaix est chargé de poursuivre Mourad et d'opérer la conquête de la Haute Egypte (Fig. 2).
- 14 Le 2 août le Quartier Général ordonne au général Berthier : « Vous ferez reconnaître le citoyen Arnollet comme agent français de la province d'Atfyeh », ville sur la rive droite du Nil, à 6 Km au sud du Caire, qu'on dit être l'antique Aphroditopolis grecque.
- 15 Le général Rampon, chargé de prendre le commandement de la province arrive à Atfyeh le 5, très probablement avec Arnollet. Les habitants paraissent faire bon accueil aux Français, mais une insurrection, provoquée par une réquisition de chevaux, est fomentée par les chefs musulmans. Le 10 août au matin, le logement du général est attaqué ; Rampon se retire avec sa troupe sur la rive du Nil où sont mouillés deux avisos français. Des tirs venant de la rive gauche atteignent les avisos, il y a des blessés sur le « Sans Quartier ».
- 16 Donzelot, adjoint général, informe le Quartier Général du soulèvement d'Atfyeh. Le 22, le Quartier Général informe Desaix qu'il doit partir de suite avec 1 500 hommes et une escorte de bâtiments armés pour soutenir Rampon à Atfyeh, et poursuivre Mourad. Bien qu'aucun témoignage direct n'en fasse foi, il est probable qu'Arnollet se trouva pris dans cette insurrection, mais la date de son départ d'Atfyeh ne peut être précisée : peut-être en septembre, lorsque Bonaparte fit appel à des éléments indigènes pour l'organisation des forces de police, et même pour des emplois militaires. Le 2

septembre, est créée dans le corps des guides une compagnie turque et le 4, Hassan-Torbadji reçoit avec un brevet de chef de bataillon, le commandement de la province d'Atfyeh.

- 17 On sait qu'Arnollet fut désigné comme membre d'une des deux commissions désignées pour l'étude de la Haute-Egypte, celle dirigée par Fourier avec mission d'étudier les bas-reliefs et de chercher à interpréter les inscriptions des monuments. Faisaient également partie de cette commission : Chabrol de Volvic et Lancret, ingénieurs des Ponts et Chaussées, Jomard, Vincent, Redoute, Delile (botaniste), Geoffroy Saint-Hilaire (zoologiste) ; or Arnollet ne semble avoir jamais mis les pieds en Haute Egypte, à la suite de Desaix, ce qu'il dira d'ailleurs regretter amèrement plus tard.
- 18 Que fait Arnollet ? Dans une lettre adressée au directeur général des Ponts en 1805, il résume ainsi ses états de service en Egypte « J'ai été employé à divers travaux de communications extérieures, à la reconnaissance de l'ancien canal (celui des pharaons) et des côtes et ports de la Mer Rouge en Egypte et sur la côte de l'Asie opposée ».
- 19 Quelques mots sur l'intérêt de Bonaparte pour ce canal ; l'arrêté du Directoire du 12 avril 1798 définissant les objectifs de l'expédition mentionnait entre autres : « le général en chef fera couper l'isthme de Suez ». Bonaparte s'intéresse personnellement à l'affaire et, fin 1798, il se rend du Caire à Suez, en compagnie de membres de l'Institut d'Egypte, dont l'ingénieur en chef des Ponts Le Père. Le 30 décembre, il est heureux d'être le premier à retrouver au nord de Suez des traces de l'antique canal, et il le suit sur 5 lieues. Il reviendra au Caire au début de 1799, en suivant toujours le tracé de l'ancien canal et l'oued Toumeilat ; il reconnaît de nombreux vestiges et enthousiasmé par cette reconnaissance, ordonne à Le Père de faire un relèvement topographique de l'isthme de Suez. Arnollet participe-t-il à cette reconnaissance ? Peut-être à l'aller, car il est bien à Suez au début de 1799, mais va se trouver mêlé à une nouvelle aventure, qui faillit se terminer tragiquement.

L'affaire de Cosseir (février 1799)

- 20 Au cours de sa visite à Suez, Bonaparte se préoccupe du sort du port de Cosseir, sur la Mer Rouge, d'importance stratégique car il commande les communications maritimes entre la Haute Egypte et l'Arabie, d'où partent des renforts pour les troupes musulmanes. Le 15 janvier il prescrit au vice-amiral Ganteaume d'envoyer une expédition maritime de Suez vers Cosseir. Il prévoit une flotille de 4 chaloupes canonnières avec une centaine d'hommes. Ganteaume devra s'emparer du port, et du fort qu'il fera mettre en état de défense ; il se mettra en rapport dès son arrivée avec Desaix qui remonte toujours la vallée du Nil, et est arrivé à Assiout le 25 décembre 1798.
- 21 Mais l'expédition est retardée, Ganteaume est rappelé le 23 janvier au Caire pour organiser les forces navales participant à la campagne de Syrie. La mission de Cosseir est confiée au lieutenant de vaisseau Collot.
- 22 Deux polytechniciens bourguignons Arnollet et Champy fils (Jean-Nicolas) vont participer à cette expédition ; ils doivent en profiter pour collectionner en cours de route les minéraux de la région. Arnollet donnera peu de détails sur cette « expédition malheureuse ». Mais de la Jonquière, dans son ouvrage sur l'expédition d'Egypte cite in extenso un rapport anonyme adressé par un participant du Caire au général Caffarelli, chargé de l'organisation matérielle de la commission des savants, décrivant toutes les

péripéties de l'expédition. De la Jonquière note que « ce rapport semble avoir été rédigé par un officier du Génie, un membre de la Commission des Sciences et Arts ». Peut-être Champy ou Collet-Descotils, ingénieur des Mines, qui participèrent à la rédaction du Chapitre « Minéralogie » de la « Description de l'Égypte » ?

- 23 Une première tentative de départ échoue, par suite de vents contraires. L'appareillage effectif a lieu dans la nuit du 13 au 14 pluviôse (1^{er} ou 2 février 1799) par vent favorable. Le 3 février, la flottille mouille près d'une des îles Jubal, inabordable à cause des bancs de roches. Le 4, arrivée à l'île Chedouan (ou Shadwan) face à la pointe de la presqu'île du Sinai, inabordable à cause des bancs de corail (Fig.3).
- 24 A midi, le 7, la flottille arrive en vue de Cosseir où des bâtiments ennemis sont rangés le long du rivage ; la ville est dominée par un château avec deux tours portant des pavillons. Toute la ville est bondée de gens armés, avec un groupe de cavalerie et un corps d'infanterie. Une dizaine de bâtiments, dont les plus grands ont 12 pièces de canon, sont mouillés dans le port. Le commandant Collot, sur le « Tagliamento » fait mouiller à la tête du banc des rochers. Au moment où l'ancre est jetée des coups de fusils partent des bâtiments turcs, le commandant fait couper le câble et riposte par quelques coups de canon.
« L'affaire commençait à s'engager lorsque la chaloupe du commandant saute à son troisième coup de canon »...
- 25 Le bâtiment incendié s'échoua sur le rivage, tout l'équipage et les soldats périrent.
- 26 La flottille doit se retirer mais reste deux jours à louvoyer devant Cosseir, sans pouvoir remonter vers le nord. Elle reste encore deux jours près de l'île de Chedouan, repart le 12, le 14 elle mouille à la pointe d'Hamman :
« le fond est de sable, l'abri très bon contre les vents. Je suis descendu à terre, mais n'ai point trouvé les eaux chaudes qu'on dit y exister. La montagne est très élevée, calcaire, et contient une mine de fer abondante ».
- 27 Enfin, la flottille rentre à Suez le 19. Jollois écrit dans son journal, fin février
« Arnollet est revenu de l'expédition de Cosseir. Cette expédition, composée de quatre petites barques pontées portant une quinzaine de pièces de canon, a été très malheureuse à cause de la mésintelligence qui régnait entre l'officier de terre (le chef de bataillon Falcy du 25^e de ligne) et celui de mer (Collot), et plus encore par l'ignorance de l'officier de mer. Les commandants de terre et de mer, Pourtat, dessinateur, et 15 hommes de "l'Invincible", 32^e demi brigade, moururent en cette occasion. Arnollet l'a encore échappé belle cette fois, il n'a tenu à rien qu'il se trouvât sur le bâtiment amiral ». (Jollois fait erreur sur le bateau amiral qui, d'après La Jonquière et d'autres documents, était bien le « Tagliamento »).
- 28 Arnollet évoque brièvement cette affaire dans sa lettre de 1805 :
« Les événements de la guerre ont forcé d'interrompre cette reconnaissance (des côtes de la Mer Rouge) après deux expéditions malheureuses ; dans la seconde, la flottille sur laquelle je me trouvais a essuyé un échec considérable et a perdu son plus fort bâtiment dans le combat soutenu devant Cosseir ».
- 29 En 1831, il se plaindra à l'occasion de la liquidation de sa pension.
« Je demande qu'on ait égard à la nature du service à l'Expédition d'Égypte pendant laquelle, jusqu'au moment où la fatigue m'a mis à deux doigts de la mort, j'ai toujours été employé militairement, conduisant dans le désert les reconnaissances militaires. Enfin lors de l'expédition par mer du port de Cosseir, j'ai vu périr à mes côtés les deux-tiers de mes compagnons. »

- 30 Et Arnollet s'indigne de ne pouvoir bénéficier des avantages consentis aux militaires en campagne.

Fig. 3 – Carte « Isthme de Suez et presqu'île du Mont Sinai »

Extrait de « L'expédition d'Egypte 1798-1801 » par C. de la Jonquière T3. Collection bibliothèque de l'Ecole polytechnique

- 31 Dans l'article nécrologique de l'« Union Bourguignonne » du 23 février 1857, Maximin écrit
- « l'affaire de Cosseir le compte au nombre de ses plus intrépides officiers, il fut le seul qui réussit à revenir au Caire. Son retour paraissait si peu probable que la nouvelle de sa mort avait été envoyée en France et pendant longtemps, sa famille déplora un malheur qu'elle tenait pour certain ».
- 32 Que devient la division Desaix pendant ce temps ? Arrivé autour du 20 février à Kous d'où part une route vers Cosseir, Desaix est convaincu que la prise de Cosseir est nécessaire à la victoire définitive et forme le projet d'une expédition à travers 150 Km de déserts et de montagnes. Mais la flottille de ravitaillement est retenue par un vent violent et n'arrive à Kous que le 26 février. Les Mamelouks repoussent l'offensive et l'expédition vers Cosseir est ajournée jusqu'en mai. Après quelques victoires sur les Hedjaziens en avril, Desaix envoie, début mai, le général Belliard à la conquête de Cosseir. Celui-ci ne part que le 24 et s'empare du fort de Cosseir le 30, sans grande résistance ; une garnison est installée sous les ordres de l'adjutant général Donzelot.
- 33 Il n'y a donc pas eu de coordination entre les deux expéditions ; Bonaparte avait prévenu le 3 février Desaix du départ de Collot pour Cosseir en signalant qu'il devait arriver par bon vent vers le 4 (en réalité la flottille arrive le 7) et que Collot lui expédiera des messagers pour le prévenir de la prise de Cosseir, mais Bonaparte n'a pas envisagé une attaque combinée de Cosseir par terre et par mer. De toute façon Desaix

n'était pas en mesure d'intervenir efficacement avant la fin février ; il ne recevra la lettre de Bonaparte que trois semaines après le désastre de Cosseir. Les possibilités et les temps de transmission n'étaient évidemment pas les mêmes qu'aujourd'hui !

- 34 Arnollet écrira que, gravement malade il a dû quitter l'Égypte sans avoir pu participer « aux recherches curieuses de nos camarades en Égypte supérieure ». Il ne quittera l'Égypte qu'en juin 1801, alors que, fin janvier, certains ingénieurs (Costaz et Descotils) sont déjà partis. Jollois note alors qu'Arnollet et quelques autres « paraissent près d'obtenir leurs passeports ».
- 35 Le 16 prairial an IX (4 juin 1801) un ordre du général Menou déclare
« qu'il est permis aux citoyens Le Père,... Lancret, Chabrol, Jollois, Arnollet, Caristie... ingénieurs des Ponts et Chaussées, de s'embarquer sur le vaisseau "l'Oiseau", commandé par le citoyen Murât et de se rendre en France par la route qui paraîtra le plus convenable au commandant du bâtiment ».
- 36 Ainsi s'achève l'expédition militaro-scientifique d'Arnollet en Égypte. Il s'en souviendra lorsqu'en 1839, il se prononcera en faveur d'une ligne de chemin de fer Le Havre - Marseille passant par Paris, Dijon et Lyon qui drainera, dit-il, non seulement un trafic de marchandises intérieur, mais également une partie du commerce entre l'Angleterre et les Grandes Indes avec percement d'un canal dans l'isthme de Suez.

Ingénieur des Ponts en Côte-d'Or (1802-1805)

- 37 Arnollet rétablit sa santé dans sa famille et demande à être employé en Côte-d'Or. Il est nommé ingénieur en 1802, et passera ingénieur de 2ème classe le 28 mars 1805.
- 38 Dès cette période, commencent les ennuis d'Arnollet. La nouvelle administration des Ponts se met en place et un arrêté du préfet Guiraudet précise que :
« désormais le corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées sera seul chargé de dresser les plans et devis estimatifs des travaux de bâtiments communaux ».
- 39 Ce qui soulève des protestations et des démêlés épiques d'Arnollet avec les entrepreneurs et architectes qui travaillaient auparavant pour les municipalités. Arnollet défend le monopole des Ponts et a de sérieux accrochages avec Koernelle, ancien chartreux, qui travaillait à titre de « commissaire expert ». Des discussions s'élèvent à propos d'un devis pour des travaux de réfection. Arnollet, soutenu par son ingénieur en chef Montfeu présente ses propres devis, inférieurs à ceux de Koernelle, mais la mairie de Lamargelle soutient le devis Koernelle, d'où conflit entre les Ponts et le maire, qui remonte jusqu'au Préfet Riouffe. Celui-ci nomme un expert pour examiner les deux devis, le rapport éreinte Arnollet et l'accuse ouvertement d'incompétence et d'ignorance des règles de l'art. Arnollet répond vertement au préfet (qui s'est finalement rangé à l'avis du maire). Ce genre d'expert, dit-il « regarde comme règles de l'art la routine des ouvriers de ce pays » et il reproche au préfet d'avoir laissé dormir sur son bureau les observations qu'il avait présentées, et d'avoir tranché en faveur de Koernelle sans même l'avoir consulté.

Fig. 4 - Coupe d'une pompe Arnollet

Archives de la Médiathèque de l'Ecole des Ponts et Chaussées. Marne-la-Vallée

- 40 On sent qu'Arnollet a été profondément vexé par les accusations d'incompétence portées contre lui et on assiste à un véritable duel épistolaire digne d'une querelle des anciens et des modernes. Première manifestation également d'un problème de communication (comme on dirait aujourd'hui) avec l'autorité préfectorale et les « politiques ». Ce n'est que le début d'une longue suite d'incompréhensions mutuelles qui aboutiront à la crise de 1830, et à son éviction du Corps des Ponts.

Détachement en Italie (juin 1805) et retour en Côte-d'Or (mai 1808)

- 41 Arnollet est nommé en service extraordinaire dans le duché de Parme où
« il trace et fait construire la plupart des routes qui aboutissent à cette ville ».
- 42 En juin 1806, il est envoyé dans le département des Apennins (chef-lieu Chiavari). Il dresse en particulier les plans d'un bassin de radoub à Sestri-Levante, port proche de Chiavari.
- 43 Son trajet devient incertain et chaotique : fin 1806, il demande à se rapprocher de la Côte-d'Or, en janvier 1807, il est nommé à Tulle mais, fin mars, il est rappelé dans les Apennins... où il ne reste pas longtemps puisque, le 6 mai 1808, il est rappelé en Côte-d'Or.
- 44 Arnollet passe ingénieur de 1^{ère} classe le 10 mai. L'ingénieur en chef Ulriot-Montfeu a alors sous ses ordres 2 ingénieurs ordinaires : Borot à Dijon et Arnollet à Auxonne. Celui-ci va s'occuper des travaux d'entretien de routes et des ponts sur la Saône. En mai 1810, il se plaint au Directeur général des Ponts (le Comte Molé qui a été préfet en Côte-d'Or de 1807 à 1809) de ce qu'il a deux fois plus de travail qu'un autre ingénieur. Il demande à n'être chargé que des travaux d'art et de la navigation sur la Saône et reproche aussi à l'Ingénieur en Chef de ne pas le soutenir. Car il a des problèmes avec

les entrepreneurs (il en a exclu certains des adjudications) et avec le Préfet (pont d'Auxonne). Il se fait tancer vertement par le Directeur général pour les retards et les malfaçons des travaux :

« Je remarque en vous plus de personnalité que de véritable amour du service »,

45 et une autre lettre parle même « d'esprit d'insubordination ».

Les pompes hydrauliques « système Arnollet » (1817-1830)

46 Malgré ses opinions nettement républicaines, Arnollet ne semble pas avoir souffert du retour de la royauté en 1814 et 1815. Les ingénieurs en chef défilent : Didier, puis Forey en 1816, avec toujours les mêmes ingénieurs ordinaires.

47 Soudain, on ne sait trop pourquoi, Arnollet se prend de passion pour les pompes hydrauliques (Fig.4). En 1817 il obtient un prix de la commission d'irrigation de la Société Royale d'Agriculture pour une pompe de son invention. Il en vante les mérites dans une brochure de janvier 1823 ; entre temps il a perfectionné son dispositif, fait des essais dans un puits de 26 m proche de Dijon. Il installe des pompes à la prison de Semur, aux usines Marmont à Chatillon-sur-Seine, à l'entière satisfaction du duc de Raguse.

48 En 1821, événement familial : Arnollet épouse Mlle Dagallier, fille d'un ancien Conservateur des Eaux et Forêts. Le comte Maret, (frère aîné du duc de Bassano) ingénieur-voyer à Dijon, puis commissaire central du département à la Révolution, écrit au Directeur général Becquey (qui a remplacé Molé) pour l'informer de la demande d'agrément pour mariage d'Arnollet avec une de ses nièces. Le couple aura deux enfants : une fille en 1822 et un fils en 1825.

49 Les travaux « industriels » d'Arnollet sont connus à Paris, d'autant qu'il écrit en juin 1823 pour demander le remboursement d'une dette de 4 000 F « contractée pour les 2 administrations sous ses ordres » (Ponts et Chaussées -Mines).

50 Becquey rétorque que les recherches d'Arnollet

« méritent certes d'être encouragées, mais votre premier devoir est de remplir exactement vos fonctions ».

51 Et Becquey menace Arnollet de lui retirer les travaux du pont d'Auxonne et de les confier à un autre ingénieur¹.

52 En 1826, Arnollet revient à la charge et, apprenant que Becquey s'est étonné du fait qu'il ait installé un atelier pour machines hydrauliques à son domicile, il s'en étonne à son tour, car

« ces machines sont destinées à votre administration, l'idée m'en a été suggérée par les besoins des fondations du pont d'Auxonne et elles permettront des économies substantielles ».

53 Forey meurt en 1825, après une maladie de plusieurs années. En octobre, Arnollet écrit à Becquey pour demander sa succession. Becquey répond prudemment qu'il apprécie

« vos bons et anciens services et les témoignages honorables qui accompagnent votre demande. J'examinerai avec soin les titres que vous faites valoir et j'espère qu'il sera possible de vous faire obtenir l'avancement désiré ».

- 54 En effet Arnollet a accompagné sa lettre de candidature de recommandations émanant des députés de la Côte-d'Or, d'un avis favorable de Lessan, inspecteur général des Ponts à Besançon, d'interventions du comte Maret et de divers généraux en service à Dijon.

Ingénieur en chef des Ponts à Dijon (1826-1830)

- 55 Malgré ses démêlés avec Becquey, Arnollet est nommé Ingénieur en Chef le 5 juillet 1826. Il écrit une lettre de remerciement à Becquey, tout en récriminant contre le fait qu'il doit continuer à assumer provisoirement le service de l'arrondissement d'Auxonne. Il demande donc la nomination d'un nouvel ingénieur d'arrondissement.
- 56 Nous n'insisterons pas sur ses activités d'Ingénieur en Chef sinon pour souligner qu'il aura toujours des problèmes avec les ponts sur la Saône. Le pont de Saint-Jean-de-Losne s'effondre en août 1830 et un entrepreneur se plaint des conditions d'adjudication du pont de Lamarche en juin 1831.
- 57 L'une de ses grandes préoccupations va concerner l'alimentation en eau de Dijon. En effet, moins d'un an après sa nomination, Arnollet pose sa candidature au Conseil Municipal. Le 15 mai 1827, le Préfet appuie auprès du Ministère de l'Intérieur la candidature d'Arnollet
- « dont la moralité et la bonne opinion politique sont connues et qui, par ses talents et les fonctions qu'il occupe mérite la préférence ».
- 58 Déclaration curieuse, car Arnollet est resté républicain et apparemment, ne le cache guère ! L'état de renseignements joint mentionne qu'il a un traitement de 2 000 F, qu'il est marié avec 2 enfants, qu'il est « ancien élève de l'École royale Polytechnique ». Les révolutionnaires « côte-d'oriens » fondateurs de l'École ont dû se retourner dans leur tombe !
- 59 Arnollet est donc nommé au Conseil par Ordonnance royale du 29 mai 1827, signée Charles X. Le 13 juin, à l'ouverture de la séance du Conseil, Arnollet prête serment entre les mains du maire, Mr de Courtivron, d'« obéissance et fidélité au Roi ». Le volontaire de 93, qui a dû prêter serment de fidélité à la République en entrant à Polytechnique est bien loin !
- 60 Ces nouvelles fonctions amènent Arnollet à s'intéresser au problème de l'eau à Dijon, soulevé depuis le 16^e siècle, et jamais résolu, sinon de façon très fragmentaire et temporaire. En 1823 les dijonnais s'émouvent de la mauvaise qualité de l'eau des puits, si bien qu'à sa mort, le chanoine Audra a légué sa fortune à la ville pour l'établissement de fontaines publiques dans les rues et les places publiques. Encore faut-il avoir de l'eau pour alimenter ces fontaines.
- 61 L'affaire évolue peu de 1825 à 1828 où, à l'initiative d'Arnollet, le Conseil décide le creusement d'un puits artésien. Les travaux pour le creusement d'un puits place Saint Michel sont finalement entrepris au cours de l'été 1829. En octobre, on atteint une profondeur d'une centaine de mètres, sans résultat. On verra qu'Arnollet sera évincé des Ponts et du Conseil municipal en 1831 ; les travaux du puits n'en continuent pas moins, cette fois sous la direction de Darcy (X 1821). L'eau est finalement trouvée en octobre 1832 à 150 m, mais elle n'arrive pas au niveau du sol. La municipalité décide alors d'arrêter les frais et charge Darcy de présenter un rapport sur les diverses solutions possibles.

- 62 Arnollet, qui ne veut pas renoncer à son puits, propose de l'équiper avec une pompe (système Arnollet !) mue à la main ou par une machine à vapeur. Darcy propose la construction d'une conduite de 13 Km pour amener l'eau captée à la source de Jouvence à Messigny.
- 63 Dans une étude technico-économique très sérieuse, Darcy montre en 1834 que la solution Arnollet (avec machine à vapeur) est la moins coûteuse en premier établissement, mais le débit assuré sera insuffisant ; en tenant compte des frais de fonctionnement, le coût du litre d'eau rendu à Dijon est 4 fois plus élevé qu'avec la solution Darcy.
- 64 C'est donc celle-ci qui sera retenue par le Conseil, et Dijon bénéficiera en 1840 d'un excellent réseau de distribution d'eau avec 140 bornes-fontaines. Darcy apparaîtra comme un grand ingénieur et un bienfaiteur de Dijon, qui a su résoudre un problème en suspens depuis 2 siècles. Quant à Arnollet, il acquerra la réputation d'un ingénieur qui a des idées et des projets, mais est incapable de mener une affaire à son terme.

Les démêlés d'Arnollet avec Girard de Caudemberg (X 1811)

- 65 L'année 1827 marque un renouvellement complet des ingénieurs des Ponts en Côte-d'Or, avec l'arrivée de Darcy et Girard de Caudemberg. On a vu qu'Arnollet avait des relations difficiles avec la Direction Générale des Ponts, qui se plaint de son indépendance, sinon de rébellion caractérisée. Qu'en est-il de ses relations avec ses nouveaux ingénieurs ?
- 66 Il ne semble pas avoir eu de problèmes avec Darcy, malgré les opinions royalistes de celui-ci (qu'on lui reprochera en 1848). Dans sa notice nécrologique, Charie-Marsaines (X 1821) condisciple de Darcy à l'École Polytechnique et à l'Ecole des Ponts, écrira que Darcy, à son arrivée en Côte-d'Or, fut placé
« sous les ordres d'un chef instruit, actif et sévère (en note : Mr Arnollet, mort il y a 2 ans), les premières années qu'il passa dans son pays natal furent employées à compléter son instruction pratique »
- 67 Il en va tout autrement avec Girard de Caudemberg. Dès son arrivée à Dijon, des discussions s'élèvent sur le rôle respectif des 2 ingénieurs : Girard veut son indépendance, et conteste à Arnollet le droit d'effectuer des vérifications sur les pièces de paiement dont sa signature, dit-il, garantit la véracité. Arnollet lui reproche en outre de ne pas avoir de cheval et donc, de ne pouvoir surveiller correctement les chantiers.
- 68 L'affaire remonte au Conseil des Ponts, qui paraît donner raison à Arnollet, mais les incidents continuent jusqu'en mai 1828 où les choses s'arrangent grâce à l'intervention de Lessan, inspecteur divisionnaire des Ponts à Besançon. En mai 1830, le scandale éclate, Arnollet accuse ouvertement Girard d'avoir présenté des certificats comportant des quantités d'ouvrages exagérées. Girard se défend en reportant la faute sur un conducteur de travaux.
- 69 Arrivent les journées de Juillet : Arnollet est nommé par le Conseil Municipal, membre d'une Commission chargée du maintien de l'ordre. Il rédige alors un mémoire sur les précautions à prendre pour parer à une attaque extérieure en attendant que la Nation détermine la forme de gouvernement qu'elle veut se donner. Il préconise l'armement de nombreux bataillons de gardes nationales mobiles, l'établissement d'ateliers pour la

fabrication d'armes, de poudre et de munitions. C'est un véritable appel aux armes révolutionnaire, digne d'un fils spirituel de Lazare Carnot et de la Patrie en danger.

- 70 Le Mémoire est approuvé par le Conseil à l'unanimité, adressé au préfet (provisoire), qui le transmet aux membres du gouvernement provisoire dans la première semaine d'août. Mais le 7 août

« quelques députés sans mission élevèrent sur le pavois Louis-Philippe d'Orléans qui fut proclamé roi en jurant l'exécution d'une espèce de Charte » :

- 71 Arnollet écrira ceci en 1848 mais, en attendant, il prête au Conseil Municipal le serment de fidélité au nouveau Roi des Français et d'obéissance à la Charte et aux Lois. Et il envoie en septembre, sans en prévenir Girard, à la Direction Générale des Ponts, une demande motivée de remplacement de cet ingénieur.

- 72 A la même période, Arnollet entame une campagne en règle au Conseil contre l'ancien maire, Mr de Courtivron, qu'il accuse d'avoir fait régler des pièces comptables sans accompagnement de justifications. Le « Spectateur » du 9 septembre s'en prend violemment à un

« membre du Conseil (Arnollet) qui parle beaucoup pour ne rien dire, qui revient avec un acharnement incroyable sur quelques dépenses de notre salle de spectacles, non approuvées par le Conseil » et d'ajouter « Mr de Courtivron a au moins le talent de finir ses entreprises. Que de gens dans ce monde qui ont entrepris mille choses diverses, des constructions même, qui n'en ont terminé qu'un petit nombre et qui en ont fait très mal plusieurs ».

- 73 Naturellement Arnollet réplique aussi vertement le 14 par lettre ouverte au journal.

- 74 La demande de déplacement de Girard est examinée par une Commission de discipline, apparemment sans entendre Arnollet. et le verdict tombe fin octobre : Girard est déplacé d'office en Ille-et-Vilaine et Arnollet à Auxerre. Fureur de celui-ci qui proteste énergiquement auprès de Bérard (qui a remplacé Becquey comme Directeur général des Ponts) : la réponse est sans appel « la décision a été prise dans l'intérêt du service, des personnes ont demandé votre déplacement de Côte-d'Or, il n'est pas question de revenir sur cette décision ». Plusieurs personnalités dijonnaises, d'ailleurs de toutes tendances politiques, s'étonnent de l'éviction d'Arnollet, alors qu'une telle sanction aurait paru plus vraisemblable du temps de Charles X. Arnollet envoie un « Mémoire au Roi » pour justifier son action et demander l'annulation des décisions prises à son encontre. Ce mémoire est publié dans le « Journal du génie civil » dirigé par Correard, ennemi juré de Bérard, qui accueillera par la suite plusieurs articles d'Arnollet. D n'y a pas de réponse au mémoire, Arnollet est mis en demeure de partir à Auxerre, il refuse et est mis d'office à la retraite le 1^{er} février 1831. Hurel est nommé Ingénieur en Chef en remplacement d'Arnollet, avec deux ingénieurs ordinaires Hernoux et Darcy. La passation des pouvoirs n'a pas dû être facile, car en août, le Directeur général des Ponts invite Arnollet à remettre au Préfet tous les papiers relatifs au service des routes départementales qu'il a encore entre les mains.

Arnollet, pionnier des chemins de fer (1833-1848)

- 75 Arnollet se retrouve donc à 54 ans sans emploi, puisque mis à la retraite d'office. Pour un homme comme lui, inventif et plein d'idées, il ne saurait rester longtemps inactif, et, comme l'écrira Maximin à sa mort en 1857,

- « il consacra désormais tout son temps et les forces de son esprit à élucider l'immense problème de la circulation »,
- 76 on dirait plus savamment aujourd'hui qu'il s'occupa de « transportique » et de chemin de fer.
- 77 Maximin rappelle qu'Arnollet reprenait ainsi une idée de Napoléon qui voulait assurer à l'État le monopole des voies de transport, et souhaitait l'État « roulier » dans l'intérêt économique et aussi stratégique du pays. Mais depuis l'Empire, la science et l'industrie avaient marché et il s'agissait de faire subir une transformation radicale aux anciens modes de transport : les routes allaient devenir « chemins de fer ».
- 78 C'est un peu schématique, car il ne s'agit pas de remplacer les routes par les chemins de fer, mais d'ajouter le chemin de fer aux routes, et aussi aux canaux, alors en plein développement, ce qui n'est pas sans poser des problèmes de « coordination » tant techniques qu'économiques. C'est le mérite d'Arnollet d'avoir compris très tôt que le développement économique et industriel qui s'annonce en 1831 devra s'accompagner d'un développement corrélatif des moyens de communication qui assurera aussi la diffusion des idées démocratiques. Mais il faut un développement coordonné entre les divers systèmes et, comme les capitaux ne sont pas infinis, il faut faire des choix. De ce point de vue, Arnollet va se révéler un véritable précurseur des études technico-économiques.
- 79 Certes, l'idée du chemin de fer n'est pas nouvelle, en particulier en Angleterre depuis le début du siècle. En 1814, Moisson-Desroches, fondateur et directeur de l'École des Mines de Saint-Étienne, a adressé à Napoléon un
- « Mémoire sur la possibilité d'abrégier les distances par la création de 7 lignes ferrées reliant à Paris les extrémités de l'Empire ».
- 80 Vision de précurseur qui comprend qu'un grand Empire doit avoir des moyens de communication adaptés à ses dimensions et assurant la cohésion générale ; mais la défaite est proche, l'Empire s'effondre et les rêves européens vont s'endormir pour quelques siècles.
- 81 Les choses s'accélérent à partir de 1825, où les Anglais mettent en service la première ligne publique de chemin de fer. En 1826, Navier (X 1802), dijonnais, ingénieur des Ponts, présente à l'Académie des Sciences un « Mémoire sur l'établissement d'un chemin de fer entre Paris et le Havre ». Becquey, Directeur général des Ponts, manifeste son intérêt pour la construction du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, qui favorisera le développement de l'industrie stéphanoise.
- 82 En 1831, Legrand (X 1809) remplace Becquey. Il pense à une série de lignes partant de Paris vers les grands ports et les frontières. Il aura une action décisive pour la création du réseau ferré français. Les saint-simoniens aussi se font les ardents promoteurs des chemins de fer : Michel Chevalier prône
- « leur utilité pour améliorer le sort des nations, pour multiplier les rapports des peuples et des cités, pour changer les conditions de l'existence humaine ».
- 83 Il développe son « Système de la Méditerranée », lien entre l'Orient et l'Occident, grâce à une ligne ceinturant les côtes de la Méditerranée, avec des embranchements
- « permettant des échanges culturels et commerciaux entre les côtes d'Afrique, d'Europe et Asie ».
- 84 On retrouve des idées très voisines dans les brochures d'Arnollet, en particulier dans son projet de ligne Le Havre-Marseille, avec extension vers un « canal de Suez ».

- 85 Les activités d'Arnollet en 1831 et 1832 sont mal connues, peut-être prépare-t-il simplement sa nouvelle carrière dans les chemins de fer. En tout cas, dès le début de 1833, il fait des études techniques et de rentabilité pour la construction d'un chemin de fer de Paris à Lyon, passant par Troyes et Dijon. Il résume ses études dans un mémoire présenté au Conseil général de la Côte-d'Or en février, le tronçon Paris-Lyon ne constituant à ses yeux que le premier élément d'une grande ligne Le Havre-Paris-Marseille. Il place le problème dans le contexte général des voies de communication, en particulier dans ses rapports avec les voies navigables. Il s'élève contre l'idée (alors répandue) de réserver le chemin de fer au trafic voyageurs, les marchandises empruntant les canaux, et estime qu'on doit pouvoir abaisser le coût du transport marchandises par train à 0,33 F/Tkm au lieu de 1 F/Tkm selon les évaluations antérieures, c'est-à-dire pouvoir concurrencer la voie navigable.
- 86 Il énumère les avantages pour la Bourgogne d'une telle ligne : économie des transports d'approvisionnements et de produits finis pour les forges de la région ; accroissement de valeur pour les vignobles par la facilité d'exportation des vins.
- 87 Il dresse un devis estimatif de 70 MF pour la construction du tronçon Paris-Lyon, matériel ferroviaire compris. Il souhaite constituer une « Société » pour obtenir du gouvernement la « concession de cette grande entreprise » et lance un appel aux capitalistes et spécialement aux maîtres de forges et négociants en vins. Il y voit aussi l'intérêt général, même si l'État doit perdre quelques péages sur les canaux :
- « les chemins de fer avec de faibles tarifs, procureront des bénéfices directs et économiques, amélioreront la sécurité intérieure et extérieure et accroîtront la civilisation. »
- 88 Arnollet fait également allusion à un nouveau système de wagon de son invention, dont il espère une grande réduction dans la résistance opposée par les frottements.
- 89 A la séance du 7 Février, le Conseil général émet un avis très élogieux sur le projet, il émet le vœu que le gouvernement favorise l'entreprise, et manifeste des préoccupations fort intéressantes en matière de normalisation : il souhaite que les « actes de concession imposent à toutes les Compagnies l'obligation d'établir partout la même voie, afin qu'il ne se trouve aucun obstacle en cas de besoin de porter des chariots d'une compagnie sur le chemin d'une autre ». L'idée d'un réseau national est donc déjà bien amorcée.
- 90 Un prospectus annonce la souscription d'actions de 10 000 F donnant droit à une voix dans l'assemblée des fondateurs de la société ; on recevra également les souscriptions pour des dixièmes d'action de 1 000F.
- 91 La première assemblée des souscripteurs se tient le 18 mars à Dijon, sous la présidence du préfet Achille Chaper (X 1813). Arnollet reparle de son
- « Système de wagon, consistant à placer des cylindres de fonte entre la charge et les essieux pour diminuer la résistance de frottement ».
- 92 D'ailleurs ce même jour, un brevet de 15 ans N° 9218 lui est délivré « pour un système de constructions de waggons ». (Fig 5) Cette invention, pense-t-il,
- « devait en théorie détruire presque les neuf-dixièmes de la résistance que fait éprouver ce frottement dans les waggons ordinaires ».
- 93 Un essai est fait dans l'atelier du constructeur à Dijon, Arnollet veut soumettre son wagon à la Commission créée à Saint Étienne pour expérimenter les matériels

ferroviaires. Il expédie son wagon prototype et écrira en 1848 que depuis 14 ans, il n'a jamais pu obtenir que l'épreuve soit faite et qu'il n'a jamais revu son wagon :

« Apportant l'économie, il tendait à enrichir le pays ; au lieu de n'avoir des chemins de fer que pour les riches, on aurait eu également des chemins de fer pour le peuple et toutes les industries. Mais c'est précisément ce que l'on redoutait ».

- 94 Le gouvernement s'intéresse alors aux voies de communication et vote un crédit de 73 MF pour l'achèvement de routes et canaux, décidés sous la Restauration. Thiers est sceptique sur l'avenir des chemins de fer, qu'il considère comme

« un joujou dangereux, tout juste bon à remplacer les coucous de banlieue » !

- 95 Le Parlement vote néanmoins le 27 Juin un modeste crédit de 500 000 F pour financer les études de chemin de fer, ceci à l'instigation de Legrand. Ces études sont confiées à des ingénieurs des Ponts : Navier pour la ligne Paris-Rouen-Le Havre, Polonceau (X 1796, promotion d'Arnollet) pour Paris-Orléans- Bordeaux (il interviendra plus tard aussi sur Paris-Lyon). Arnollet, bien qu'en retraite, est chargé d'une mission spéciale d'études pour Paris-Lyon.

Fig. 5 - « Système de constructions de waggons » par Arnollet.

I.N.P.I.

La ligne de chemin de fer Paris-Lyon

- 96 Avant même l'octroi du crédit d'étude, Arnollet est signalé, début Juin, comme étudiant le tracé d'un chemin de fer de Marseille au Havre. On sait aussi qu'il effectue fin 1833 ou début 1834, un voyage en Angleterre, pays pionnier en matière de chemin de fer, il parlera souvent des conceptions anglaises et fera état des bilans d'exploitation de lignes en service.
- 97 Il entreprend les études de tracé, fait ses reconnaissances à cheval (pas comme Girard de Caudemberg) et il est même désarçonné en forêt de Cîteaux en mars 1834. Le préfet Chaper donne en mai des nouvelles rassurantes sur sa santé et ses travaux au Directeur général du Chemin de Fer :
- « Arnollet se trouve dans la région de Troyes, le service de cet ingénieur s'est fait régulièrement, il paraît que presque toutes les études se portent sur le tracé du point culminant. La longueur du souterrain à ouvrir n'est pas encore fixée et de grandes difficultés restent à vaincre. Mr Arnollet s'en occupe avec le plus grand zèle ».
- 98 Appréciation somme toute flatteuse, mais Chaper changera d'avis sur Arnollet.
- 99 Pourquoi celui-ci se trouve-t-il à Troyes ? C'est que son projet de ligne emprunte la vallée de la Seine, passe à Troyes (avec embranchement éventuel vers l'Est) puis Chatillon-sur-Seine, suit la vallée de la Coquille, passe à Aignay-le-Duc et franchit la ligne de partage des eaux à Poiseul-la-Grange, rejoint alors la vallée de l'Yonne, passe par Is-sur-Tille et pique droit au sud sur Dijon. Le point délicat est le franchissement de Poiseul où Arnollet pense pouvoir éviter le percement d'un tunnel. Toujours le souci de l'économie.
- 100 Tout se déroule normalement lorsque le 22 mai 1835, le Directeur général des Ponts informe Arnollet que le crédit d'études ouvert en 1833 est à peu près épuisé et que les études qui lui ont été confiées pour la ligne Paris-Lyon doivent cesser le 1er Juin :

« Vous devez licencier tous les employés qui avaient été placés sous vos ordres, et vous cesserez de toucher les frais fixes que vous receviez sur le fonds de 500 000 F. »

101 Arnollet donnera sa version des faits en 1848 :

« Au début de 1835, les différents ingénieurs qui avaient participé à la rédaction des détails furent appelés à Paris pour composer l'ensemble du projet, mais il n'y avait aucune harmonie des principes de base et, tandis que je voulais démontrer que le tarif marchandises pouvait être fixé à 5 c/TKm, mes collègues le chiffraient à 14 c, ce qui changeait entièrement la destination des chemins de fer, et même leur mode de construction ».

102 Il propose donc de rédiger un mémoire définissant les questions fondamentales pour être soumis au Conseil des Ponts. Il voudrait aboutir à « une sorte de législation, ou profession de principes » (on dirait aujourd'hui un cahier des charges) servant de guide aux ingénieurs. Il rédige le mémoire qui est soumis à Coriolis, lequel ne formule pas d'objections, mais les ingénieurs en service contredisent les données de base, et le mémoire n'arrivera jamais au Conseil des Ponts.

Fig. 6 - Ligne Paris - Lyon

103 Dans ces conditions, la société fondée en 1833 doit se dissoudre alors que, dit-il, la ligne entière de Marseille au Havre aurait pu être réalisée en 5 ans pour un coût de 100 MF : elle en coûtera 300. Ce sera le deuxième grief d'Arnollet en 1848 : le gouvernement a refusé une conception permettant des tarifs bas afin

« d'entraver la facilité des communications entre citoyens français, ainsi que le développement des forces et de la richesse nationales ».

104 En outre, il se plaindra que l'État ne lui a pas payé les dépenses faites pour les études, d'un montant de 38 000 F.

105 Pour en finir avec les études de la ligne Paris-Lyon, disons qu'il y aura au moins 5 projets de tracés, les deux points épineux résidant dans le lieu de passage de la ligne de

crête et l'évitement ou non de Dijon (déjà !). En 1840 Chaper donne à Polonceau son avis sur les différents projets, il n'a guère confiance dans ces projets, celui d'Arnollet lui semble le seul étudié avec quelque précision, mais « l'imagination de Mr. Arnollet va vite, je crois qu'il ne se rend pas compte des difficultés d'exécution, je ne lui ai vu terminer heureusement aucune affaire importante ». Ce qui rappelle l'affaire des eaux de Dijon et ses démêlés de 1830.

- 106 Finalement, après de multiples discussions, c'est le projet Polonceau, revu par Darcy avec percement du tunnel de Blaisy, qui l'emportera fin 1844. Darcy apparaîtra comme l'homme qui a fait passer le train par Dijon, mais il aura fallu plus de dix ans pour arriver à une solution, et la ligne de Paris à Dijon sera inaugurée le 1er juin 1851 par Louis-Napoléon Bonaparte, Président de la République. Arnollet et Darcy sont toujours en vie, ils auront pu voir la réalisation de leurs projets... par d'autres ingénieurs. (Fig 6)

La conception d'Arnollet d'un chemin de fer économique (1839)

- 107 En 1839, Arnollet revient sur ses idées de base, économiques et techniques, pour les projets de chemin de fer dans une brochure « A quoi servent les chemins de fer ». Il faut régler le point fondamental de la mission des chemins de fer ; il s'élève à nouveau contre l'option officielle qu'ils ne peuvent servir avantageusement qu'au transport des voyageurs.
- 108 Un bon projet doit permettre de transporter des marchandises au même prix qu'avec une voie navigable. On peut descendre à 3 c/ TKm (au lieu des 8 c annoncés par le ministre) à condition que le chemin de fer soit établi de façon économique. Dans ces conditions, on trouvera facilement des actionnaires et des capitaux, surtout si l'État assure la garantie d'un minimum d'intérêt. Arnollet est partisan d'un financement privé, et non public, idée qu'il reprendra en 1843 dans une pétition aux députés : « Des moyens de soulager le Trésor d'une dépense de 600 MF ». Il s'élève contre la loi de Juin 1842 qui a mis à la charge de l'État l'exécution de 3 600 km de voies, dont la dépense s'élève à plus de 600 MF.

« L'opinion publique est effrayée par l'immensité des travaux, les délais exigés, si ces chemins sont construits par l'Administration ; il faut s'arrêter au bord du précipice et adopter des conceptions techniques économiques, comme les Américains qui ont déjà 4 000 km de lignes avec un prix de revient de 1000 F / Km » (ce chiffre est bien dans le texte d'Arnollet, mais il est manifestement aberrant - voir page suivante, coût de 96 000 F en 1850).

- 109 Il faut donc faire en premier le strict nécessaire et il prône :
- des chemins provisoirement à une seule voie (sauf aux abords de Paris). La deuxième voie sera établie plus tard, grâce aux capitaux accumulés par les produits (c'est à dire par autofinancement) ;
 - achat au plus tôt des terrains nécessaires, les indemnités étant supportées par l'Etat, les départements et communes intéressées ;
 - rails d'un poids de 20 kg /m, les locomotives étant limitées en poids ;
 - ponts et viaducs construits en charpente bois.
- 110 Ces propositions sont jugées farfelues par l'Administration des Ponts qui argue que ce qui est valable pour l'Amérique (« pays demi-sauvage ») ne peut être utilisé dans un pays civilisé comme la France, où l'on attache un prix élevé à la sécurité et à la vie des

usagers. Arnollet répondra dans un mémoire de mai 1843 en réfutant ces arguments. Il déclare qu'il est aussi soucieux que quiconque de la sécurité, il écrit d'ailleurs plusieurs articles à la suite des accidents qui marquent les débuts du chemin de fer : Meudon en mai 1842 et, plus tard, Fampoux en juillet 1846. A la suite de cette catastrophe du chemin de fer du Nord, Arnollet adresse une lettre au Ministre des Travaux publics.

Fig. 7 - Chemin de fer atmosphérique - vue des machines pneumatiques

Extrait : « L'illustration, journal universel ». n° 216. vol. IX.- Samedi 17 avril 1847 Archives de la Bibliothèque de l'Ecole polytechnique.

- 111 Sans insister sur cette polémique, il peut être intéressant de faire une comparaison entre les coûts d'établissement du Km de ligne dans divers pays en 1850 :
- Grande Bretagne : 570 000 F
 - France : 290 000 F
 - Belgique : 270 000 F
 - Allemagne : 200 000 F
 - États Unis : 96 000 F
- 112 Dans sa pétition à la Chambre de janvier 1839, Arnollet revient sur la ligne Le Havre-Marseille, qu'il estime prioritaire et dont il parle -en vain- depuis 1833. il annonce des perspectives de trafic gigantesques : le commerce actuel annuel entre mer du Nord et Méditerranée est estimé à 1 MT, auquel s'ajouterait une grande partie du commerce de la Grande Bretagne avec les Grandes Indes, supérieur à 1 MT,
- « car il se fera nécessairement dans l'isthme de Suez un canal ou un chemin de fer »
- 113 et il explicite les raisons qui feront, pense-t-il, préférer le canal.

Le chemin de fer atmosphérique (1840-1848)

- 114 Toujours passionné d'idées et de techniques nouvelles, Arnollet, déçu par ses déboires de la ligne Paris-Lyon, va se lancer dans l'aventure du chemin de fer atmosphérique, technique un peu oubliée (mais qui reparait de temps en temps sous des formes variées) qui fut à l'origine de grands espoirs dans la période 1840-1850.
- 115 Qu'est-ce donc que le « chemin de fer atmosphérique » ? Arago (X 1803) et Lamé (X 1814) l'expliqueront fort bien dans un rapport présenté début 1845 à l'Académie des Sciences (*Annexe 2*) à propos d'un brevet présenté en juillet 1844, dont nous reparlerons :

« Le système se compose d'un tube placé entre les rails, dans lequel une machine à vapeur fixe opère et entretient la raréfaction de l'air ; un piston est poussé dans ce tube par l'excès de la pression atmosphérique, et son mouvement se transmet à l'extérieur (au wagon) par une tige étroite, à laquelle une fente longitudinale livre passage ; une sorte de soupape indéfinie qui ferme hermétiquement cet orifice en avant du piston, s'ouvre pour laisser passer la tige et se referme derrière elle ». (Fig. 8)

Fig. 8 - Chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain

« L'illustration ». Histoire de la locomotion terrestre. 1935.

- 116 Le système, conçu à l'origine par des ingénieurs danois et anglais fut perfectionné en 1838 et appliqué en 1842 à une ligne de 3 km en Irlande. L'expérience fut un succès et Mallet (X 1806) inspecteur divisionnaire des Ponts, en donna une description détaillée après une mission en Irlande. La France s'y intéressa et Arago demanda le 4 Juillet 1844 à la Chambre d'autoriser l'essai de ce système, l'État accordant une subvention de 1,8 MF à laquelle s'ajoutèrent 0,2 MF remis par la municipalité de Saint Germain, car le système devait équiper le tronçon à forte pente de la ligne Paris Saint Germain, entre Le Pecq et Saint Germain.

Fig. 9 - Brevet d'Arnollet

Source : I.N.P.I.

- 117 Plusieurs inventeurs proposèrent des perfectionnements au système de « soupape » ou plutôt de glissière, point faible du dispositif. Le but d'Arnollet est différent. Le principe de son brevet 16621 du 23 juillet 1844 est simplement de réduire le dimensionnement des machines à vapeur actionnant les pompes de raréfaction d'air (les pompes sont une vieille passion d'Arnollet !) en utilisant des « accumulateurs à vide », c'est à dire de grands réservoirs où l'on ferait le vide entre deux utilisations de la voie, qu'on mettrait en relation avec le tube au moment du départ d'un convoi. Il pense ainsi diminuer les dépenses de 90 % en assurant pleinement la régularité du service. C'est intéressant, même si l'objectif de réduction de 90 % est optimiste.
- 118 Le rapport d'Arago et Lamé comporte en annexe le principe et le calcul du travail nécessaire pour raréfier l'air contenu dans un tube de longueur et section données. Il conclut prudemment qu'il faudrait des réservoirs considérables, que le système Arnollet pourrait être intéressant dans certaines conditions, mais que
« l'expérience et la pratique peuvent seuls résoudre une question aussi importante ».
- 119 En décembre 1845, Arnollet dépose un second brevet, qui vise cette fois la réalisation du tube, non plus avec un cylindre de fer, mais un caisson en bois de section carrée, plus économique (Fig 9).
- 120 Le chemin de fer atmosphérique de Saint Germain, inauguré en août 1847, sera la seule expérience française en ce domaine. L'exploitation se révèle peu économique, et le système sera abandonné en 1859, car les nouvelles locomotives à vapeur permettent de gravir sans problème la pente de Saint Germain.

- 121 En 1848, dans ses griefs contre le règne de Louis-Philippe , Arnollet déclare qu'on a fait un « emploi clandestin et illégal à Saint Germain de son système breveté, dans le chemin de fer atmosphérique fait avec les fonds de l'État et sous la surveillance des agents de l'administration dans le but de tromper la France au lieu de l'éclairer sur ce qu'on doit espérer de ces chemins ». Comme toujours, Arnollet voit loin, et il demande qu'on applique le système atmosphérique pour toutes les parties de lignes « dans des positions difficiles, où le système atmosphérique est le seul qui puisse réussir. L'économie ne serait pas moindre que 7 à 800 MF. Il serait facile de s'entendre avec les gouvernements de l'Italie méridionale, la ligne de Marseille à Nice pourrait se continuer par Gênes et Chiavari jusqu'à Rome et Naples, ce serait un moyen d'assurer la puissance de l'union avec ces peuples contre le despotisme du Nord ». On retrouve les projets grandioses de communications européennes. Arnollet parle aussi d'une ligne de télégraphe électrique entre Paris et les grandes villes d'Italie- avec la référence habituelle au chemin de fer, facteur de civilisation, de bien-être matériel et de libération des peuples.
- 122 Pour en finir avec le « chemin de fer atmosphérique » (ou pneumatique), disons quelques mots sur le devenir ultérieur de cette technique. En 1850, un chemin de fer atmosphérique est envisagé pour une ligne à travers les Alpes sous le Mont Cenis (Bardonnèche à Suse). En 1865, une réalisation est effectuée en Angleterre sur un tronçon de 600 m entre Londres et Sydenham, mais suivant une version différente : c'est le wagon lui-même qui fait piston avec sur son pourtour une brosse en peluche formant joint. La vitesse était de 45 km / heure. (Fig.10)
- 123 C'est cette technologie de wagon-piston ou train-piston qui sera reprise dans des projets récents, l'intérêt du vide résidant dans l'élimination de la résistance de l'air, permettant d'espérer des vitesses de plus de 500 km /h. Un projet américain, le « Rapid Gravity Tube » proposait en 1990 un tube de forme parabolique, s'enfonçant loin en terre pour accélérer, puis ralentir le véhicule par gravité. Plus récemment, un écho dans quelques journaux techniques en 1995 titrait : « Feu vert pour le Swiss-Metro » pour traverser la Suisse de Bâle à Bellinzona en 27 minutes (avec une branche Lausanne-Lucerne-Zürich-Coire) avec des convois circulant dans des souterrains sous vide à 400 km / h, en utilisant de plus une sustentation magnétique. L'article concluait : « L'étude de faisabilité est en cours ».

Fig 10 - Chemin de fer atmosphérique dans le tunnel entre Londres et Sydenham

« L'illustration ». Histoire de la locomotion terrestre, 1935.

- 124 Le plus extraordinaire est peut être de relire quelques lignes de Jules Verne dans « Paris au 20^e siècle » écrit en 1863.

« Les trains marchaient cette fois poussés par l'action d'air comprimé à plusieurs atmosphères », le piston glissant dans un tube séparé comme dans les premières réalisations, mais la grande originalité est que la liaison piston - wagon n'est pas mécanique, mais électromagnétique au moyen d'aimants placés sous la première voiture entre les roues agissant à travers le tube sur le disque de fer doux. « Ainsi donc, avec ce système si simple, d'un entretien si facile, pas de fumées, pas de vapeur, pas de rencontre, possibilité de remonter toutes les pentes ».

- 125 Verra-t-on un jour un métro ou un TGV atmosphérique ? Pourquoi pas ? Ce serait une belle revanche pour Arnollet !

Discours d'Arnollet au banquet annuel des anciens Polytechniciens le 1^{er} mars 1847

- 126 En sous titre, l'idée maîtresse « Nécessité de l'économie ». J'ai retrouvé le texte dans un fonds ancien de la Bibliothèque municipale de Dijon, il est intéressant car il parle de la fondation de l'Ecole et exprime les convictions d'Arnollet en matière d'économie, son souci permanent. Arnollet préside le banquet en tant que doyen des Anciens Elèves (il a alors 72 ans) , et commence son discours en rappelant les conditions de création de l'Ecole.

« Il y a 53 ans (en 1794), l'Europe entière était coalisée contre nous, dans le dessein de nous traiter comme l'a été la malheureuse Pologne, peuple héroïque, ami de la France, dont le nom est aujourd'hui retranché de la carte du monde. »

- 127 La France, alors attaquée de toutes parts, surgissait comme un lion blessé, était dans cet état de frénésie qui a produit parfois des choses si grandes, et trop souvent aussi des choses si déplorables ; le vaisseau de l'Etat, battu par d'horribles tempêtes et voguant au milieu des écueils, semblait exiger tous les soins, toutes les méditations de ceux qui le dirigeaient ; et cependant, alors, il s'est rencontré parmi eux des hommes d'un génie supérieur qui, tout en s'occupant de la défense contre les agressions ennemies, et confiants dans le courage des français pour ne pas douter de l'oeuvre de régénération, pensaient en même temps à l'avenir, et songèrent aux moyens qu'il faudrait employer pour conserver l'ordre qui serait établi et, pour maintenir cette prééminence que la France s'était acquise dans le siècle qui finissait, par le progrès de sa civilisation. Ils jugèrent que, parmi ces moyens, l'un des plus efficaces serait la propagation de la science, nécessaire également pour les arts et de la paix et de la guerre. L'École Polytechnique fut créée dans ce double but et reçut pour professeurs les savants les plus distingués.

« Parmi les hommes qui contribuèrent le plus à son établissement, figurent notamment Monge, Carnot, Prieur, Guyton de Morveau et qu'il me soit permis, Messieurs, de m'enorgueillir un peu pour le pays où j'ai reçu le jour, tous les quatre étaient de la Côte-d'Or. »

- 128 La propagation des Sciences était le seul but annoncé de la fondation de cette école, mais le résultat fut au delà de ce qu'avaient pensé les fondateurs, car dans ce moment terrible où les passions déchaînées donnaient en beaucoup de lieux le plus effrayant spectacle, l'École Polytechnique, par l'effet même peut-être des horreurs qui se commettaient ailleurs, fut comme un sanctuaire où se réfugièrent les nobles sentiments unis à l'amour de la science. Honneur, loyauté, amour de la patrie, de son indépendance, de sa gloire, de la prospérité de tous ses habitants, telles furent les lois que l'École adopta dès les premiers instants, législation qui ne fut point écrite, et n'en fut que mieux observée, elle resta gravée dans les coeurs.

« Ces traditions se sont soigneusement conservées : le monde en est instruit, et partout où un voyageur se dit élève de notre École, il reçoit un honorable accueil. Il s'est opéré en France depuis cette époque mémorable, beaucoup de progrès, grâce à la coopération de certains élèves de l'École, pourtant la situation n'est pas brillante en cette période de crise ».

- 129 Arnollet passe à son thème favori et lance un conseil aux jeunes élèves

« au sujet de l'économie qu'il convient d'apporter dans les travaux d'utilité publique, et de l'importance de se tenir en garde contre l'attrait du grandiose ».

- 130 Il donne quelques exemples justifiant sa position.

- les chemins de fer. Si la France est en retard sur l'Amérique, l'Angleterre ou la Belgique, c'est à cause de son amour irréfléchi du grandiose (donc du coûteux) dans les travaux.
- le pont d'Auxonne sur la Saône. Les anciens Etats de Bourgogne voulaient un pont monumental, mais l'argent manquait et rien ne se fit. Arnollet arriva, fit un projet réduisant le coût des 3/4 et bientôt on eut un pont, moins magnifique, mais répondant aux besoins et préservant de tous dangers .
- le canal de Galabert (canal des Deux Mers). L'auteur voulait un canal grandiose, faire passer les navires d'une mer à l'autre sans transbordement ; les dépenses étaient énormes, Galabert se ruina, malgré l'avis d'Arnollet qui avait préconisé un canal à petite section. Arnollet fait d'ailleurs le même constat pour la continuation du canal de Bourgogne, réalisé seulement alors entre la Saône et Dijon, mais son projet fut repoussé car « il ne serait pas en harmonie avec la dignité de la France ».

131 Arnollet enfonce le clou :

« Le seul moyen de calmer les souffrances actuelles, c'est l'économie. On pourrait rappeler aussi la confiance et, au lieu d'ajourner des travaux importants, il faudrait en entreprendre beaucoup plus et prévenir ainsi les désordres et la misère. Si les placements peuvent être avantageux, on trouvera des capitaux, mais ce n'est pas la contemplation du grandiose de nos projets qui produira ce résultat ».

132 Arnollet prévoit-il les événements prochains de 1848 ? Il conclut en rappelant le vieux proverbe « Le mieux est souvent l'ennemi du bien... » Je dirai aux jeunes :

« Tâchez de faire toujours bien, mais la plus grande somme de biens possibles avec des moyens limités. Vous recueillerez moins de gloire, on vous reprochera votre mesquinerie, mais vous serez dédommagés par l'approbation des hommes de bon sens et par la satisfaction intérieure d'avoir plus contribué à la prospérité de la France, qui a toujours été l'objet des vœux ardents de l'École Polytechnique ».

133 Que peut-on dire de cette théorie d'Arnollet ? Il y a probablement du vrai, mais peut-être aussi un amalgame entre le grandiose et le simple fait de réserver l'avenir par des ouvrages surabondants à l'origine. Grand problème surtout pour des techniques nouvelles comme le chemin de fer à l'époque, et en période de manque de capitaux où les choix sont plus délicats. Force est de reconnaître que le démarrage des chemins de fer en France fut particulièrement lent et laborieux.

Mémoire au Gouvernement provisoire (mars 1848)

134 Les journées de février 1848 et la proclamation de la République constituent l'occasion pour Arnollet de renouveler, par un mémoire adressé au gouvernement, ses critiques contre la politique suivie en matière de chemins de fer. Il y voit un véritable complot de la Monarchie de Juillet, contre le peuple et contre lui-même. Les termes du mémoire sont virulents, ils expriment la rancoeur devant le déni de justice dont il a été victime lors de son éviction des Ponts en 1830, les persécutions qu'il a subies à cette époque.

« Repoussé par l'influence du Préfet de la Côte-d'Or de toutes les affaires départementales ou communales, je pris la résolution de m'occuper des chemins de fer sur lesquels aucun ingénieur des Ponts et Chaussées n'avait encore porté son attention ».

135 Double affirmation pour le moins abusive, sinon erronée. L'influence du préfet en poste avant juillet 1830 (Bloque de Wismes) a peut-être joué, sûrement pas celle du nouveau Préfet (Viefville des Essarts) en poste au moment de l'éviction d'Arnollet en Septembre. Quant à l'intérêt des ingénieurs des Ponts pour les chemins de fer, on a vu qu'il se manifestait déjà en 1826.

136 Son Mémoire ne recevant pas de réponse, Arnollet récidive en adressant le 10 mai, une pétition à l'Assemblée Constituante. Il renouvelle ses griefs contre le Gouvernement précédent

« qui par haine du peuple, désirait empêcher que les chemins de fer puissent procurer des communications trop faciles entre les habitants des diverses contrées qu'on voulait maintenir dans l'oppression. Tous mes efforts en faveur des principes d'économie et de bas tarifs, n'ont fait que m'attirer des persécutions nouvelles ».

137 On a l'impression que la rancoeur d'Arnollet tourne à l'obsession, pour ne pas dire à la manie de la persécution. Inutile de dire que cette pétition n'aura pas plus de résultat que les mémoires de mars 1848 et de janvier 1831.

Les dernières brochures d'Arnollet (1848-1853)

- 138 L'année 1848 marque un tournant dans la vie d'Arnollet. Il n'écrit plus sur les chemins de fer, mais comme beaucoup de ses contemporains, il éprouve le besoin d'écrire et de faire connaître ses opinions en matière d'économie et de politique.
- 139 Il publie en octobre 1848 :
- « Trois questions à l'ordre du jour : droit au travail- richesse du sol français- suffrage direct ou à deux degrés » .
- 140 Je m'attarderai un peu sur les deux premières qui occupent toujours le premier plan de l'actualité.
- 141 Le droit au travail :
- « S'il y a du travail pour tous, la reconnaissance du droit est superflue ; si malgré tous les efforts, il faut d'immenses sacrifices de la part de tous, même de ceux qui réclament la reconnaissance du droit, alors cette reconnaissance sera sans utilité et même nuisible, en entretenant des espérances illusoires. »
- 142 On dirait qu'on veut s'étourdir sur les conséquences forcées d'un état de choses qu'on ne trouve pas moyen d'améliorer et qu'on veut attendre ainsi, dans une apparence de sécurité, l'instant, qu'on croit éloigné, où la crise se terminera peut être par une horrible catastrophe.
- 143 Il faut examiner les causes du mal et d'abord l'accroissement de la population : 10 millions d'âmes en plus depuis 1790. Arnollet estime que la population sera de 50 millions en 1900 (soit le double de 1790) et 100 millions en 2010.
- « Il faudrait donc qu'on pût pourvoir, avec les ressources du sol, à l'existence, par le travail, de l'accroissement de population, soit 15 millions de nouveaux habitants en 1900, sinon le droit au travail ne serait qu'un mot. Le maximum a été fait pour le défrichement et l'amélioration de l'agriculture, et les ressources du sol seront bientôt épuisées. »
- 144 De nouvelles ressources ne peuvent donc provenir que du fruit du travail (ou de l'industrie).
- « Un orateur a dit qu'il y avait trop d'ouvriers à Paris et proposé que la vie fût plus chère dans la capitale pour en diminuer le nombre ».
- 145 Mauvaise solution aux yeux d'Arnollet, il faut éviter le déplacement de populations rurales vers Paris qui résulte d'une trop faible rémunération du travail agricole ; il faut donc abaisser les salaires ouvriers, il y aurait baisse des prix de revient et accroissement des exportations ,
- « les ouvriers auraient plus de travail et trouveraient , par la diminution de valeur de toutes choses, une compensation à la diminution des prix de journée...Nous serions moins encombrés de ces ouvriers étrangers qui arrivent chaque jour à Paris, attirés par l'appât du gain , y vivent plus sobrement que les nôtres, et retournent ordinairement dans leur pays après un certain temps, avec des économies qui sont autant de pertes pour la France ».
- 146 Mais, je cite toujours Arnollet,
- « ces diminutions de salaires qui seraient si utiles, ne sont pas selon les principes qu'on professe dans les réunions socialistes ».
- 147 Et Arnollet s'élève contre la création de ces immenses ateliers dans lesquels tout ouvrier manquant de travail pourrait en demander.

« Comment le gouvernement, entrepreneur général de toutes industries, pourrait-il trouver le placement avantageux des objets ainsi fabriqués, sans nuire par la concurrence au commerce des patrons actuels ? Il a été dit qu'il suffisait que tous ces produits fussent conduits dans nos ports d'où nos flottes qui ne servent à rien, les transporteraient en Chine, où ils seraient vendus avec grand bénéfice. Et l'orateur a été applaudi ! Quand on voit ainsi accueillir-pareilles absurdités, on doit désespérer du bon sens des populations. Mais combien dangereux les hommes qui, sans mauvaise intention et doués de talents, les emploient ainsi à fausser le jugement de la classe ouvrière qui aurait besoin d'être calmée, plutôt qu'excitée ».

148 Malgré cette « recette Arnollet », il faudra toujours compenser l'accroissement de la population, d'où des mesures complémentaires.

1. diminution des fermages, amélioration des cultures, mais cette solution ne sera que temporaire.

2. système permanent de colonisation, nécessaire à plus ou moins long terme.

149 En année de disette, la France doit recourir à des importations, bien que le tiers de la population ne mange que du pain noir. Il faut donc, pour qu'il n'y ait pas appauvrissement, que le progrès industriel supplée le déficit, et que les importations soient compensées par nos exportations. Arnollet connaît déjà la balance du commerce extérieur ! Mais nos voisins s'efforcent de produire chez eux ce qu'ils achetaient chez nous, et leur main d'oeuvre est meilleur marché. Il faut donc nécessairement diminuer nos salaires ouvriers.

150 Arnollet vante les vertus de la colonisation qui devrait être d'au moins 200 000 âmes par an.

« L'émigration en serait utile à la fois à la mère patrie et à la colonie naissante qui pourrait facilement admettre 2 millions de Français en dix ans, et trouver par cet accroissement une source de prospérité et un moyen puissant de résistance et contre les anciens habitants que le mahométisme rendra toujours ennemis du nom chrétien et contre les agresseurs. La colonie pourrait rapidement se suffire à elle-même et rendre à la mère-patrie l'équivalent des dépenses résultant de son établissement ».

151 Arnollet demande à toutes les catégories sociales de faire un effort, et aux membres de l'Assemblée Nationale de

« donner l'exemple d'un petit sacrifice en réduisant le taux de leur indemnité, voeu que l'on entend partout »,

152 il ne voit comme remède à long terme que la colonisation massive mais

« en attendant, les riches, les capitalistes doivent aider à rappeler le crédit et ranimer l'industrie par la mise en circulation de numéraire séquestré. S'ils n'entendaient pas les cris du droit au travail, si ce droit n'était qu'un vain mot, les cris deviendraient droit à la terre, droit à la vie, lorsqu'ils entendraient les rugissements de lions affamés, les réflexions seraient tardives, et ce n'est que par l'harmonie qu'on peut éviter les plus affreux malheurs ».

Richesse du sol français considéré dans ses rapports avec la population

153 Arnollet dit qu'on a opposé à ses théories le fait que :

« la France produit assez pour procurer l'aisance à tous ses habitants, si les riches voulaient céder un peu de leur superflu ».

- 154 Il aborde donc ici le problème de la répartition des richesses et veut démontrer, chiffres à l'appui que cette thèse ne tient pas.
- 155 Si l'Etat percevait tous les revenus du sol et autres, et qu'il fasse entre tous les habitants une égale répartition de la partie de revenus disponible, « ce qui serait le bel idéal du communisme, les riches auraient cessé de l'être et rentreraient dans la classe des travailleurs avec leurs 12 c par jour, et les pauvres ne seraient guère plus riches qu'actuellement...Ce n'est pas la richesse seule du soi qui peut nourrir la France, et le travail des habitants est le seul moyen de mettre l'État à même de subvenir au déficit global. La richesse d'un pays consiste principalement dans le travail de ses habitants, en France, qu'on croit riche, le revenu du sol peut à peine fournir la moitié des besoins, tout le bien vient du travail ».
- 156 Et Arnollet s'en prend aux grévistes qui provoquent une perte de richesse de un milliard pour une durée de 6 semaines.
- « Combien il est déplorable de voir la classe ouvrière se figurer que c'est par de tels moyens qu'elle améliorera son sort ! ». Il faut que tout le monde fasse des efforts pour calmer les passions, que « ceux qui le peuvent fassent des sacrifices, ce n'est que par un concours loyal et des efforts presque surnaturels qu'on peut épargner au pays des maux incalculables ! »
- 157 Cette étude montre qu'Arnollet a sensiblement évolué dans le courant de 1848, il s'est attaqué violemment à la Monarchie de Juillet et à ses théories anti-économiques, il a dû attendre beaucoup de la nouvelle République, mais ne croit guère plus à une solution socialiste qu'il considère utopique et non moins anti-économique ; il rejette catégoriquement le communisme et les nationalisations.
- 158 L'effort commun de toutes les catégories sociales peut seul éviter une catastrophe, et les événements de 1848 ne vont-ils pas conduire, en peu d'années, à l'avènement du second Empire ?
- 159 On ne sait pas ce qu'Arnollet pensera de ce nouveau régime. Sa dernière brochure date de 1853 :
- « Note sur les moyens d'améliorer la situation des habitants de Corse, et de rendre la possession de ce département plus avantageuse à la France ».
- 160 Cette courte étude montre que la Corse posait déjà problème à l'époque ; le Second Empire a remis la Corse à l'honneur, ce qu'évoque Arnollet
- « La France n'a pas fait beaucoup pour la Corse, sa fille adoptive, où ce département élève une statue à la mémoire de Napoléon 1^{er} ».
- 161 Il s'étonne que la Corse qui, dit-il, jouit de productions abondantes (chasse et pêche) et possède quantité de richesses minérales, ait un revenu territorial 9 fois inférieur à celui de l'hexagone, et paie un impôt 10 fois plus faible. Le revenu par habitant est de 13,50 F contre 50 F dans un département du centre. Il impute cette mauvaise situation à la faiblesse de la population et surtout à l'insuffisance des voies de communication. Il faudrait créer un réseau de chemin de fer atmosphérique par lequel les principaux ports seraient reliés entre eux et à la ville centrale de Corte. Il en coûterait 36 MF, le « réseau civilisateur » étant établi progressivement sur six ans. Ce nombre représentant à peu près celui de la population française, il suffirait d'une cotisation d'1 franc par habitant, soit 20 c par an.
- « Ce programme, sans grever le Trésor, pourrait élever la Corse au rang qu'elle peut espérer ».

Fin d'Arnollet et conclusion

- 162 Arnollet meurt à Dijon le 30 janvier 1857, à l'âge de 81 ans. Comme ses contemporains, il aimait écrire et, si j'ai pu reconstituer sa biographie, ses inventions et ses idées, c'est grâce à ses propres écrits, brochures, articles dans le « Journal du génie civil » et également grâce à la notice nécrologique, signée « Maximin » parue dans « l'Union bourguignonne » du 23 février 1857. Celle-ci signale d'ailleurs qu'Arnollet
- « a laissé de volumineux manuscrits (...) Espérons que les richesses qui s'y trouvent seront recueillies par des mains précieuses et pourront un jour servir au pays dont Arnollet recherchait, avant toute chose, gloire et prospérité ».
- 163 Malheureusement ces documents, qui révéleraient peut-être d'autres aspects de la personnalité d'Arnollet, semblent bien avoir définitivement disparu.
- 164 Que peut-on dire finalement de ce Polytechnicien des premières promotions qui, grâce à une longévité assez remarquable, a connu la Révolution de 1789, l'Empire, la Restauration, les Révolutions de 1830 et de 1848, la 2^e République, enfin le Second Empire ?
- 165 Il avait incontestablement des idées et sut très tôt sentir l'avenir des chemins de fer. Ses notions d'économie sont peut-être sommaires (mais nous sommes au 19^e siècle), elles ne manquent pas d'intérêt et reflètent l'état d'esprit d'un certain type « bourgeois » face aux mutations de l'économie, l'émergence du socialisme et du communisme.
- 166 Il semble avoir été moins heureux dans ses réalisations et il n'a jamais eu de chance : il doit abandonner l'expédition d'Égypte, son projet d'alimentation en eau de Dijon échoue, il est écarté des études de chemin de fer, il s'engoue pour le chemin de fer atmosphérique qui ne débouche pas. C'est un ingénieur compétent qui défend les prérogatives du corps des Ponts à ses débuts, mais qui aura vite de graves problèmes avec ses subordonnés, avec la Direction Générale des Ponts et Chaussées, et avec les autorités administratives locales.
- 167 Chacun a vanté son intégrité morale et son honnêteté ; tout laisse penser qu'il avait un caractère entier, qu'il était obstiné, pas toujours à bon escient, et qu'il s'aigrit après son éviction des Ponts en 1830. Ses Mémoires de 1830 et 1848 le montrent comme un inventeur incompris et déçu se jugeant victime d'un complot politique et persécuté par le gouvernement.
- 168 On ne peut s'empêcher de rapprocher les carrières d'Arnollet et de Darcy, qui sera son successeur à Dijon, fera aboutir l'alimentation en eau de la ville, et plus tard, le tracé de la ligne Paris-Lyon et son passage par Dijon. Darcy est victime d'un déplacement d'office, manifestement pour raisons politiques, en 1848, il ne démissionne pas et, après une traversée de quelques mois des marais de Sologne, il terminera brillamment sa carrière à la tête du service des eaux de la Ville de Paris.
- 169 Autant Darcy est connu parmi les gloires bourguignonnes, autant Arnollet reste méconnu, pour ne pas dire inconnu, sauf des spécialistes des débuts des chemins de fer. J'espère que cet article aura le mérite de faire connaître un Polytechnicien, fier de son École et de ses origines, qui travailla pour la Patrie et les Sciences, mais ne connut certes pas la Gloire !

Mes remerciements vont à tous les organismes qui m'ont permis d'accéder aux oeuvres et à la carrière d'Arnollet : Bibliothèque et Archives Nationales, Archives de l'Ecole des Ponts et

Chaussées et de l'Ecole Polytechnique, Archives départementales de la Côte-d'Or, Archives et Bibliothèque municipales de Dijon, sans oublier mes amis Emmanuel Grison, président d'Honneur de la SABIX et Michel Pauty, président de l'Académie des sciences, arts et belles lettres de Dijon, qui m'ont encouragé à poursuivre mes recherches.

Ecrits d'Arnollet

Bibliothèque nationale

- A quoi serviront les chemins de fer ? Question à examiner entre les deux sessions (7/1839). Paris, Carillan-Gœuvry, 1839. (Pétitions et lettres sur les chemins de fer. extraits du Moniteur industriel).
- Ce que doivent être les chemins de fer en France et tableaux de la locomotion sur chemins de fer. Paris, Carillan-Gœuvry, 1835.
- Chemin de fer de Paris à Lyon. Avis aux habitants de la Côte d'Or. Révélations curieuses de messieurs les membres du Comité de l'Yonne. Lettre au rédacteur du courrier de la Côte d'Or par Arnollet (15-06-1842). Paris, Imprimerie de Lange-Levy, 1842.
- Chemin de fer de Paris à Lyon. Opposition au projet partiel de Montereau à Chalon proposé par un comité que préside Monsieur le marquis de Louvois, et discussion devant la commission d'enquête de Dijon. Dijon, Imprimerie de Douillier, 1841.
- Chemin de fer du Havre à Marseille. Partie de Dijon à Chalon. Observations sur les différents tracés qu'on peut suivre entre ces deux points. Paris, Imprimerie de Lange-Levy, 1842.
- Chemin de fer, système Jouffroy. Système atmosphérique. Deuxième lettre au ministre des Travaux publics (10-05-1844). Paris, Imprimerie de Lange-Levy.
- Chemin de fer atmosphérique, système de M. Arnollet (1-01-1845). Paris, Imprimerie de Lange-Levy.
- Chemin de fer atmosphérique, lettre au ministre des Travaux publics (7-04-1844). Paris, Imprimerie de Lange-Levy.
- Chemin de fer atmosphérique. Mémoire sur les perfectionnements d'après lesquels ces chemins peuvent être établis et exploités facilement et à peu de frais dans tous les lieux accessibles aux voitures ordinaires. Adressé au ministre des travaux publics le 18-01-1846. Paris, Imprimerie de Lange-Levy.
- Chemin de fer atmosphérique. Systèmes Zambaux et Arnollet. Lettre à Monsieur le directeur du Journal du génie civil (7-1846).
- Conciliation. Trois questions à l'ordre du jour : droit du travail ; richesse du sol ; suffrage direct ou à deux degrés (13-10-1848). Batignolles, Imprimerie de Hennuyer.
- Démonstration des erreurs commises dans l'évaluation de puissance pour application du système atmosphérique au chemin de fer de Nanterre à Saint-Germain. Extrait du journal du Génie civil du 30-04-1846. Observations sur la notice descriptive du chemin de fer atmosphérique publiée par Monsieur Charles Etienne. Paris, Imprimerie de H. Fournier, 1846.
- Economie de 600 millions dans l'exécution des chemins de fer ; réfutation des objections faites au système de M. Arnollet (12-05-1843). Paris, Imprimerie de Lange-Levy, 1843.
- Lettre à messieurs et mesdames les membres de la commission présentement consultée sur les moyens de terminer le chemin de fer de Paris à Avignon. Paris, Imprimerie de N. Chaix, 1851. Extrait des Annales des chemins de fer du 12-04-1851.
- Moyens de diminuer les deux causes d'accident sur les chemins de fer. Lettre à Monsieur le sous-secrétaire d'Etat, directeur général des Ponts et Chaussées (9-05-1842). Paris, Imprimerie de Lange-Levy.

- Des moyens de soulager le Trésor d'une dépense de 600 millions en assurant le succès des compagnies qui se chargeraient de l'entière et prompte exécution des chemins de fer, sans aucune subvention de l'Etat. Paris, Imprimerie de Lange-Levy, 1843.
- Nécessité de l'économie. Discours prononcé par M. Arnollet, président du banquet annuel des anciens élèves de l'Ecole polytechnique le 11-03-1847. Batignolles, Imprimerie de Hennuyer, 1845.
- Notice concernant les moyens d'améliorer la situation des habitants de l'île de Corse, et de rendre la possession de ce département plus avantageuse à la France. Montmartre, Imprimerie de Pilloy frères, 1853.
- Pétition relative aux projets de loi sur la navigation intérieure et les chemins de fer. Paris, Imprimerie de Cosse et G. Laguionie, 1838.
- Projet de formation d'une société pour l'établissement d'un chemin de fer entre Paris et Lyon par Troyes et Dijon, proposé par M. Arnollet pour former, avec le chemin projeté entre Marseille et Lyon et avec celui projeté entre le Havre et Paris, la grande communication de l'Océan à la Méditerranée. Dijon, Imprimerie de Carion, 1833.
- Question des chemins de fer atmosphériques, 25-01-1852. A Monsieur le gérant des Annales des chemins de fer. Batignolles, Imprimerie de Hennuyer, 1852.
- Question des chemins de fer. Mémoire adressé à messieurs les présidents et membres composants le Gouvernement provisoire (27-03-1848). Paris, Imprimerie Mathias
- Richesse du sol français considérée dans ses rapports avec la population (5-10-1848). Batignolles, Imprimerie de Hennuyer.
- Tableaux de la locomotion sur les chemins de fer indiquant, pour une position moyenne de la France, les frais de traction calculés dans toutes les hypothèses de forces motrices, de vitesses, de pentes des chemins et de résistance des frottements, jusqu'à une pente de 50 mm/m. Paris, Imprimerie Carilian-Gœury, 1845.
- Trois lettres à M. le ministre des Travaux publics démontrant les causes réelles de la catastrophe du chemin de fer du Nord et le danger toujours imminent avec les machines actuelles. Paris, Imprimerie Mathias, 1846.
- Un exemple des résultats de l'intervention de l'administration des Ponts et Chaussées pour la formation des projets de chemins de fer (23-10-1846). Batignolles, Imprimerie de Hennuyer, 1847. (Extrait du Journal du génie civil du 31-01-1847).

Bibliothèque de l'Ecole nationale des ponts et chaussées

- Machine à épuisement, pompe à double effet. Notes manuscrites de rapport, 1822-23.
- Projet de bassin de radoub à construire à Sestri-Levante. Manuscrit.
- Note sur pompe proposée pour le canal du duc d'Angoulême (1823)
- Mémoire au roi Louis-Philippe formant appel de la décision non motivée prise contre lui par M. Berard, Directeur général des Ponts et Chaussées, hors des limites de ses attributions, avec notes par M. Alexandre Correard. Mémoire de 11-01-1831, publié dans le Journal du génie civil de 1831 p. 226.

Bibliothèque municipale de Dijon

- Mémoire sur les effets des pompes du système de M. Arnollet. Extrait de la Société royale d'agriculture. Paris, 1824
- Moyens d'utiliser le puits artésien de Dijon, d'y rendre, avec peu de dépense, le cours du Suzon pérenne dans la partie qui traverse la ville et d'établir de nombreuses et abondantes fontaines sans exécuter aucuns travaux au-delà de son territoire. Dijon, 1834.

Archives départementales de la Côte-d'Or

- Prospectus. Projet d'un chemin de fer de Paris à Lyon, par Troyes et Dijon. Dijon, Imprimerie de Carion, 1833.

Procès verbaux des séances de l'Académie des sciences

- Sur un nouveau système de chemins de fer atmosphériques. Mémoire à la Commission des chemins de fer atmosphériques. CR 1845, 1er semestre, T XX, n° 1, p. 49.

Institut national de la propriété industrielle. Brevets Arnollet

- Système de wagon consistant à placer des cylindres en fonte entre la charge et les essieux pour diminuer la résistance provenant de leur frottement réciproque. N° 9218 du 18-03-1833.
- Perfectionnements apportés au système atmosphérique des chemins de fer. N° 16621 du 23 juillet 1844.
- Perfectionnements dans le système des chemins de fer atmosphériques. N° 2680 du 8 décembre 1845 avec addition du 30 décembre. Délivrance le 28 janvier 1846.

Annexe 1

Engagement souscrit par Arnollet en 1823, de fournir six "machines à épuisement mues par la vapeur" capables d'élever 160 m³ d'eau par heure, à 3,5 m de hauteur

Note du Directeur Général des Ponts et Chaussées demandant à l'ingénieur Girard de réunir la commission chargée d'examiner la machine d'épuisement inventée par Pierre Arnollet

Note d'Arnollet : Comparaison des coûts d'entraînement par la vapeur et « à bras d'homme »

Machine d'épuisement portable conçue par Pierre Arnollet

Toutes les reproductions sont extraites des Archives de la Médiathèque de l'Ecole des Ponts et Chaussées, Marne-la-Vallée)

Annexe 2

Rapport sur le système de chemin de fer atmosphérique de M. Arnollet

- 170 (Commissaires, MM. Arago, Regnault, Lamé rapporteur).
- 171 Extrait du Compte-rendu des séances de l'Académie des sciences. Séance du lundi 7 avril 1845.
- 172 L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Regnault et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire présenté par M. Arnollet, et concernant un nouveau système de chemin de fer atmosphérique. L'idée d'employer la raréfaction de l'air comme moyen de transport fut émise, dès 1810, par Medhurst, ingénieur danois. On a fait depuis 1824, divers essais infructueux pour appliquer cette idée. Enfin une invention importante de MM. Clegg et Samuda, qui date de 1838, fit réussir le nouveau moyen de locomotion. On sait que le système, dit atmosphérique, se compose d'un tube placé entre les rails, et dans lequel une machine à vapeur fixe, opère et entretient la raréfaction de l'air ; un piston est poussé dans ce tube par l'excès de la pression atmosphérique, et son mouvement se transmet à l'extérieur par une tige étroite, à laquelle une fente longitudinale livre passage ; il faut qu'une sorte de soupape indéfinie ferme hermétiquement cet orifice en avant du piston, s'ouvre pour laisser passer la tige, et se referme ensuite derrière elle. MM Clegg et Samuda sont parvenus les premiers à remplir ces conditions indispensables, en bouchant l'orifice longitudinal par une lame de cuir convenablement

renforcée, soigneusement mastiquée, qui se soulève par faction de galets attachés à la queue du piston, qui retombe ensuite par son propre poids, et que des cylindres compresseurs et échauffés referment et mastiquent de nouveau.

- 173 Cet appareil fut essayé, en 1838, sur des modèles en petit, à Chaillot et plus tard au Havre. Des expériences plus importantes furent faites dans les environs de Londres, par MM. Clegg et Samuda ; ces expériences que M. Teisserenc fit connaître en France, mirent hors de doute la possibilité d'employer le système atmosphérique. M. Pim, trésorier de la compagnie du rail-way de Dublin à Kingstown, proposa et obtint de l'appliquer au chemin de fer de Kingstown à Dalkey, sur 3 kilomètres de longueur environ. Cette dernière expérience, faite sur une échelle suffisante, a complètement réussi ; M. Mallet, inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées, en a donné la description détaillée. On sait qu'un acte législatif a autorisé M. le ministre des Travaux publics à consacrer une somme de 1 800 000 francs pour de nouvelles expériences ; une telle mesure devait vivement exciter l'esprit d'invention, et c'est ce qui explique le grand nombre de communications relatives aux chemins de fer atmosphériques, qui ont été faites cette année à l'Académie. Nous n'avons à nous occuper aujourd'hui que du mémoire de M. Arnollet, lequel concerne spécialement l'économie des frais d'établissement et de la force employée.
- 174 Au chemin de fer de Dalkey, l'air du tube est directement raréfié, à l'aide d'une pompe à air mue par une machine à vapeur. Cet appareil marche avant et pendant le parcours d'un convoi, mais reste ensuite inactif. Ainsi, dans le système atmosphérique anglais, une très forte machine exécute un grand travail durant huit à dix minutes, et se repose une heure ou plus ; il est nécessaire cependant que la température de la chaudière se conserve pendant l'intermittence, pour que l'appareil soit toujours prêt à fonctionner. Les dépenses, les pertes et les autres inconvénients qui naissent de cette marche discontinue, ont engagé M. Arnollet à proposer un moyen de raréfaction différent. Dans son système une machine de quelques chevaux de force serait constamment employée à raréfier l'air de trois réservoirs, ayant chacun une capacité au moins égale à celle du tube, ou d'un seul de capacité triple ; on ferait communiquer ces réservoirs, lorsque la pression ne serait plus que $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube contenant de l'air ordinaire, et où s'établirait bientôt une pression moyenne de $\frac{1}{2}$ atmosphère ; cette raréfaction ferait marcher le piston et le convoi ; à la fin du voyage, l'air, totalement refoulé dans les réservoirs, atteindrait la pression de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère, et l'action continue de la machine ramènerait de nouveau cette pression à $\frac{1}{3}$.
- 175 Pour montrer les avantages de son système, M. Arnollet suppose un chemin de fer devant effectuer, à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, un transport annuel de 2 500 000 tonnes (sic), poids net, en voyageurs et marchandises, ou par jour 700 tonnes distribuées sur dix convois. Ce chemin serait divisé en relais de 5 000 mètres, chacun d'eux étant desservi par un moteur atmosphérique partiel. L'auteur trouve qu'il faudrait une machine de 126 chevaux pour raréfier l'air dans un tube de 5 000 mètres de longueur et de 39 centimètres de diamètre, si l'on adoptait le système anglais ; tandis que l'application du moyen qu'il propose n'exigerait, dans la même circonstance, qu'une machine de 8 chevaux, c'est à dire une force 16 fois moindre². Ces nombres supposent que la longue soupape, qui ferme l'orifice longitudinal du tube, ne laisse pas entrer l'air. M. Arnollet déduit de plusieurs expériences rapportées par M. Mallet, que l'appareil de Dalkey subit une rentrée de 15 mètres cubes d'air par kilomètre et par minute. En adoptant ce résultat l'auteur trouve que la force de sa

machine devrait être portée de 8 chevaux à 10 ; mais, comme ce défaut de l'appareil et la perte de force qu'il occasionne ne sont pas encore suffisamment étudiés, nous en ferons abstraction dans la comparaison des deux systèmes.

- 176 Plusieurs notes jointent à ce Rapport donnent, pour les deux cas, le calcul de la force employée et de l'effet obtenu. Dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche est exactement égal au travail produit. La perte de force est donc totalement celle que représente le combustible consommé pendant l'intermittence. Si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression de l'air du tube, on trouve que la machine doit agir pendant un temps à peu près double de celui que le convoi met à parcourir le relais. La première moitié de ce temps est employée à raréfier l'air du tube avant le départ, depuis la pression extérieure jusqu'à $\frac{1}{3}$ d'atmosphère.
- 177 Quant au système proposé par M. Arnollet, si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression que la machine ramène dans les réservoirs, le calcul montre que le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de 5 à 3, d'où résulte une perte de force de 40 pour 100. Cette perte a lieu lorsqu'on fait communiquer les trois réservoirs où le pression est de $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube rempli d'air à la pression extérieure, afin d'obtenir la pression moyenne de $\frac{1}{2}$ d'atmosphère. Car, s'il avait été possible d'aspirer directement la moitié de l'air contenu dans les quatre capacités réunies, ce qui eût conduit, comme pour le système anglais, à l'égalité entre le travail dépensé et le travail produit, on eût évidemment employé moins de force à expulser les trois premiers sixièmes de l'air remplissant le tube, qu'à expulser, comme on est obligé de le faire, le quatrième sixième de l'air des trois réservoirs. Dans le fait, les deux premiers tiers de la masse d'air primitivement contenue dans les réservoirs sont expulsés une fois pour toutes ; mais l'air du tube, refoulé par le piston voyageur, vient remplacer le second tiers de cette masse primitive, et c'est la force employée à l'expulser de nouveau qui compose en totalité le travail utilisable dépensé pour chaque convoi. Or, on trouve par le calcul, et l'on admettra aisément, qu'on allégerait ce travail d'au moins 40 pour 100, en substituant à la seconde moitié, la plus pénible, de sa tâche, l'extraction à masse égale, et comparativement si facile, de la première moitié de l'air contenu dans le tube ; substitution qui le rendrait précisément égal au travail produit.
- 178 D'après ces résultats théoriques, en supposant que les frais d'établissement de l'un et l'autre système pussent être égaux, si les convois se succédaient à des époques assez rapprochées, où si l'on prenait des précautions suffisantes, pour que le combustible consumé pendant l'inaction de la machine anglaise fût au plus les deux tiers du combustible dépensé lors de son action, les deux systèmes auraient un mérite égal, et il n'y aurait aucune raison d'économie pour préférer l'un à l'autre.
- 179 C'est à ces termes simples que se réduit la comparaison des deux systèmes, quels que soient d'ailleurs, la longueur des relais, la vitesse de marche des convois, la force de traction qui correspond à cette vitesse, le tonnage à transporter, la difficulté des pentes à franchir. Est-il réellement impossible que le système anglais puisse remplir les conditions nécessaires, pour que la dépense ne surpasse pas celle du système de M. Arnollet ? C'est ce qu'il n'est pas permis d'affirmer aujourd'hui.
- 180 Une donnée pratique manque pour comparer les frais d'établissement. On peut bien évaluer le prix de la puissante machine exigée par le système anglais, et celui de l'appareil pneumatique, non moins coûteux, qu'elle mettrait en activité. Mais pour le système de M. Arnollet, outre sa faible machine et sa pompe à air de petite dimension, il

y aurait à construire trois réservoirs, imperméables et solides ; construction dont il paraît difficile, sinon impossible, d'évaluer la dépense avec quelque exactitude. La capacité de chacun de ces réservoirs devraient être, suivant M. Arnollet, de 6 à 800 mètres cubes, et en réalité beaucoup plus grande, comme nous le prouverons bientôt. Il faudrait que les parois fussent de nature à s'opposer sûrement à toute rentrée d'air, assez épaisses et convenablement étayées, pour résister à un excès de pression de 7 tonnes environ par mètre carré de surface, tendant à les rapprocher. Le prix de trois bâtiments d'un genre si nouveau, remplissant suffisamment toutes ces conditions, serait-il moindre que l'excès considérable de dépense, en machines et pompes à air, exigé par le système atmosphérique anglais ? Nous ne saurions le dire a priori, et nous pensons que tout ingénieur impartial garderait la même réserve.

- 181 Plusieurs praticiens se sont proposé récemment de rechercher les précautions à prendre pour diminuer, autant que possible, la dépense en combustible durant les intermittences de l'action d'une machine à vapeur. On cite une expérience remarquable faite, sur une chaudière ordinaire, dans les ateliers de M. Lemaître, à la Chapelle ; d'après cette expérience, plusieurs fois répétées, une interruption d'une heure, suivie d'une émission de vapeur, durant dix à douze minutes, n'occasionnerait qu'un excès de consommation de combustible d'un tiers en sus. Lors des interruptions, on fermait soigneusement toute issue à l'entrée et à la sortie des gaz au-dessous de la chaudière ; lors des prises de vapeur, toutes les issues étant, au contraire, ouvertes, on activait la combustion pendant deux ou trois minutes, à l'aide d'un ventilateur. Si ce fait se vérifie, la dépense en combustible n'est pas une objection sérieuse pour le système atmosphérique anglais.
- 182 D'ailleurs la perte de force que représente l'excès de consommation du combustible disparaît bientôt ; car, suivant l'opinion émise dans une autre enceinte par l'un de nous, M. Arago, les usines qui réclament ordinairement la puissance incertaine des cours d'eau et du vent, et d'autres encore, viendraient se grouper autour des puissantes machines du système atmosphérique anglais, pour utiliser une force régulièrement disponible, autrement sans emploi, et que cette circonstance même rendrait peu coûteuse. Il en serait tout autrement de l'excès de travail dépensé par le système de M. Arnollet ; sa perte serait irrémédiable, et sans profit pour personne.
- 183 Les calculs qui ont servi de base à la comparaison que nous venons d'établir font abstraction de plusieurs causes de pertes de force, telles que les rentrées d'air par les soupapes, les inégalités de pression qui doivent exister dans le tube, réchauffement du corps de pompe dû à la compression de l'air expulsé, et d'où résulte la dilatation de l'air aspiré ; toutes circonstances qui exigent une augmentation de travail dépensé. Mais on manque de données précises pour évaluer avec exactitude cette augmentation, qu'il faudrait d'ailleurs appliquer aux deux systèmes.
- 184 Toutefois, nous devons le reconnaître le système de M. Arnollet se trouve dans de meilleurs conditions que le système anglais pour atténuer les pertes dont il s'agit. Le temps pendant lequel la soupape longitudinale laisse rentrer de l'air est plus court. Lorsqu'on raréfie l'air des réservoirs, les inégalités de pression doivent être incomparablement plus petites que dans le tube, long et étroit, sur lequel la machine anglaise agit directement. Enfin, la durée beaucoup plus longue de l'action du moteur, et la petitesse relative de l'appareil pneumatique, permettent d'augmenter ses dimensions et de ralentir sa marche, de manière à diminuer beaucoup réchauffement du corps de pompe.

- 185 M. Arnollet semble admettre, dans son Mémoire, qu'une force de traction de 4 kilogrammes par tonne, laquelle est tout au plus suffisante pour faire partir un convoi, suffit encore lorsque la vitesse est de 60 kilomètres à l'heure, ou de 16,65 mètres à la seconde. Ce nombre est évidemment beaucoup trop faible. Plusieurs observations faites sur les chemins de fer des environs de Paris, ont conduit à une formule empirique fort commode, pour représenter le coefficient de la traction ; cette formule, qui se compose d'un terme constant, et d'un autre proportionnelle] au carré de la vitesse, donne une traction de 13 kilogrammes par tonne pour la vitesse de 16,65 mètres. On a observé sur le chemin de Versailles (rive gauche), qu'un convoi, descendant librement sur une rampe d'un centième, acquérait une vitesse uniforme de 13 à 14 mètres ; ce qui donne 10 kilogrammes par tonne pour la traction correspondant à cette vitesse. Ces deux nombres sont évidemment concordants, mais ils sont certainement exagérés quand il s'agit de forts convois ; car la formule citée suppose que l'accroissement de la traction totale, qui résulte de la vitesse, est proportionnelle au poids ; ce qui ne saurait être, puisque la résistance de l'air, d'où dépend cet accroissement, doit s'exercer principalement sur les premiers wagons, et n'augmenter qu'assez faiblement avec le nombre de ceux qui les suivent.
- 186 En adoptant toutefois la traction de 13 kilogrammes par tonne, qui représente une limite opposée à celle de 4 kilogrammes, et se servant des formules démontrées dans les notes annexées dans ce Rapport³, on trouve que, pour obtenir une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, avec des convois de 120 tonnes, poids total, il faudrait, à chaque relais de 5 000 mètres seulement, soit une machine de 200 chevaux, soit une de 20, mais avec trois réservoirs ayant chacun une capacité de 2 000 mètres cubes, ou un seul de 6 000 ! Ce serait, des deux parts, acheter bien cher l'avantage de donner, à une masse énorme, une vitesse excessive, dont les dangers sont effrayants et sans remède. Avec des convois de 50 à 60 tonnes au plus, et une vitesse de 30 à 40 kilomètres à l'heure, la dépense serait trois à quatre fois moindre, et la gravité des accidents disparaîtrait. L'économie et la prudence sont ici d'accord pour assigner une limite à l'exagération des avantages que peuvent offrir les chemins de fer.
- 187 Malgré les incertitudes qui ne permettent pas encore de reconnaître la supériorité que M. Arnollet attribue à son système dans toutes les circonstances, nous pensons néanmoins que, dès à présent, ce système pourrait être appliqué avec avantage sur les chemins de fer destinés à des convois peu multipliés, et marchant avec une vitesse modérée, surtout s'il était possible de distribuer ces convois à des intervalles de temps égaux, pendant les vingt-quatre heures du jour et de la nuit.
- 188 Quoiqu'il en soit le Mémoire de M. Arnollet, qui contient des remarques utiles et des vues ingénieuses, traite une question importante que l'expérience et la pratique peuvent seule résoudre complètement.
- 189 Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOTES

1. Le lecteur trouvera en « *Annexe 1* » des copies de documents qui illustrent les travaux d'Arnollet dans le domaine des pompes hydrauliques, conservés par les archives de la Médiathèque de l'Ecole des Ponts et Chaussées, Marne-la-Vallée.
2. Voir la Note IV, à la fin du Rapport
3. Voir la Note IV