

# LIVRET DE L'EXPOSITION CARNOT

**Lazare CARNOT**  
« Le Grand Carnot »  
Portrait 1813 Louis Léopold Boilly

**Sadi CARNOT**  
« Le physicien »  
Portrait 1814 Louis Léopold Boilly

**République et Science**

**2023 & 2024 Les bicentennaires CARNOT, C'est aussi au Creusot !**  
*Des savants d'hier pour imaginer demain*

**Une grande famille française**

**PAVILLON DE L'INDUSTRIE**

**ACADÉMIE FRANÇOIS BOURDON**

**Exposition temporaire**

**Le Pavillon de l'Industrie**

**Du 10 avril 2024 à fin octobre 2024**

Family tree members: Paul, Jean, Sadi, Ernest, François, Adolphe, Hippolyte, Sadi Président et Cécile Dupont-White, Sadi Le physicien, Lazare « Le Grand Carnot » et Sophie Dupont, Claude, Claude et Marguerite Pothier.



Scannez-moi pour accéder au livret et aux photos des panneaux en ligne

Conception : Gilles BERTRAND  
Réalisation : Jean-Marc PUGNET  
Fabrication des panneaux : Signa'Com

## 1 – Les Carnot, une famille historique



Etablie en Bourgogne depuis le 15<sup>ème</sup> siècle, la famille Carnot est connue à Nolay depuis Lazare Carnot (1631-1723), bailli qui joue un rôle dans la diplomatie de l'époque.

En 1719, naît **Claude Abraham** Carnot qui sera notaire, bailli, juge et père de la génération illustre. En 1745, il épouse sa voisine **Marguerite** Pothier qui lui donne 19 enfants dont 8 survivront (2 filles et 6 garçons) et illustreront la famille de façon éclatante. Il décède en 1797

**Marguerite** (1748-1774) l'aînée, sœur hospitalière est inhumée dans le cimetière de Nolay avec cette épitaphe : *Marguerite Carnot, Mère des Pauvres*. **Jeanne Pierrette** (1750-1825) est également sœur hospitalière à l'Hospice de la Charité à Nolay. La

maison de retraite (EHPAD) de Nolay porte aujourd'hui son nom. Leurs frères sont avocat au Parlement comme Joseph, notaire royal et maire de Nolay, comme Jean **François Reine** (1760-1829), ou juge et procureur sous l'Empire comme **Claude Marguerite** (1754-1808) ancien étudiant en droit à Dijon, ou receveur des domaines, comme le plus jeune Gabriel **Bernard** (1767-1826) d'abord officier dans la légion du Luxembourg, ou brillants militaires comme Claude Marie et Nicolas Marguerite **Lazare**, dit le Grand Carnot ou l'Organisateur de la Victoire. C'est lui et l'un de ses fils **Sadi** qui seront ici les personnages principaux de notre exposition. Les accompagneront deux frères :

**Joseph** François Claude (1752-1835), l'aîné des garçons, qui est un jurisconsulte français. Après des études de droit à Dijon; il est sous l'Ancien Régime conseiller au Parlement de Dijon. Il est en 1799 procureur général auprès du tribunal d'appel de Dijon. Il entre en 1801 à la Cour de cassation et devient membre d'une commission chargée de réviser le code pénal en 1831. Il est élu membre de l'Académie des sciences morales et politiques en 1832.

**Claude** Marie Carnot, dit Feulins, (1755-1836) qui fait une brillante carrière militaire dans le Génie, puis dans l'Artillerie. Il fait ses débuts dans le régiment de son frère aîné Lazare dont il est le fidèle et actif collaborateur jusqu'au Consulat. Son action énergique à la bataille de Wattignies fait de lui un Général de brigade. En désaccord avec le Premier Consul, il démissionne mais revient à la vie politique pendant les Cent-Jours avant de se retirer à Nolay.

La plupart des arbres généalogiques de la famille Carnot sont construits avec les Hommes Carnot. Parmi eux, Marie François **Sadi** (1838-1894) qui fût président de la République en 1887 et fût mortellement poignardé à Lyon. N'oublions pas non plus les filles Carnot, **Claire** Carnot (1864-1920) fille du président de la République et épouse de Paul Cunisset qui adopte le patronyme Cunisset-Carnot, haut-magistrat, élu local et écrivain et Marie Carnot (1873-1969), fille d'Adolphe frère du président, et épouse de Léo Armagnac.

## 2 – Les bicentennaires Carnot. Que commémore-t-on ?



Le calendrier 2023 de France Mémoire, service de l'Institut de France dont la mission est de référencer les commémorations nationales et anniversaires historiques, **compte cinquante dates anniversaires, sur des personnages, des œuvres et des événements marquants de l'histoire de France**. Les dates retenues ont été sélectionnées par un conseil scientifique constitué de délégués des cinq académies qui composent l'Institut de France. Elles offrent une grande variété de sujets, depuis le Moyen-Âge jusqu'à 1973. Les temps forts de l'année 2023 sont le millénaire de l'abbatiale romane du Mont-Saint-Michel, les 400 ans de la naissance de Blaise Pascal, les centenaires de la mort de Sarah Bernhardt et de Gustave Eiffel, ou encore les 50 ans du lancement du programme spatial Ariane. Ce calendrier compte de nombreux sujets littéraires. Des événements sont

autant de fenêtres ouvertes sur des moments significatifs de l'histoire de France : le serment de Guérin de Beauvais (1023) sur le mouvement de la "Paix de Dieu", la naissance de Louis XI (1423) et la construction de

l'État, la mort de Lazare Carnot (1823) personnage illustre de la Révolution française, le traité de Lausanne (1923) pour les négociations qui ont suivi la Grande Guerre.

France Mémoire a diffusé également le calendrier des anniversaires historiques qui font les commémorations nationales et l'actualité en 2024. Née il y a 900 ans, Aliénor d'Aquitaine n'est pas la doyenne de cette édition 2024. La palme en revient à l'australopithèque "Lucy", dont le squelette vieux de 3,2 millions d'années fut découvert en Éthiopie en 1974 par l'équipe de paléontologues codirigée par le Français Yves Coppens. La même année, Roland Moreno s'apprête à révolutionner notre quotidien en inventant la carte à puce, on inaugure l'aéroport Charles de Gaulle, et le festival de bande-dessinée d'Angoulême ouvre ses portes pour la première fois. Le cinquantenaire de la mort de Georges Pompidou (1911-1974) est également l'un des anniversaires marquants de l'année 2024. Il y a deux-cents ans, Sadi Carnot publiait ses **Réflexions sur la puissance motrice du feu** (1824), jetant ainsi les bases de la thermodynamique moderne. Deux dates clés dans l'histoire de l'éducation des filles jalonnent le calendrier, avec le bicentenaire de la naissance de Julie-Victoire Daubié (1824-1874), première bachelière de France, et le centenaire de l'unification des programmes scolaires du secondaire pour les filles et les garçons. Le calendrier 2024 réunit aussi les historiens François Guizot (1787-1874) et Jules Michelet (1798-1874), la Comtesse de Ségur (1799-1874), auteur des célèbres *Malheurs de Sophie*, les écrivains Marcel Pagnol (1895-1974) et Anatole France (1844-1924), chantre de la langue classique, et la publication du *Manifeste du surréalisme* en 1924. Les Jeux Olympiques de Paris en 2024 coïncideront avec le centenaire de ceux de 1924, organisés à Paris et à Chamonix.

### 3 – Les archives Carnot à l'Académie François Bourdon



L'Académie François Bourdon, c'est... une association située au Creusot et reconnue "d'intérêt général présentant un caractère scientifique". Elle a pour buts la valorisation des patrimoines industriels et la promotion de la culture scientifique, technique et industrielle.

- Elle gère un **centre d'archives historiques** d'environ 6,5 kilomètres linéaires de dossiers, plus de 520 000 documents iconographiques, 120 000 plans, une bibliothèque de 50 000 volumes et une collection d'environ 1 200 objets.
- Elle a créé le centre d'interprétation "**Pavillon de l'Industrie**", musée qui est consacré à la formidable aventure industrielle du Creusot : "Comprendre hier pour imaginer demain" à travers des objets, des machines, des œuvres d'art, des photographies, des films. C'est dans ce Pavillon qu'est installée l'exposition Carnot en 2024.
- Elle développe des **actions pédagogiques** à travers son service éducatif qui propose aux publics scolaires des approches variées dans le Pavillon de l'Industrie, des ateliers scientifiques et techniques.
- Elle a mis en place un **Conseil Scientifique**, organe consultatif de réflexion et de proposition dans le cadre de ses missions.
- Elle organise des **conférences** et des colloques sur les thèmes de l'histoire industrielle et de l'actualité scientifique.
- Elle réalise diverses **publications**.
- Elle apporte son **soutien à la recherche historique** au travers du Prix François Bourdon, attribué conjointement par l'Académie François Bourdon et la Fondation Arts et Métiers et des aides à la recherche de la Fondation de Wendel.

En parallèle, l'Académie François Bourdon conserve des versements de particuliers. Pour exemple, les **archives de la famille Carnot** ont été confiées à l'Académie François Bourdon en 2005 par Gaëtan Carnot, président de la Fondation Carnot et arrière-petit fils du président Sadi Carnot. Le fonds se compose d'éléments de correspondance familiale, politique et professionnelle, de manuscrits, d'imprimés, d'affiches, de notices biographiques, etc. Il est enrichi d'une importante biographie et d'un travail d'inventaire des statues et portraits dédiés aux membres illustres de la famille Carnot. A cela, s'ajoute une importante documentation généalogique. Ce fonds Carnot est une source de documents qui constituent l'ossature de la présente **exposition Carnot**.

## 4 – Lazare né à Nolay, un enfant du pays (1753-1771)

**Le 13 mai 1753, Lazare Nicolas Marguerite Carnot naît à Nolay**, petite bourgade entre Beaune et Autun. Il est le fils de Claude Carnot, avocat et notaire, et de son épouse Marguerite Pothier. Il est le huitième de la fratrie. Son père, qui avait coutume de noter sur un cahier tous les événements qui marquaient dans l'existence des siens, avait écrit pour la naissance de Lazare. « *Cet enfant est né dans un temps de calamité par les morts promptes et fréquentes qui affligent ce pays, ainsi que tous ceux de la province. Que Dieu lui présente ainsi sa colère dans tout le cours de sa vie, pour qu'il s'y conduise avec crainte, et mérite sa miséricorde.* » comme le rapporte l'ainé Joseph dans son manuscrit écrit entre 1797 et 1801 « *Précis historique de la famille des Carnot de Bourgogne, avec quelques notes critiques sur divers personnages de la Révolution* » que l'Académie François Bourdon a en dépôt.



Une plaque déposée sur la maison natale de Lazare permet de la repérer facilement en proximité de la place que domine la statue monumentale de Lazare ; un balcon de fer forgé orné de trois merlettes sur un écusson, blason de famille, permet également de distinguer ce manoir hérité par Claude Carnot.

Dans la biographie de Lazare Carnot qu'Arago lit à l'Académie des Sciences le 21 août 1837 il évoque un voyage à Dijon de l'enfant de 10 ans avec sa mère, qui les conduit à un spectacle où des évolutions de troupes et des combats se succèdent. Le jeune garçon interpelle les acteurs et signale les erreurs qu'il constate dans le placement de l'artillerie et suggère une position où les soldats seraient moins exposés... signe d'une précoce intelligence militaire ?

La première éducation de Lazare se fait par son père puis au collège de Nolay ; en 1767 il est envoyé au collège d'Autun anciennement collège des Jésuites pour la troisième année de rhétorique puis rejoint le petit séminaire d'Autun. Arago évoque également la fermeté que Lazare montre le jour où il soutient son examen en latin dans une cérémonie en public en 1768. D'habitude le maître accompagne l'élève pour le soutenir mais Lazare signifie qu'il entendait monter seul en chaire et obtient un franc succès après avoir dû argumenter en latin contre les objections d'une auditrice présente. Allait-il s'orienter dans une fonction ecclésiastique lui qui était alors fort dévot ? Selon son frère aîné Joseph « *il aime et cultiva dès son enfance les arts et les sciences : il eut toujours le désir de voyager pour s'instruire* ». Il songe à une carrière militaire.

Notons qu'entre 1779 et 1784 le collège d'Autun est fréquenté successivement par Napoléon, Joseph et Lucien Bonaparte. En 1867 il prend le nom de collège Bonaparte, devenant en 1960 le lycée Bonaparte.

## 5 – Une vocation militaire, l'école du Génie de Mézières et premières affectations (1771-1791)



Lazare envisage une carrière dans les armes savantes : artillerie, marine ou génie et tente d'entrer à l'**École royale du Génie de Mézières**, aujourd'hui préfecture des Ardennes, l'arme du Génie n'étant pas seulement ouverte aux nobles pour les emplois d'officiers mais aussi aux roturiers de bonne famille bourgeoise, dont les parents vivent « honorablement sur leurs terres ». L'ayant préparé seul, il se présente au concours d'entrée à la session de 1769 ; mais son échec pousse son père à l'envoyer, avec une recommandation du duc d'Aumont, marquis de Nolay, lieutenant général et aide de camp du Roi, en préparation dans un établissement parisien réputé, le cours Longpré. À 16 ans Lazare Carnot gagne donc la capitale et loge à l'hôtel du duc d'Aumont avant de rejoindre la pension Longpré. C'est un lourd sacrifice financier pour ses parents. Il y est

remarqué par le grand mathématicien et illustre académicien **d'Alembert** (1717-1786) qui visite régulièrement les élèves du cours. En février 1771, après sa période de préparation, il est admis troisième (sur douze admis et une centaine de candidats) et rejoint cette école comme second lieutenant pour deux années. Il y retrouve un jeune professeur, **Gaspard Monge** (1746-1818), originaire de Beaune, qui y développe la géométrie

descriptive et enseigne la géométrie, la mécanique, le dessin et l'hydraulique. Les élèves apprennent aussi la coupe des pierres et des bois, puis passent à l'architecture, à la perspective et à la physique ; ils font des exercices de campagne, des levés de fortifications et des simulacres de siège, attaque et défense des places. Lazare Carnot gardera de solides et fructueuses relations avec Monge.

Lazare Carnot sort en janvier 1773 avec le grade de premier lieutenant. Il sera pendant 18 ans en service dans les places fortes du Nord. À **Calais** (juin 1773), il s'emploie au nivellement de la citadelle et aux plans des souterrains, mais s'adonne surtout aux mathématiques, il apprend l'anglais et acquiert une réputation de géomètre. À **Cherbourg** (janvier 1777), il est affecté au programme de grands travaux devant faire de cette ville le grand port militaire de la Manche. À **Béthune** (été 1780), il est dépêché pour relever les fortifications de la ville. Il est ensuite en garnison à **Arras** (1781) où il fréquente Robespierre, puis de nouveau à Béthune (1788) et enfin à **Aire-sur-la Lys** (mai 1791). Assez aigri et découragé, comme l'ensemble du corps du Génie, il se réfugie dans l'étude lorsqu'il est en garnison et vers des demandes annuelles de congés vers Dijon et Nolay. Pénalisé par les mesures prises à l'encontre des officiers d'origine roturière, il ne sera nommé capitaine à l'ancienneté qu'en décembre 1783.

## 6 – Premiers écrits prometteurs (1777-1797)



Pendant cette période Carnot développe des travaux scientifiques et affirme ses talents. Il propose des mémoires en réponse à des concours posés par les Académies qui deviendront des ouvrages.

En 1777, l'Académie des Sciences de Paris propose comme sujet de concours « *la théorie des machines simples en ayant égard au frottement et à la raideur du cordage* ». Lazare adresse à l'Académie un mémoire mais le prix n'est pas attribué. Le même sujet est remis au concours en 1780 et Carnot reprend et développe son travail, mais il n'obtient pas le prix qui est attribué à Charles Coulomb, officier également issu de l'école du Génie de Mézières et connu depuis pour des travaux sur les frottements mécaniques et sur les charges électriques. Carnot en tirera en **1782** son premier ouvrage "**Essai sur les**

***machines en général***" imprimé à Dijon et dont la couverture ne comporte pas le nom de l'auteur, seulement « *par un officier du corps royal de Génie* ». Une nouvelle édition imprimée également à Dijon en 1786 nomme bien l'auteur en couverture, M. Carnot. Il y expose les lois fondamentales de l'équilibre et du mouvement et les applique à différents types de machines simples ; il y précise les lois du choc et énonce la loi de conservation du travail.

En 1783, l'Académie de Dijon propose pour son prix le sujet "*l'éloge de Vauban*" pour la deuxième fois, la première ayant été infructueuse. Lazare Carnot dépose un mémoire qui emporte le prix. Le 2 août 1784, il reçoit le prix des mains du prince de Condé, gouverneur de la Bourgogne, qui préside la cérémonie de l'Académie et reçoit les félicitations de Buffon et du prince Henri de Prusse frère du roi Frédéric le Grand, présent à Dijon. Son "**Éloge de M. le Maréchal de Vauban**" sera publié en **1784**. Ce n'est pas qu'une hagiographie et le texte ne traite pas que des fortifications. Il y condamne l'esprit de système, la fortification géométrique alors préconisée par les directeurs du corps du Génie. Il se range parmi les partisans de la guerre de siège contre les doctrinaires privilégiant le mouvement et dénonce aussi le despotisme, l'oisiveté et l'inégalité sociale, ce qui lui vaut quelques polémiques et le mécontentement durable de sa hiérarchie. Il est élu "associé non-résident" le 19 août suivant et installé à l'Académie le 10 juin 1785.

**Attention** il existe une édition dont la couverture porte la mention « *ouvrage enrichi d'observations par un Amateur* ». C'est une édition-pirate éditée par M. de Montalembert qui s'estimant visé par les critiques de Carnot, publie pour se venger « *une édition de l'éloge de Vauban accompagnée de notes où l'offense, où l'outrage étaient portés à leur comble. Il y avait dans ce pamphlet de quoi bouleverser mille fois la tête d'un jeune homme ; cependant, en cette difficile occurrence, Carnot se montra déjà ce qu'il a toujours été depuis : franc, loyal, et complètement insensible à des injures non méritées* » (note Arago 1837).

La même année, après le premier vol des frères Montgolfier, il écrit une "**Lettre sur les aérostats**" destinée à l'Académie des sciences, qui pose la question des moyens de diriger de tels engins, lettre introuvable à l'Académie selon Arago en 1837 mais que le frère de Lazare, Hippolyte a en sa possession lorsqu'il écrit en 1861 les « *Mémoires sur Carnot par son fils.* » (pp 121-126). Lazare y évoque la mécanique du feu dont il prédit qu'elle produira des révolutions étonnantes... à suivre !

En 1784, l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin propose comme sujet "*élaborer une théorie claire et précise de ce qu'on appelle infini mathématique*". Elle reçoit 23 mémoires dont celui de Carnot intitulé « *Dissertation sur la théorie de l'infini mathématique* » qui, examiné par un jury présidé par Joseph-Louis Lagrange, célèbre mathématicien et astronome, ne sera pas primé. Bien que Simon L'Huilier, mathématicien de Genève, remporte le prix, Lagrange est déçu par le travail, qu'il considère « le meilleur d'un mauvais lot ». Carnot fait de sa dissertation révisée un ouvrage qui est achevé en 1788 et publié en **1797** : "**Réflexions sur la métaphysique du calcul infinitésimal**". Dans un avertissement préliminaire l'auteur précise « *il y a quelques années que l'auteur de ces réflexions les a rédigées dans la forme où il les présente aujourd'hui ; Il est maintenant chargé de soins dont l'importance ne lui permet pas de revenir sur ses premières méditations* ». On verra pourquoi sous peu. L'ouvrage connaît un succès à la fois immédiat et durable. Il est rapidement traduit en portugais (1798), en allemand (1800), en anglais (1800) et en italien (1803) ; il sera réédité en 1813, 1839, 1860, 1925, 1970.

## 7 – Aussi poète

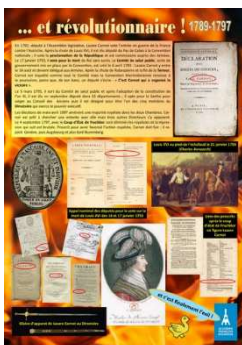


Depuis son jeune âge, Lazare Carnot compose des poèmes pour les événements de sa vie et dans ses moments de loisir ou de délasserment, qu'il employait à composer de petits vers, empreints toujours d'une gaieté douce et de bonne compagnie. Alors qu'il est exilé à Magdebourg, il écrit en novembre 1818 le sonnet *sur le Bonheur*. En **1820**, l'ouvrage "**Opuscules poétiques du général L.-N.-M. Carnot**" est publié à Paris. Il regroupe la majorité (environ 160) de ses poèmes en 352 pages. Ils sont classés en trois rubriques : 1) Pièces sérieuses et philosophiques, odes, sonnets et poésies sacrées – 2) pièces du genre simple, le poème heroï-comique en six chants *Don Quichotte*, fables, contes, ballades, rondeaux, triolets – 3) pièces chantantes, pastorales, romances, brunettes, vaudevilles. Plusieurs sont imités ou traduits de textes latins, allemands, italiens, anglais, d'autres ont été mis en musique. L'**almanach des Muses** est une revue poétique fondée en 1765 qui paraît jusqu'en 1833. Certains numéros recèlent des poésies de Lazare Carnot extrêmement légères. Celui de 1791 contient ainsi, page 37, « *Le temps passé, dialogue burlesque entre madame Fagotin et M. Barbichon* ».

En juin 1786, Carnot, en garnison à Arras, voulant rompre son isolement, entre à la société littéraire des **Rosati**, fondée en 1778 dont le nom est un double hommage aux roses et à l'Artois (anagramme Rosati). Il publie plusieurs chansons dans le recueil des Rosati, notamment "*Je ne veux pas*", ou "*les Mœurs de mon village*" en neuf strophes, et plusieurs chansons bachiques où on le découvre poète léger, amoureux, libertin. Il y rencontre l'avocat natif d'Arras **Maximilien de Robespierre** entré aux Rosati en juin 1787. Son enthousiasme pour les Rosati l'amènera à donner entre autres prénoms à son fils aîné qui naîtra en 1796 celui de Sadi, en référence au poète persan Sâadi de Chiraz, auteur de "*l'Empire des roses*". Carnot candidate aussi à l'Académie royale des belles-lettres d'Arras où il entre le 25 mai 1787 avec un discours sur "*Le pouvoir de l'habitude*". Robespierre y est académicien depuis 1783 et directeur depuis 1786.

Le 27 juin 1786, il devint membre correspondant du Musée de Paris, une fameuse société littéraire qui compte parmi ses adhérents Marmontel, Condorcet, La Harpe ou encore Cloots. À Paris, en 1797, avec d'autres – dont deux anciens Rosati : Beffroy de Reigny et Dubois de Fosseux — Carnot est l'un des fondateurs de la *Société des Belles Lettres* appelée aussi *Rosati de Paris*.

## 8 – ...et révolutionnaire (1788-1797)



Capitaine à l'ancienneté en 1783, Lazare Carnot sent bien que ses ambitions militaires sont limitées par ses origines modestes et que la noblesse, dont il n'est pas, a la meilleure part. Dès juin 1788, il participe au tumulte que provoque dans l'armée le plan sur la réduction des places fortes et argumente en faveur de la guerre de défense en 1789 dans un « *Mémoire présenté au Conseil de la Guerre, au sujet des Places fortes qui doivent être démolies ou abandonnées* ». Il rédige en 1789 une « *Réclamation adressée à l'Assemblée nationale contre le Régime oppressif, sous lequel est gouverné le Corps Royal du Génie en ce qu'il s'oppose aux progrès de l'art, et au bien qu'il seroit possible de faire* ».

À Aire-sur-la Lys, il organise en juin 1791 une Société des amis de la Constitution très active ce qui lui vaut d'être élu le 31 août député du Pas-de-Calais à l'**Assemblée législative** sous Louis XVI comme son frère Claude-Marie Feulins en garnison à Saint-Omer. Le 1<sup>er</sup> octobre 1791 se tient la première réunion de cette nouvelle Assemblée dans la salle du Manège aux Tuileries à Paris. Ses comités thématiques sont institués, Lazare siège au comité de l'instruction publique. Selon le *dictionnaire des législateurs* (2007) 110 députés sur les 735 sont considérés comme orateurs dont les deux frères Carnot. Lazare participe aux débats sur les émigrés, sur la discipline militaire, condamne les vetos mis par le roi aux décrets de l'Assemblée. Le 20 avril il vote l'entrée en guerre de la France contre l'Autriche proposée par le roi et après l'entrée en guerre de la Prusse le 6 juillet, l'Assemblée déclare la patrie en danger.

Une seconde fête de la Fédération a lieu le 14 juillet 1792, les frères Carnot y sont présents à Paris, elle est marquée par l'hostilité de la foule au roi. La **journée du 10 août 1792** est, après le 14 juillet 1789, l'une des journées les plus décisives de la Révolution française, organisée et menée par la Commune insurrectionnelle de Paris et par les sections parisiennes. Après plusieurs assauts, les insurgés prennent le palais des Tuileries d'où le roi et sa famille s'enfuient vers l'Assemblée, et se dirigent également contre l'Assemblée dont ils exigent la déposition du roi et l'institution d'une Convention nationale. Le corps des députés se joint à cette exigence et vote à l'unanimité la convocation de la Convention, la révocation des ministres et la suspension du roi (et non pas sa déposition).

Lazare Carnot est élu le 6 septembre 1792 député du Pas de Calais à la **Convention nationale** en recueillant sur son nom le plus de voix, Robespierre est également élu ; à la première séance, au lendemain de la victoire de Valmy après beaucoup de reculs, il vote l'abolition de la royauté et le lendemain 22 septembre la **proclamation de la République** et devient commissaire auprès des Armées. Le 17 janvier 1793, il **vote pour la mort du roi sans sursis**. Alors qu'un projet de nouvelle Constitution élaboré par une commission présidée par Condorcet est en discussion il présente le 10 mars à l'Assemblée une « *déclaration des droits du citoyen* ». Le **Comité de salut public**, sorte de gouvernement mis en place par la Convention, est créé le 6 avril 1793 : Lazare Carnot y entre le 14 août avec Prieur de la Côte d'Or pour qu'il y ait des personnalités qualifiées pour traiter des questions militaires et y devient délégué aux Armées.

Mais la République doit faire face à de nombreuses menaces aussi bien intérieures qu'extérieures. Pour sa défense, le Comité de salut public met en place une politique dite de **Terreur** que Robespierre, qui prend de plus en plus d'ascendant, promeut et que Carnot valide par sa signature. Les tribunaux révolutionnaires sont créés le 10 mars 1793, la loi des suspects est instaurée le 17 septembre 1793, le 4 frimaire an II (24 novembre 1793) est présenté le décret relatif à l'organisation du gouvernement révolutionnaire jusqu'à la paix et le 22 prairial de l'an II (10 juin 1794), la Convention édicte une nouvelle loi qui supprime la défense et les interrogatoires des accusés. Après l'élimination des Girondins, celle des Hébertistes, puis celle des Indulgents avec Danton, Carnot lui-même devient très précisément visé et peut craindre pour sa vie. Mais les excès des Robespierriéristes finalement les mènent à leur perte ; le **9 Thermidor de l'An II** (27 juillet 1793) les députés de la Convention, craignant pour leur propre sort, votent la mise en accusation de Robespierre pour dictature. Robespierre, empêché de s'exprimer à l'Assemblée, se réfugie à l'Hôtel de Ville de Paris. Il est arrêté avec Saint Just et ses amis et exécuté le lendemain.

Après la chute de Robespierre et la fin de la Terreur, Carnot est inquieté comme tout le Comité par l'épuration qui s'en suit mais la Convention thermidorienne renonce à le poursuivre, parce que, de son banc, un député s'écrie : « *Oserez-vous porter la main sur celui qui a organisé la victoire dans les armées de la République ?* ». Il est sauvé.

Le 5 mars 1795, non réélu il sort du Comité de salut public et après l'adoption de la constitution de l'an III, il est élu en octobre député dans 13 départements ; il opte pour la Sarthe pour siéger au Conseil des Anciens. Le 2 novembre sont élus les 5 membres du **Directoire exécutif** (un chef de l'Etat à 5 têtes), Carnot n'en est pas mais Sieyès démissionnant il y est élu finalement le 4. Il est le seul rescapé du Grand Comité de salut public et s'occupera des affaires militaires. Le Directoire, où tous sont régicides siège au palais du Luxembourg dans des conditions difficiles car un « triumvirat » de gauche thermidorienne s'oppose souvent aux deux « centristes » dont Carnot mais dans la répression violente de la conjuration anarcho-communiste de Babeuf c'est Carnot qui est l'ultra ! Globalement le Directoire permet cependant de relever le niveau de l'armée et de mettre fin à l'anarchie dans le pays

Les élections de mars-avril 1797 amènent une majorité royaliste dans les deux Chambres. Carnot est prêt à chercher une entente avec elle mais le triumvirat s'y oppose. Le **4 septembre 1797**, avec le **coup d'État du 18 fructidor an V**, les royalistes sont éliminés et la répression qui suit est brutale. Proscrit et promis au bague de Cayenne pour avoir favorisé l'action royaliste, Carnot doit se cacher à Paris aidé par son frère Claude-Marie Feulins et fuir ; le bruit circule qu'il est mort mais il rejoint Genève où il croise Bonaparte de retour d'Italie (qui est mêlé au coup d'Etat ce que ne peut croire Carnot) puis Lützeburg près d'Augsbourg et plus tard Nuremberg en 1799. En avril 1798 il publie une réponse au rapport réquisitoire du député Bailleul fait pour justifier le coup d'Etat.

A la veille de mourir le 17 novembre 1797, son père écrit sur le cahier qu'il tient à Nolay « *Je t'ai vu dès l'enfance au bien d'étudier/fils, frère, époux et père, orateur et guerrier/calomnié, proscrit ou bien au rang suprême/sans fiel et sans orgueil, toujours il fut le même.* »

## 9 – Chef de guerre (1792-1795)



C'est sous la III<sup>ème</sup> République, dans les manuels scolaires et sur les monuments publics, que l'épithète d'« **Organisateur de la victoire** » est associée au nom de Lazare Carnot. Mais le surnom trouve son origine dès 1794 dans le mot que, de son banc, crie un député de la Convention thermidorienne pour le défendre : « *C'est Carnot qui a organisé la victoire !* ». Ce mot, qui devait tant marquer les esprits, renvoie au rôle que joua Lazare Carnot au cours des guerres impliquant la France révolutionnaire contre d'autres pays d'Europe coalisés à partir de 1792.

Dès son élection à l'Assemblée législative, Lazare Carnot montre sa prédilection pour les sujets militaires ; en janvier 1792 il demande la destruction de la citadelle de Perpignan, où se concentre la conspiration royaliste et le 25 juillet prononce le célèbre discours dit « *discours des trois cent mille piques* » qui a motivé, formellement, l'équipement de fantassins en piques et mit tous les Français en état de défendre la patrie. Du 1<sup>er</sup> au 5 août il est à Soissons où sont rassemblés 8 000 volontaires fédérés ; Carnot résume la situation en quatre mots des fédérés « nous manquons de tout » ; après le 10 août 1792, l'assemblée veut communiquer avec les armées et envoie à chacune trois commissaires avec pour mission de faire accepter le nouvel ordre révolutionnaire, de s'assurer de leur loyauté et de s'informer des approvisionnements et des besoins, ils ont pouvoir de destituer et de remplacer.

Lazare Carnot est commissaire à l'**armée du Rhin** avec Prieur de la Côte d'Or et Coustard ; ils partent le 15 août 1792 pour Phalsbourg et terminent leur mission le 1<sup>er</sup> septembre à Besançon. La Convention se préoccupe aussi de la situation dans le Midi alors que l'Espagne peut sortir de sa neutralité. Trois commissaires dont Carnot y sont envoyés pour mettre sur pied l'**armée des Pyrénées** forte de 40 000 hommes ; ils partent pour Bordeaux où ils arrivent le 3 octobre et sont le 12 à Bayonne qu'ils quittent le 1<sup>er</sup> novembre pour Tarbes,



Toulouse du 19 novembre au 16 décembre, ils sont à Libourne le 25 décembre et de retour à Paris, après une mission de trois mois début janvier 1793 et font leur rapport le 12 janvier devant la Convention . En mars 1793, la Convention décide d'envoyer des commissaires dans les départements pour « faire lever la Nation et la faire marcher contre l'armée des despotes », Carnot est envoyé en mission dans le Nord et le Pas-de-Calais avec un député de Nord. Ils partent donc le 12 mars pour organiser la levée de 30 000 hommes et maintenir l'armée dans la loyauté à l'égard de la République alors qu'ils doivent gérer la trahison de Dumouriez le 3 avril. Carnot restera auprès des **armées du Nord** et des Ardennes jusqu'au 11 août.

Entre 1793 et 1795, au Comité de salut public, Carnot est chargé de l'organisation et de la direction de nos Armées. À ce poste, avec son compatriote Prieur de la Côte d'Or à ses côtés pour l'armement, il **met sur pied quatorze armées** rassemblant plus d'un million d'hommes et organise la **mobilisation industrielle**, s'appuyant aussi sur un autre bourguignon, Guyton de Morveau, qui coordonne le travail des savants (Monge, Fourcroy, Berthollet, Hassenfratz, Chaptal) au service de la défense nationale.

Mais de toutes parts des ennemis menacent la France. Carnot envoie Hoche en Vendée, Moreau et Jourdan sur le Rhin et Bonaparte en Italie. Lors de la « **guerre de Vendée** », Carnot rédige les décrets, votés par la Convention, pour l'élimination des « rebelles », « hors la loi » et « brigands ». Du 7 octobre 1793 au 19 octobre, envoyé de nouveau comme commissaire à l'armée du Nord avec Duquesnoy, il suit de près les opérations militaires commandées par Jourdan âgé de 31 ans et participe à la bataille qui doit délivrer Maubeuge ; en direct il destitue le général Gratien, qui refuse d'exécuter les ordres sur le champ de bataille, se met lui-même à la tête des colonnes françaises, et contribue avec Jourdan à la **victoire de Wattignies le 16 octobre 1793** puis à la délivrance de Maubeuge. Le 26 juin 1794 c'est la **victoire de Fleurus** où pour la première fois dans l'histoire militaire, sur l'initiative de Carnot, qui n'est cependant pas présent mais où est Guyton de Morveau, on emploie un ballon (aérostat) pour se renseigner sur les mouvements de l'ennemi. L'armée de Sambre et Meuse, après Fleurus, progresse jusqu'au Rhin entre Bingen et Düsseldorf.

De ce fait, Lazare Carnot, membre du Grand Comité, fut réélu au Comité thermidorien après la chute de Robespierre. Il quittera le Comité quelques mois plus tard, le 5 mars 1795, mais son rôle d'« **Organisateur de la victoire** » lui aura épargné une disgrâce complète au moment de la réaction au régime de la Terreur.

Devenu Directeur en novembre 1795 il reprend la responsabilité des affaires militaires. La Prusse, la Hollande et l'Espagne ne sont plus dans la coalition mais la confrontation se poursuit avec l'Autriche et le Piémont sur le Rhin et dans les Alpes ; l'armée est dans un état catastrophique et le moral y est au plus bas. La mort de Charette en mars 1796 annonce la fin de la sanglante guerre de Vendée. **Bonaparte** nommé le 2 mars 1796 commandant en chef de l'armée d'Italie sur l'initiative de Carnot, qui échange les plans de bataille avec lui, vole de victoire en victoire jusqu'à Milan le 15 mai et Mantoue en janvier 1797 et entre en Autriche. Sur l'autre front, après d'assez timides opérations sur la rive droite du Rhin, en 1795, c'est surtout en 1796, après son deuxième franchissement du Rhin le 31 mai, que l'armée s'enfonce en Allemagne, jusqu'à Ratisbonne (Regensburg). Mais elle se heurte à l'archiduc Charles qui concentre ses forces contre elle. Battu à Würzburg (3 sept.), Jourdan recule. Bien reprise en mains, rénovée, l'armée de Sambre et Meuse franchit une troisième fois le Rhin, en avril 1797, et entre à Francfort le 22 avril pour y apprendre la signature des préliminaires de Leoben conclus le 17 avril 1797 qui met fin aux hostilités. Le **traité de Campo-Formio**, signé le 17 octobre 1797 met fin à la guerre franco-autrichienne... provisoirement peut-être mais sûrement pour Carnot.

La « *Correspondance générale de Carnot* » en 4 tomes publiée en 1897 permet de suivre en détail au jour le jour l'activité et la stratégie de Lazare Carnot, capitaine du Génie promu à l'ancienneté chef de bataillon le 21 mars 1795, à son bureau de Paris ou sur le terrain par ses échanges souvent au nom du Comité de salut public avec les ministres, les généraux et chefs sur les champs de bataille. De même le rapport « *Campagnes des Français depuis le 8 septembre 1793 jusqu'au 1er ventôse an 5* » présenté par Carnot donne un aperçu détaillé de toutes les batailles avec les généraux qui les ont livrées.

## 10 – Fondation de l'École polytechnique (1794-1795)



Lazare Carnot dès son entrée à l'Assemblée législative siège au comité de l'instruction publique ; C'est là que Condorcet présente son projet pour l'organisation de l'instruction publique et que Carnot précise le sien, Mais le rapport de Condorcet ne sera pas soumis au vote de l'assemblée. Plus tard lors de sa mission dans les Pyrénées Carnot constate que l'éducation est abandonnée depuis trois ans et que la jeune génération est sans école. Pourtant, écrit-il, « *l'éducation nationale seule peut détruire ces impressions funestes qui feraient bientôt de la France une horde sauvage ; elle seule peut développer dans le cœur de la jeunesse les vrais principes* ». Le 19 décembre 1793, un décret rend l'instruction obligatoire et gratuite pour tous les enfants de six à huit ans et fixe la liberté d'ouvrir des écoles. La loi du 3 brumaire an VI (25 octobre 1795) (loi Daunou) supprime l'obligation scolaire et la gratuité pour tous, elle reste en vigueur durant sept ans. Les grands principes de la Révolution sont abandonnés. Il semble que Carnot ne se soit jamais impliqué dans ces projets.

Au contraire, la contribution de Carnot est essentielle pour la mise en place de l'École polytechnique. On lit en effet au bas du portrait de 1863 de Carnot à l'École : « *Appui de toute son influence au Comité de Salut public la création de l'École polytechnique* ». **Carnot, Monge, Lamblardie, Prieur de la Côte d'Or** sont considérés comme les fondateurs de l'École Polytechnique selon la médaille éditée pour le centenaire de l'École en 1894 ; oubliés, **Fourcroy et Guyton de Morveau** y ont également fortement contribué. Ainsi la Convention crée par le décret du 21 ventôse an II (11 mars 1794) une commission des travaux publics dont l'une des missions est l'établissement d'une **École centrale des travaux publics**. Monge, Prieur de la Côte-d'Or en sont notamment membres. Enfin, le 28 septembre 1794 (7 vendémiaire an III), est votée la loi qui constitue la charte de fondation de l'École complétée par l'arrêté du 26 novembre 1794, préparé par Monge, pour énumérer pour les trois années d'études les matières à enseigner, régler l'emploi du temps, définir les fonctions, organiser les cours préliminaires. La conception de la nouvelle école est typique des idées de Carnot, ingénieur militaire, savant mécanicien, expert en fortifications : recruter démocratiquement, former sérieusement sur la base d'un savoir scientifique et en sortie disposer de talents vérifiés.

Installée dans les dépendances du Palais Bourbon elle est inaugurée le 1<sup>er</sup> nivôse an III (21 décembre 1794). Le directeur est Jacques-Elie Lamblardie. Le premier conseil de l'École est présidé, le 4 décembre 1794, par Lagrange. Les élèves de la nouvelle école perçoivent un salaire annuel de 900 francs. Les élèves sont externes et logés chez de « bons citoyens », appelés les « pères sensibles ». Le jeune établissement rencontre de nombreuses difficultés. Après un rapport de Prieur, une réforme est décidée par la loi du 15 fructidor an III (1<sup>er</sup> septembre 1795) et l'École est nommée « **École polytechnique** » afin de symboliser la pluralité des techniques enseignées. Sa mission est aussi redéfinie : donner une formation scientifique aux élèves pour les préparer à entrer dans les écoles spéciales des services publics, comme l'École d'application de l'artillerie et du génie, l'École des Mines ou celle des Ponts et Chaussées.

L'École polytechnique connaît de graves vicissitudes sous le Directoire. Prieur combat vaillamment pour le maintien de l'École ce qui, comme l'écrira plus tard Arago, « l'empêcha de mourir ». Guyton, qui en est directeur pendant une bonne partie de cette période difficile, assure discrètement la permanence et la survie de l'institution. Le Corps du Génie, fier de sa célèbre école de Mézières (transférée depuis peu à Metz par Carnot), est mécontent de voir celle-ci mise en tutelle, en quelque sorte, par la nouvelle École. Le Comité des Fortifications, (où siège Carnot-Feulins) sorte d'organisme technique supérieur du Génie, prend donc l'initiative d'un « Avis » à son ministre, daté du 6 pluviôse an V (25 janvier 1797) où il réclame qu'on mette fin au « privilège exclusif affecté à l'École polytechnique de fournir tous les élèves destinés aux services publics ». Suit un plan complet et détaillé de réforme de l'École. Le Directoire décide de suivre l'Avis du Génie et demande que la loi d'organisation de l'École soit réformée. Le « Message » est la preuve évidente que Carnot a adopté le point de vue du Corps du Génie. Non par « esprit de corps » mais parce qu'il approuve cette démarche.

En avril 1797 Prieur vient d'être renouvelé au Conseil des Cinq-Cents (tandis que Guyton en est sorti) ; il est nommé, avec deux autres collègues, l'abbé Grégoire et Villar, à la commission chargée d'établir le projet de loi sur l'École. C'est lui qui fera le rapport et qui finalement repoussera les attaques. Carnot parti après Fructidor,

les récriminations contre l'École polytechnique ne trouveront plus, ni au Directoire, ni dans les bureaux de la Guerre, des oreilles très attentives ; Monge, de retour, avec l'aura du vainqueur d'Italie, sera comme nouveau directeur un défenseur prestigieux. Soupier de soulagement de Prieur, qui était fort inquiet.

En 1804, et pour reprendre en main des élèves souvent très indisciplinés à l'extérieur, Napoléon I<sup>er</sup> donne à Polytechnique un statut militaire et caserne les élèves. Il installe alors l'École sur la montagne Sainte-Geneviève à Paris, dans les anciens locaux des collèges de Navarre, Tournai et Boncourt, aujourd'hui ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. C'est aussi à Napoléon que Polytechnique doit son drapeau et sa devise : « *Pour la patrie, les sciences et la gloire* ». En 1976, le nouveau campus de Palaiseau, d'une superficie de 160 hectares avec une surface bâtie de près de 200 000 m<sup>2</sup>, est inauguré par Valéry Giscard d'Estaing. La promotion 1975, y fait sa rentrée au mois d'août 1976.

Notons aussi que l'automne 1794 et l'hiver 1795 ont fourni un ensemble de créations d'établissements : outre l'École centrale des travaux publics, sont créés le **Conservatoire des Arts et Métiers** (10 octobre) par l'abbé Grégoire, l'**École normale dite de l'an III** (30 octobre) à l'initiative de Lakanal et Garat généralement considérée comme l'ancêtre de l'École normale supérieure. Sont fondées trois écoles de santé à Paris, Montpellier et Strasbourg (4 décembre) et les **écoles centrales** (25 février 1795), une par département. L'**École spéciale des langues orientales** est créée, notamment sous l'impulsion de Lakanal, par la Convention nationale le 10 germinal an III (30 mars 1795). Un arrêté du Comité de Salut public du 6 juillet 1794 (18 messidor an II) organise le corps des mines et pose les bases de l'institution d'une nouvelle **École des mines**. L'**École d'application de l'artillerie et du génie** est une école militaire créée en 1794 à Metz par le Comité de salut public sur proposition de Lazare Carnot, par fusion de l'École royale d'artillerie de Metz et de l'École royale du génie de Mézières.

## 11 – Le temps d'être scientifique (1801-1807)



La République ayant supprimé les académies royales, la Constitution de l'an III établit en 1795 qu'« *Il y a pour toute la République un Institut national chargé de recueillir les découvertes, de perfectionner les arts et les sciences.* ». Le décret du 3 brumaire an IV (25 octobre 1795) organise cet « Institut national des sciences et des arts », l'**Institut de France**, destiné à « perfectionner les sciences et les arts par les recherches non interrompues, par la publication des découvertes, par la correspondance avec les sociétés savantes et étrangères, suivre les travaux scientifiques et littéraires qui auront pour objet l'utilité générale et la gloire de la République ».

Le 1<sup>er</sup> août 1796, Lazare Carnot est élu à l'**Institut de France**. Il en est radié en septembre 1797, à la suite des événements de Fructidor. Napoléon Bonaparte, célèbre scientifique (!), lui succède. Amnistié, Carnot est réélu en mars 1800 et siège à l'Institut jusqu'à son exil ; Il y est assidu lorsqu'il n'est pas aux affaires de l'Etat et examine avec sagacité les mémoires de mécanique soumis à l'Institut ; il s'intéresse notamment à la question de l'énergie avec les nouvelles sources susceptibles de modifier la production et les transports. Par exemple le 15 décembre 1806, il présente aux membres de l'Institut un rapport sur le moteur que venaient d'inventer les deux frères Niepce (le Pyréolophore), en 1809 sur la machine à feu de Cagniard, en 1811 sur le *traité élémentaire des machines* de Hachette ou en 1812 sur la nouvelle machine hydraulique de Lingois.

Il publie également plusieurs ouvrages scientifiques sur cette même période :

- **1800** : « *Lettre du citoyen. Carnot, membre de l'Institut national, ministre de la Guerre, au citoyen Bossut, membre de l'Institut national, examinateur du Corps du génie, contenant quelques vues nouvelles sur la Trigonométrie. 30 fructidor an 8 de la République française* », parue en annexe de [Bossut *Cours de mathématiques* tome 2 1800], p.401–421. Date du 22 septembre 1800 soit quelques jours avant sa démission du ministère et après trois années d'exil (1797-1800), traduit en allemand en 1802.
- **1801** : "*De la corrélation des figures de géométrie*" 188 pages, 4 planches. C'est la première publication sur la géométrie de Carnot qui en conclusion écrit : « *je n'ai eu ici pour objet que de proposer sur la comparaison des figures en général quelques vues qui peuvent mériter l'attention des géomètres* ».

- **1803** : "*Géométrie de position*", 489 pages, 15 planches. Carnot écrit : « *la géométrie de position a pour objet de rechercher spécialement la connexion qui existe entre les positions respectives des diverses parties d'une figure proposée et leurs valeurs comparatives.* ». On y trouve une quantité de relations nouvelles entre les éléments des figures par exemple trouver les rapports qui existent entre les côtés d'un quadrilatère quelconque, ses diagonales, les segments et les angles. L'ouvrage paraît aussi en allemand en 1804, puis 1808-1810
- **1803** : "*Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement*", 262 pages ; c'est une reprise de son ouvrage de 1783 révisé et augmenté. Il y apporte des changements en accord avec les découvertes de son temps et un nouvel ordre dans les matières. Il en résulte un ouvrage tout nouveau. Carnot y donne son théorème, resté classique, sur la perte de force vive dans un choc. Il prévient : « *Au reste il ne faut point s'attendre à trouver ici un traité de mécanique ; mon objet ainsi que le titre l'annonce a simplement été d'exposer les principes les plus généraux aussi concrètement qu'il m'a été possible.* ».
- **1806** : "*Mémoire sur la relation qui existe entre les distances de 5 points pris dans l'espace suivi d'un essai sur la théorie des transversales et de digression sur la nature de quantités dites négatives*" 111 pages dont 30 et 3 planches consacrées à la théorie des transversales, 16 à la digression. Selon Lazare Carnot, une transversale est une ligne (droite ou cercle) traversant un système d'autres lignes (polygones ou courbe algébrique plane) en différents points. Le quadrilatère complet y joue un grand rôle et, surtout, bon élève de Monge, l'auteur nous livre un traité de géométrie de projection. Il conclut par « *On sent quel développement il est possible de donner à la théorie des transversales.* ». La suite lui donnera raison.
- **1813** ; "*Réflexions sur la métaphysique du calcul infinitésimal*". Cette seconde édition de l'ouvrage de 1797 est en fait une nouvelle édition (passant de 80 pages à 252) avec un chapitre 3 totalement neuf.

## 12 – Quelques références pour le collège et le doctorat



Il est étonnant qu'avec une telle activité politique, Lazare Carnot ait eu le temps de devenir un scientifique de renom. Il est pourtant considéré avec Monge comme un des initiateurs des méthodes modernes en géométrie. Dans son traité "*Géométrie de position*", il s'emploie à rationaliser la géométrie pure grâce à l'utilisation des nombres négatifs (par exemple, par les mesures algébriques) ou complexes. Il relance aussi l'intérêt pour la géométrie projective.

Par géométrie de position, Carnot exprime que l'objectif est d'établir, dans le contexte projectif, des propriétés concernant les positions relatives entre les différents éléments d'une figure, par exemple :

- Appartenance d'un point à un objet : droite, plan, triangle, cercle (frontière ou intérieur) ;
- Conservation de l'alignement ;
- Contact (problèmes de tangence).

Une notation bien connue des écoliers et collégiens nous vient de Carnot : dans sa "*Géométrie de position*", il introduit la notation d'angle, dite "*à la française*" :  $\widehat{ABC}$

Dans son "*Essai sur les machines en général*" (édition de 1786), il précise les lois du choc et énonce la loi de conservation du travail.

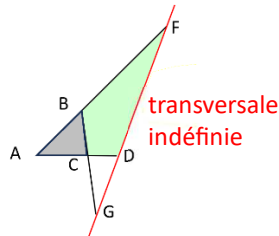
Plus généralement, sans trop le savoir, chacun de nous a appris une partie de mathématiques inventée ou initiée par Carnot, au collège au lycée ou à l'université... jusqu'à la thèse, par exemple celle soutenue en 2015 à Orsay "*Propriétés métriques des ensembles de niveau des applications différentiables sur les groupes de Carnot*".

## Quelques exemples

### ***Théorème de Carnot, appelé aujourd'hui théorème de MENELAÛS***

Figure de Carnot : propriétés des transversales

ABC, triangle quelconque



Triangle ADF  $\rightarrow$  transversale BCG

quadrilatère BCDF

Sur chacune des droites, il y a 3 points :

$$AB \cdot FG \cdot CD = AC \cdot BF \cdot GD$$

$$BC \cdot AF \cdot GD = CG \cdot AB \cdot FD$$

$$DF \cdot GB \cdot CA = GT \cdot CB \cdot DA$$

$$AF \cdot CD \cdot BG = BF \cdot AD \cdot CG$$

*" Si les trois côtés d'un triangle ou leurs prolongements sont coupés par une transversale quelconque indéfinie, il y aura sur la direction de chacun des côtés du triangle, deux segments formés par la transversale et tels que le produit de trois d'entre eux n'ayant aucune extrémité commune est toujours égal au produit des trois autres."*

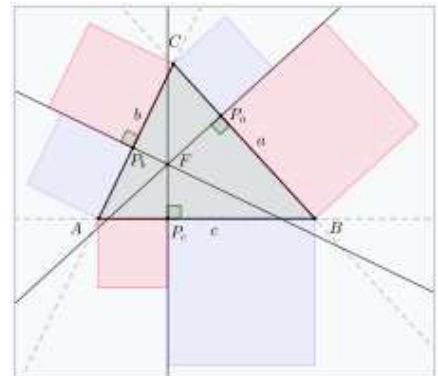
- Généralisation au polygone plan et gauche
- La droite n'a pas de privilège particulier à être une transversale, le cercle peut convenir
- Puis toute conique
- Courbe algébrique quelconque  $\rightarrow$  théorème de Carnot (généralisation)

### ***Théorème de Carnot (perpendiculaires concourantes)***

En géométrie euclidienne, le théorème portant le nom de Lazare Carnot donne une condition nécessaire et suffisante pour que trois droites perpendiculaires aux côtés (étendus) d'un triangle soient concourantes. Ce théorème peut être considéré comme une généralisation du théorème de Pythagore.

Dans un triangle ABC, considérons trois droites perpendiculaires en  $P_a, P_b, P_c$  aux côtés (BC), (CA), (AB) du triangle. Ces trois droites sont concourantes si et seulement si :

$$AP_c^2 + BP_a^2 + CP_b^2 = BP_c^2 + CP_a^2 + AP_b^2$$

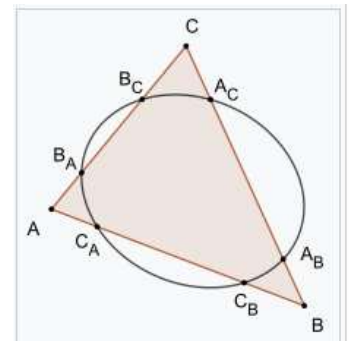


Un **théorème de Carnot** de géométrie euclidienne, dû à Lazare Carnot, porte sur une condition pour que des points situés sur les côtés d'un triangle soient situés sur une même conique.

Dans un triangle ABC on se donne six points :  $C_A, C_B$  sur le côté (AB),  $A_B, A_C$  sur le côté (BC) et  $B_C, B_A$  sur le côté (AC). Ces six points sont situés sur une même conique si on a la relation suivante :

$$\frac{AC_A}{BC_A} \cdot \frac{AC_B}{BC_B} \cdot \frac{BA_B}{CA_B} \cdot \frac{BA_C}{CA_C} \cdot \frac{CB_C}{AB_C} \cdot \frac{CB_A}{AB_A} = 1$$

On peut voir ce théorème comme une généralisation au degré 2 du théorème de Ménélaüs portant sur l'alignement de trois points situés sur les côtés d'un triangle.



### **Formules trigonométriques de Carnot**

$$\cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$$

$$\sin^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{2}$$

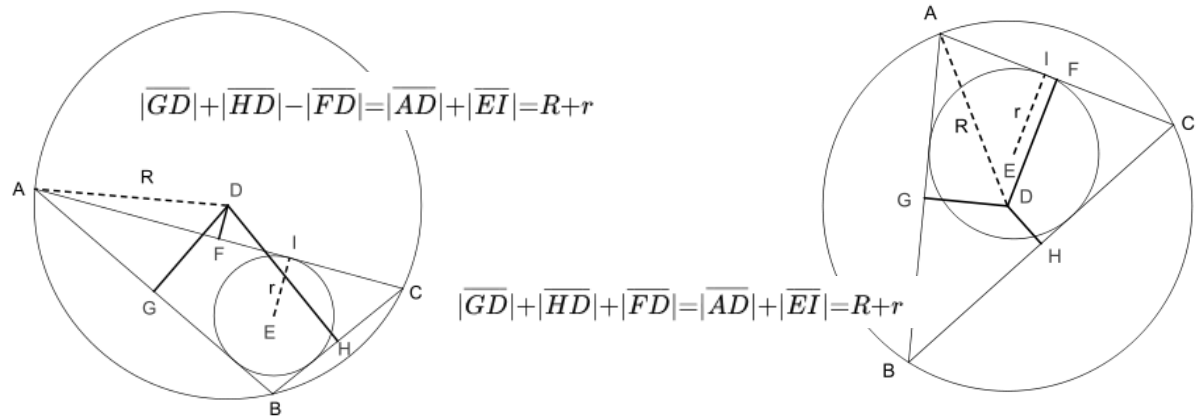
### Théorème japonais de Carnot

Le théorème japonais de Carnot est un théorème de géométrie euclidienne dû à Lazare Carnot, portant sur une égalité algébrique de distances dans une construction faisant appel au cercle inscrit et au cercle circonscrit à un triangle.

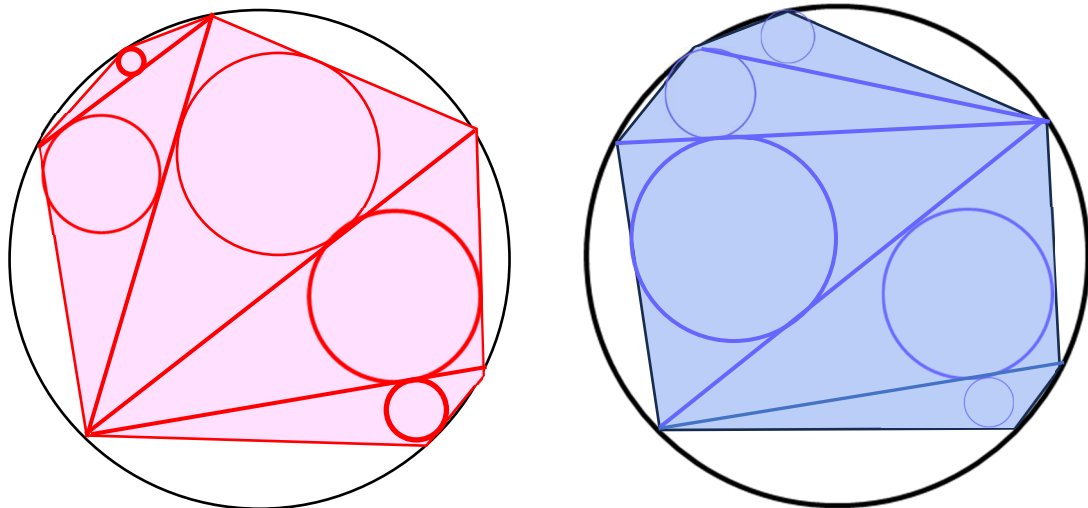
Soit un triangle ABC et son cercle circonscrit de centre D et de rayon R. La somme des distances "signées" du centre D aux côtés du triangle est donnée par :

$$FD + GD + HD = R + r$$

où r est le rayon du cercle inscrit au triangle et F, G, H les projetés orthogonaux de D respectivement sur les côtés (AC), (AB) et (BC).



En 1800, un samouraï anonyme accrochait au mur d'un temple une tablette de bois sur laquelle était gravé un sangaku, problème de géométrie dédié à une divinité (un kami) et proposé à la sagacité des fidèles. En 1803, Carnot publiait sa *Géométrie de position*. Hasard de l'histoire, un théorème de cet ouvrage permet de résoudre élégamment le sangaku précité.



## 13 – Retour en grâce (1800-1815)... puis nouvelle disgrâce(1815-1823)



Le coup d'État du **18 brumaire an VIII** (samedi 9 novembre 1799), exécuté par Napoléon Bonaparte, marque la fin du Directoire et de la Révolution française et le début du Consulat. La Constitution de l'an VIII est signée le 22 frimaire an VIII (13 décembre 1799). L'exécutif détient désormais la réalité du pouvoir ; il y a trois consuls, le deuxième et le troisième consul ne pouvant que faire connaître leur avis, la réalité du pouvoir appartient au Premier Consul, en l'occurrence **Napoléon Bonaparte**. Le Conseil d'État nommé par le Premier Consul prépare les lois. Le législatif est affaibli par sa division entre trois assemblées : le Sénat conservateur, sorte de conseil constitutionnel, le Tribunal qui délibère sur les projets de loi et le Corps législatif dont le rôle consiste uniquement à voter les lois ; les membres du Tribunal et du Corps législatif ne sont pas élus au suffrage universel direct mais désignés par le Sénat au terme d'un processus complexe.

Un arrêté consulaire du 20 décembre 1799 rappelle la plupart des proscrits de Fructidor. **Carnot**, amnistié, est autorisé à revenir en France, il est à Paris le 19 janvier 1800. Il n'est nommé ni au Sénat ni au Conseil d'Etat mais est nommé le 7 février 1800 inspecteur général des armées. Bonaparte le choisit comme **ministre de la Guerre** le 2 avril et il l'est jusqu'à sa démission le 8 octobre 1800. Durant ces six mois, se déroulent les campagnes d'Allemagne et d'Italie avec la victoire de Marengo le 14 juin qui scelle le succès de la campagne d'Italie de 1800 menée par Bonaparte puis se profile la réduction des effectifs de 520 000 à 240 000 hommes.

Le passage de Lazare Carnot au ministère de la Guerre est paradoxal. Beaucoup de décisions échappent au ministre et sont renvoyées au Conseil d'État tandis que le ministre en est réduit à la gestion des affaires courantes. La conduite des armées n'est pas non plus de son ressort. Bonaparte est de fait l'organisateur des campagnes militaires. Carnot se rend vite compte que sa marge d'initiative et de décision est inexistante. Les comportements de généraux amènent Carnot à se plaindre en ces termes : « *J'ai besoin d'une extrême habilité pour contenir cette foule impatiente et enorgueillie de généraux qui ambitionnent le poste brillant que j'occupe.* ».

Carnot démissionne le 29 août 1800, officiellement pour raisons de santé. Bonaparte refuse la démission de son ministre le 1er septembre, puis Carnot ayant fortement insisté, il finit par l'accepter le 8 octobre.

Désigné pour faire partie du **Tribunat** le 27 mars 1802 au titre du Pas de Calais, il s'oppose au Consulat à vie le 14 mai 1802, à l'institution de la Légion d'honneur le 19 mai 1802 puis il est le seul mais avec fracas à voter contre l'établissement de l'Empire le 3 mai 1804. Dès lors, privé de toute influence politique, il se recentre sur l'Académie des sciences et sur l'éducation de ses enfants jusqu'à la suppression en 1807 d'un Tribunat déjà largement expurgé.

En 1806, il achète le **château de Presles** à Cerny près de La Ferté-Alais (Essonnes) qui est toujours propriété de la famille. C'était alors un petit manoir en forme de rectangle. Les Carnot ne se contentent pas de trouver le repos dans cette demeure. Ils ont tous apporté leur touche au domaine : Lazare Carnot a planté les platanes qui forment une haie d'honneur pour les arrivants. Voulant vivre à Presles en autarcie, il y a développé une ferme, un jardin et un potager.

En **1810**, à la demande de l'empereur, il écrit "**De la défense des places fortes**" : le titre précise « *Ouvrage composé par ordre de Sa Majesté Impériale et Royale, pour l'instruction des élèves du Corps du Génie* ». De mauvais placements l'ayant ruiné, il s'était tourné vers Napoléon 1er qui lui a accordé généreusement le secours demandé et lui a commandé, pour faire bonne mesure, ce traité sur la défense des places fortes où il réaffirme ses convictions sur les fortifications. L'ouvrage, publié quelques mois plus tard, en 1810, est, au dire de l'empereur, fort mauvais et reste inutilisé. Cependant c'est un vrai succès, il est réédité en 1811 puis 1812, traduit en allemand en 1810 puis en 1816, traduit en anglais en 1814...

Voyant en **1814** le péril qui menace la France après l'échec de la campagne de Russie, il offre le 24 janvier ses services à l'empereur par la lettre suivante : « *Sire, aussi longtemps que le succès a couronné vos entreprises, je me suis abstenu d'offrir à Votre Majesté des services que je n'ai pas cru devoir lui être agréables. Aujourd'hui que la mauvaise fortune met votre constance à une grande épreuve, je ne balance plus à vous faire l'offre des*

*faibles moyens qui me restent. C'est peu de chose, sans doute, que l'offre d'un bras sexagénaire, mais j'ai pensé que l'exemple d'un ancien soldat, dont les sentiments patriotiques sont connus, pourrait rallier à vos aigles beaucoup de gens incertains sur le parti qu'ils doivent prendre et qui peuvent se laisser persuader que ce serait servir leur pays que de les abandonner. Il est encore temps pour vous, Sire, de conquérir une paix glorieuse et de faire que l'amour du grand peuple vous soit rendu ».*

Sans perdre une minute l'empereur le nomme **gouverneur de la ville d'Anvers** encerclée par les coalisés. C'est à ce moment qu'on s'aperçoit dans les bureaux de la guerre, que Carnot est toujours simple chef de bataillon ; on le fait passer en quelques minutes par les grades de lieutenant-colonel, de colonel, de général de brigade et de général de division avant qu'il ne rejoigne Anvers. Napoléon considère la place d'Anvers comme l'une des clés de l'Empire. Sa position constitue l'accès idéal vers l'Est à partir des frontières Nord et l'arsenal créé depuis 1804 est devenu le principal centre de construction des vaisseaux de guerre français. Conserver cette citadelle est impératif et Carnot, spécialiste reconnu des places fortes et de leur défense, est à ses yeux, le plus compétent pour assumer cette tâche. Effectivement, les dispositions prises par Carnot interdisent aux Anglais d'investir Anvers lors de leur attaque du 3 au 5 février et permettent à la ville de résister au siège des coalisés. Après l'abdication de l'Empereur, c'est sur ordre de Louis XVIII que Carnot consent à leur remettre la place le 3 mai 1814. Les Anversoises lui ont témoigné leur reconnaissance pour avoir préservé leur ville et été bienveillant pour ses habitants.

Il se soumet alors à Louis XVIII. Mais l'audience royale qui lui est accordée se révèle si froide – il est régicide – que ses espérances déçues le poussent à publier un mémoire dont la thèse est que le parti royaliste et surtout l'émigration, donc le Comte de Provence, roi actuel, sont les principaux responsables de la mort de Louis XVI. En Juillet 1814, il envoie donc à Louis XVIII ce "**Mémoire adressé au Roi**"... très caustique et subversif, interdit de publication mais qui circule sous le manteau (7ème édition en 1823) et est aussi publié à Bruxelles, en anglais et en allemand.

Le 1<sup>er</sup> mars 1815, Napoléon en exil à l'île d'Elbe débarque à Golfe-Juan et arrive à Paris le 20. C'est le début des **Cent-Jours**. Il forme immédiatement un gouvernement et nomme Lazare Carnot **ministre de l'Intérieur**, fonction qu'il occupe jusqu'à l'abdication de l'Empereur après Waterloo le 22 juin ; il est fait comte d'Empire le 20 mars 1815 et pair de France le 2 juin, il ne portera jamais son titre. Il a juste le temps de préparer, en avril 1815, un « **plan d'ensemble pour l'éducation populaire** » suivi d'un décret le 27 avril 1815. Celui-ci prévoit l'ouverture à Paris d'une école pour former les maîtres en vue d'enseigner selon le mode mutuel ; elle prend le nom d'École normale élémentaire et la création d'une *Commission spéciale pour l'enseignement élémentaire* chargée de tracer des perspectives en la matière en s'inspirant des modèles anglais et hollandais d'enseignement mutuel. Il donne son appui personnel à la Société pour l'instruction élémentaire, qui s'est constituée le 17 juin 1815. Son exposé comme ministre de l'Intérieur de la situation de l'Empire, présenté à la Chambre des Pairs, dans sa séance du 13 juin 1815 est publié... Le 18 juin, c'est la défaite de Waterloo et le 20 le retour de Napoléon à Paris, le 22 il doit abdiquer, bien que Carnot ait tenté de l'en dissuader. Le 29 juin, une commission provisoire de Gouvernement de 5 membres est élue, Carnot en est mais Fouché aussi qui prend l'ascendant... et le 8 juillet Louis XVIII revient à Paris.

L'**ordonnance royale du 24 juillet 1815** donne une **liste de proscription** préparée par Fouché (resté ministre de la Police) condamnant cinquante-sept personnalités dont des régicides **comme Lazare Carnot**. Il se retire d'abord à Presles mais est inquiété en octobre ; il devrait rejoindre Blois en résidence surveillée. Titulaire de passeports russe et prussien obtenus par son frère Feulins, Lazare Carnot **quitte la France le 12 octobre 1815**. Maubeuge, Bruxelles, Liège, Coblenz, Munich, Vienne, Cracovie sont les étapes qui le mènent à Varsovie le 6 janvier 1816, qu'il quitte en octobre 1816 pour s'établir finalement le 3 novembre à Magdebourg en Prusse avec son fils Hippolyte âgé de 14 ans et leur servante Joséphine Briois entrée au service de la famille en 1801. Par l'ordonnance du 21 mars 1816 il n'est plus membre de l'Institut réorganisé. Le recueil de notes personnelles « *Lazare Carnot, notes écrites en exil* » est déposé à L'Académie François Bourdon.

Le **2 août 1823 Lazare Carnot décède à Magdebourg**. Le procès-verbal d'inhumation indique : « *Le lieutenant général de l'armée française Lazare-Nicolas-Marguerite, comte de Carnot, catholique, veuf, né le 13 mai 1753, à Nolay, en Bourgogne, est décédé le 2 août, à huit heures du soir, 1823, des suites de marasme, et a été déposé dans le nouveau caveau de l'église Saint-Jean. Il demeurait Schulstrasse, n° 15.* »



## 14 – ... Arrive Sadi (1796-1812)



Depuis 1781, Lazare Carnot entretient une relation avec **Ursule de Bouillet**, jeune femme noble de Dijon qu'il espère épouser. Les relations entre les deux familles sont amicales et confiantes mais le mariage ne se conclut pas... Pire, Lazare apprend par son frère Joseph que les bans du mariage d'Ursule avec le chevalier Morel de Duesme sont publiés le 15 février 1789. Le 20 il crée le scandale à Dijon en provoquant le futur époux. Le père, furieux porte plainte et sa dénonciation va jusqu'à Fourcroy, directeur des fortifications et membre du Conseil de guerre aux projets duquel Carnot s'est opposé en 1788. La hiérarchie militaire accuse Lazare de ne pas savoir tenir correctement son rang d'officier et une lettre de cachet le condamnant à une peine d'incarcération à la prison militaire de Béthune est aussitôt rédigée contre lui le 3 avril. Carnot obéit et rédige sa défense devenue réquisitoire. Il est libéré le 25 mai ; Béthune, le jour de sa libération, fête Carnot, victime de l'oppression. Cependant Carnot a raté le 5 mai 1789 l'ouverture de la réunion les Etats Généraux.

Son frère Claude-Marie Carnot Feulins, également capitaine du Génie, en garnison à Saint-Omer avait épousé, le 11 mai 1790 Adélaïde Dupont de Moringhem fille de Jacques avocat à Saint-Omer propriétaire du château de Belst à Saint-Martin-au-Laërt. Adélaïde a une sœur aînée Jacqueline **Sophie Dupont** de Moringhem née le 22 juillet 1764 que Lazare épouse le **17 mai 1791** à Salperwick, commune voisine de Saint-Omer. Après un garçon mort-né en 1793 arrive Sadi le 19 juillet 1794 quelques jours avant les terribles journées de Thermidor an II qui malheureusement décède le 10 août 1795. **Sadi naît le 1er juin 1796** au palais du Luxembourg à Paris, résidence des membres du Directoire dont fait alors partie Lazare son père. Le prénom Sadi évoque, nous l'avons vu, un poète persan du Moyen-Age, Saadi de Shiraz. Prénommé Sadi à l'état-civil, Il est baptisé à l'initiative de ses grands-parents maternels Nicolas Léonard Sadi aux Capucins (aujourd'hui Saint-Louis-d'Antin) à Paris. **Hippolyte naît le 6 avril 1801** à Saint Omer au domicile de la famille de sa mère. Homme politique républicain il sera en 1837 le père de Sadi Carnot, futur président de la République.

« *Sadi, écrit son frère dans la notice biographique qu'il a annexée en 1878 à la réédition de l'ouvrage de Sadi dont nous reparlerons, était de complexion délicate, il se raffermait plus tard par des exercices de corps très variés et judicieusement combinés. Il était de taille moyenne, doué d'une extrême sensibilité et en même temps d'une extrême énergie, plus que réservé, presque sauvage, mais singulièrement hardi dans l'occasion.* »

À la suite du coup d'État du 4 septembre 1797, Lazare Carnot doit s'expatrier jusqu'en janvier 1800 où il est gracié par Bonaparte ; durant cette période Sadi vit avec sa mère dans la maison familiale de Saint-Omer. A son retour la famille habite dans le Marais, rue Neuve Saint-François (aujourd'hui rue Debelleye). Les "*Mémoires sur Carnot par son fils*" qu'Hippolyte publie en 1861-1863 évoquent notamment cette période. Carnot a très tôt décidé d'apprendre lui-même à ses enfants des rudiments de sciences naturelles et de langues anciennes, les mathématiques, les sciences, les langues et la musique en y apportant une touche scientifique pour Sadi qui manifeste déjà des prédispositions en ce domaine, au point d'entamer des discussions sur la physique avec lui. Pour mieux les responsabiliser, il leur offre même une petite somme d'argent qu'ils doivent gérer eux-mêmes selon leurs besoins. Après l'acquisition en 1806 du château de Presles près de La Ferté-Alais ce lieu devient le cadre idéal pour appliquer ces préceptes qui allient observation de la nature, volonté raisonnée d'expliquer toute chose et esprit critique : chaque plantation, chaque aménagement paysager deviennent une leçon de botanique raisonnée, doublée de leçons de géométrie dans l'espace. « *Quant à nous, enfants, nous ne songions pas que le paradis sur terre put être plus beau que Presles.* »

Malheureusement, dès les années 1810, leur mère tombe gravement malade et doit recevoir des soins réguliers à Paris. Dès lors, tout l'équilibre familial est bouleversé d'autant que Lazare est à nouveau sollicité par un Empereur dont les aventures extérieures tournent mal. Sadi, à présent âgé de quinze ans, doit préparer les concours lui permettant de suivre sa voie scientifique. Il est inscrit au lycée Charlemagne en 1811 pour préparer Polytechnique en classe de « mathématiques transcendantes » dans la classe de Louis Pierre Marie Bourdon qui fut de la première promotion de l'École polytechnique. Un an plus tard, il est reçu en septembre en bonne place à l'épreuve d'entrée de Polytechnique.

**Sadi et Napoléon.** Hippolyte raconte dans la notice biographique citée plus haut l'anecdote suivante : « *Le Directoire avait fait place au Consulat. Carnot, après deux ans d'exil, rentré dans sa patrie, fut appelé au ministère de la Guerre. Bonaparte, en ce temps, ménageait encore les Républicains ; il se rappelait que Carnot avait protégé ses débuts dans la carrière militaire, et il continuait les relations d'intimité qui avaient régné entre eux pendant le Directoire. Quand le Ministre se rendait à la Malmaison pour travailler avec le premier Consul, il emmenait souvent son fils, âgé d'environ quatre ans, et celui-ci demeurait auprès de Mme Bonaparte, qui l'avait en grande affection. Cette dernière, un jour, et quelques autres dames étaient montées dans une petite nacelle et la dirigeaient elles-mêmes sur un étang. Bonaparte survient, s'amuse à ramasser des pierres et à les jeter autour de la nacelle, de manière à faire jaillir de l'eau sur les fraîches toilettes des batelières. Celles-ci n'osent pas manifester tout haut leur déplaisir. Le garçon, après avoir observé quelque temps ce manège, vient tout à coup se poser crânement devant le vainqueur de Marengo, et le menaçant du poing : « Animal de premier Consul, crie-t-il, veux-tu ne pas taquiner ces dames ». Bonaparte à cette apostrophe inattendue, s'arrête, regarde tout étonné l'enfant et est pris d'un fou rire qui gagne tous les spectateurs de la scène. »*

## 15 – Sadi à Polytechnique, école de Metz et premières affectations (1812-1819)



En 1812, Sadi a seize ans et est reçu 24<sup>ème</sup> au concours d'entrée à l'École polytechnique. Le 2 novembre, il fait sa rentrée après que son père ait versé 1024 F pour la pension, l'habillement, le linge et les livres. Il a comme professeurs des scientifiques renommés Reynaud (analyse), Poisson (mécanique), Hachette (géométrie descriptive), Arago (calcul infinitésimal et théorie des machines), Thénard (chimie générale et appliquée), Hassenfratz (physique), Clerc et Vincent (dessin topographique). Legendre (mathématiques) Dulong (chimie) et Petit (physique) font partie des répétiteurs et examinateurs. Les appréciations, résultats aux interrogations ainsi que son rang à l'examen de passage en seconde année (20<sup>ème</sup> sur 179) montrent que Sadi a bien travaillé au cours de cette première année. C'est le peintre Louis-Léopold Boilly (1761-

1845), maître réputé de l'époque en portraits et scènes de genre, qui fait le portrait du jeune homme, alors à l'École, en 1813 : un garçon sérieux, qui porte bien son uniforme de polytechnicien, peut-être un peu angoissé à l'idée de rester toujours digne de ce nom si difficile à porter. Le 6 février 1813 sa mère Sophie décède et en janvier 1814 Lazare rejoint Anvers comme gouverneur.

La seconde année devait se révéler moins fructueuse sur le plan de l'enseignement. S'ajoutent des disciplines nouvelles telles que l'art militaire, la théorie des machines, la géodésie et l'architecture, mais fin janvier 1814, l'intégration des élèves dans trois compagnies du corps d'artillerie de la garde nationale devait interrompre progressivement la marche de l'enseignement. Les 29-30 mars 1814 Sadi qui est l'un des six caporaux de la compagnie participe avec le Bataillon des Polytechniciens à la défense de Paris et essuie le feu au cours d'un engagement au fort de Vincennes. Son père le félicite depuis Anvers. Les cours reprennent le 18 avril mais Sadi ne rentre que le 12 mai, ayant été chercher son père à Anvers. Le 12 octobre 1814, il est déclaré admissible dans les services publics, 10<sup>ème</sup> de la liste générale des 65 élèves qui demeuraient dans sa promotion et classé 5<sup>ème</sup> de la liste particulière des dix élèves admis dans le Génie militaire comme élèves sous-lieutenants à l'École d'application de l'artillerie et du Génie de Metz, héritière de l'École royale du Génie de Mézières.

Sadi Carnot entre à l'École de Metz dans les derniers jours de 1814. Il suit dans cette prestigieuse école d'application les cours de mathématiques appliquées et de physique de Dubuat et de Français, ceux de chimie appliquée aux arts militaires et de pyrotechnie de Chevreuse. Plusieurs de ses cours, mémoires, projets sont conservés aux archives de l'École polytechnique. Hippolyte cite notamment un mémoire sur l'instrument d'astronomie et de géodésie appelé théodolite. Son **brevet de lieutenant en second** au 2<sup>ème</sup> régiment de sapeur, marquant sa sortie de l'école et son entrée véritable dans la carrière militaire, est daté du 2 avril 1817. Selon la tradition, il bénéficie immédiatement d'un congé de trois mois qu'il prolonge jusqu'au 15 octobre 1817 et dont il passe sans doute la majeure partie dans la maison familiale de Nolay auprès de son oncle, le lieutenant général du génie Carnot-Feulins, son père étant alors exilé à Magdebourg.

Avec l'avènement de la paix en 1815, il se retrouve astreint à la routine monotone de la vie de garnison et ses chances de promotion ou de gloire sont bien minces. En tant que fils d'un chef républicain exilé, il est considéré comme peu sûr, aussi s'arrange-t-on pour que son lieu d'affectation soit éloigné de Paris. Sadi Carnot est muté fréquemment (Besançon, Salins, Montpellier, Langres). Il inspecte des fortifications, trace des plans et rédige de nombreux rapports... sans beaucoup d'effets en retour. L'ordonnance du 6 mai 1818 porte création d'un Corps royal d'Etat-Major et d'une école d'application pour la formation des officiers. Un concours est ouvert en septembre 1818 et Sadi bénéficie d'un congé pour le préparer. Reçu, il est nommé **lieutenant d'Etat-Major en 1819 et affecté à Paris** mais il demande sa mise en disponibilité pour se consacrer à ses études scientifiques

**Lettre de Lazare Carnot à son fils Sadi.** « Anvers le 18 avril 1814/ Mon cher Sadi/ J'ai appris avec un plaisir extrême que le bataillon de l'école polytechnique s'était distingué et que tu avais fait tes premières armes de manière honorable. Lorsque je serai rappelé je serai fort aise que le ministère de la guerre t'accorde la permission de venir me chercher. Tu apprendras à connaître un beau pays et une belle ville où j'ai eu la satisfaction de me maintenir tranquillement pendant les désastres qui ont accablé tant d'autres endroits. Adieu, mon cher Sadi, je t'embrasse de tout mon cœur ; écris-moi le plus tôt et le plus souvent possible. »

## 16 – Sadi à Paris et à Magdebourg (1819-1824)



Sadi placé en disponibilité perçoit les deux tiers de la solde au titre de travailleur scientifique. Logeant près de son oncle Joseph dans un petit appartement du quartier populaire du Marais qu'il occupe jusque vers le milieu de 1831, Sadi Carnot suit des cours à la Sorbonne, au Collège de France, à l'École des mines où enseigne le jeune Émile Clapeyron. Il est aussi élève au Conservatoire national des Arts et Métiers où **Clément-Desormes\*\*** dispense un cours de chimie appliquée aux arts (machines thermiques, chaleur) et Jean-Baptiste Say un cours d'économie industrielle. Il fréquente aussi le Jardin des Plantes, la Bibliothèque du Roi, le musée du Louvre et le Théâtre italien de Paris.

Sadi Carnot s'intéresse aux problèmes industriels, visite des ateliers et des usines, étudie la théorie des gaz et les dernières théories d'économie politique. Il laisse des propositions détaillées sur les problèmes courants comme les taxes mais les mathématiques et les arts le passionnent. Hippolyte précise qu'il étudie et joue des musiques de Lully et du compositeur italien Viotti. Il lit Pascal, Molière et La Fontaine. Il pratique comme amusement mais les approfondit aussi en théorie la gymnastique, l'escrime, la natation, la danse et même s'exerce au patin. Il fréquente des cercles de tendances radicale et républicaine.

Durant l'été 1820 Sadi revoit son frère Hippolyte qui vit avec son père exilé à Magdebourg depuis 1815 mais est venu passer quelques jours en France. Rappelons ici à la mémoire des physiciens que Magdebourg leur est connu par les fameuses **hémisphères de Magdebourg**, dispositif expérimental d'Otto von Guericke, scientifique et bourgmestre de Magdebourg, ayant servi à démontrer en 1656 l'existence du vide et la notion de pression de l'air. Mais ceci est sans lien avec Carnot !

En juin 1821, Sadi est autorisé à rendre visite pour quelques mois à son père. Il peut apprécier à Magdebourg le développement des machines à vapeur (bateaux, machines hydrauliques, moteurs...) qui connaissent un vif essor dans cette région sous l'impulsion d'ingénieurs anglais recrutés ici et en discuter sans doute avec son père. Dès 1818 les premiers bateaux à vapeurs circulent sur l'Elbe entre Hambourg et Magdebourg. À la mort de leur père, en août 1823, son frère Hippolyte rentre à Paris.

### \*\*L'influence de Clément-Desormes

Nicolas Clément (1779 Dijon-1841) inaugure la chaire de chimie appliquée aux arts au CNAM en 1819. Il est spécialiste de chimie industrielle et de la propagation de la chaleur dans les gaz. Il travaille avec Charles-Bernard Desormes (1777 Dijon-1862) qui fut assistant de Guyton de Morveau à l'École Polytechnique et dont il épouse la fille (il prit le nom de Clément-Desormes). En 1819 ils publient "*Détermination expérimentale du zéro absolu de la chaleur et du calorique spécifique des gaz*" (J.Phys. , 89 (1819), pp 320-346) et "*Mémoire sur*

la théorie des machines à feu" (Bull. Soc. Philom. 89 (1819), pp 115-118) qui suit la présentation à l'Académie des Sciences les 16 et 23 août 1819 par Nicolas Clément du mémoire sur les machines à vapeur.

Sadi Carnot suit les cours de Clément au CNAM et a connaissance du mémoire de 1819. Probablement le lien d'amitié qui s'établit entre Nicolas Clément-Desormes et Sadi Carnot joue-t-il un certain rôle dans la vocation de Sadi pour l'étude théorique des machines à feu et l'orientation qu'il lui a donnée, comme de nombreux auteurs l'ont affirmé depuis notamment Hippolyte. Le voyage de Magdebourg confirme sans aucun doute cette orientation.

## 17 – 1824 l'ouvrage fondateur... le seul



Dès son retour à Paris, Sadi Carnot entame une réflexion sur ce qui devint sa théorie mécanique de la chaleur. Dès l'automne 1821, il présente un exposé aux anciens de l'X "Recherche d'une formule propre à représenter la puissance motrice de la vapeur", non publié mais dont le manuscrit a été retrouvé en 1966. À la mort de son père, en août 1823, son frère Hippolyte rentre à Paris, loge chez son frère, et le trouve « rendu à ses études scientifiques ». Sadi lui fait lire des passages de son manuscrit « afin de s'assurer qu'ils seraient compris par des personnes vouées à d'autres études ».

L'essentiel de l'œuvre scientifique de Sadi Carnot tient dans cet ouvrage de 118 pages publié en 1824 à compte d'auteur par A-J-E Guiraudet Saint-Amé (X 1811) avec mention de la maison Bachelier et tiré à 600 exemplaires (facture du 2 juin 1824) : **Réflexions sur**

**la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance.**

Hippolyte écrit : « Il avait vu combien était peu avancée la théorie des machines qui mettent en jeu cette puissance. Il avait constaté que les perfectionnements introduits dans leurs dispositions s'accomplissaient par tâtonnement et presque par hasard. Il avait compris que, pour faire sortir cet art si important de la voie expérimentale et pour l'élever au rang d'une science il fallait étudier le phénomène de la production du mouvement par la chaleur du point de vue le plus général, indépendamment d'aucun mécanisme, d'aucun agent particulier, et telle avait été la pensée de son livre. Prévoyait-il que cette mince brochure deviendrait la base d'une science nouvelle ? Il fallait qu'il y attachât beaucoup d'importance pour le mettre au grand jour et pour sortir lui-même de son obscurité volontaire. ».

Sadi Carnot formule dans son ouvrage l'exposé raisonné du moteur thermique et les principes de base selon lesquels toute centrale énergétique, tout moteur à explosion ou à réaction est aujourd'hui conçu. Plus remarquable, cette genèse se fait alors qu'aucun prédécesseur n'avait encore défini la nature et l'étendue du sujet. En s'appuyant sur des préoccupations purement techniques, comme l'amélioration des performances de la machine à vapeur, le cheminement intellectuel de Sadi Carnot est original et annonce des évolutions importantes qui intervinrent à cette époque charnière pour la science moderne.

Dans cet ouvrage il pose les bases d'une discipline entièrement nouvelle, la théorie mécanique de la chaleur (la chaleur en tant qu'agent moteur) qui deviendra **la thermodynamique**. À l'époque d'ailleurs, le terme n'existait pas, c'est William Thomson qui l'invente au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Pourtant, c'est bien Sadi Carnot, malgré certains concepts erronés (son acceptation de la théorie du calorique et de l'axiome de la conservation de la chaleur), qui a découvert cette science aussi fondamentale du point de vue théorique que féconde en applications pratiques.

Malgré la clarté incontestable du style, la série de raisonnements délicats exposés par l'auteur est difficile à suivre car celui-ci a délibérément renoncé dans le texte au langage algébrique, qu'il a relégué dans quelques notes de bas de page. Si l'auteur entend introduire des conceptions nouvelles, il emploie le vocabulaire des physiciens contemporains de son époque : *loi*, *force mouvante* et n'utilise pas les termes de *cycles*, *adiabatique* ou *transformation réversible* même s'il fait appel aux notions qu'ils désignent.

## 18 – Que retenir ?



Dans cette œuvre qui remonte à 1824, c'est-à-dire à une époque où rien, dans le passé, ne permettait de pressentir l'avènement d'une science nouvelle, Sadi Carnot a établi et développé ce que nous appelons, aujourd'hui, le second principe de la Thermodynamique ou principe de Carnot. Quant au premier, celui de la conservation de l'énergie, il l'a connu aussi avant la fin de sa vie. Ses papiers posthumes, publiés en 1878, nous l'ont appris, trop tard malheureusement pour lui en laisser la gloire exclusive devant la postérité. Il a été (re)trouvé en 1840 par Robert Mayer et Prescott Joule.

Une **machine thermique** (une machine à vapeur, un moteur) est un système qui peut effectuer un nombre indéfini de cycles, échangeant, au cours d'un cycle, une quantité de chaleur  $Q_1$  avec une source chaude (à la température  $T_1$ ) et une quantité de chaleur  $Q_2$  avec une source froide (à la température  $T_2$ ), et un travail  $W$  avec le milieu extérieur.

La machine à vapeur, au début du 19<sup>ème</sup> siècle, joue un rôle clé dans le développement de l'industrie et fait l'objet de nombreuses recherches visant à en accroître les performances. L'ouvrage de Carnot paraît à une époque où avec les machines à vapeur, notamment celle de Watt, se manifeste avec ingéniosité et pragmatisme l'essor anglais qui fascine Sadi (l'Angleterre est citée quatre fois dans les deux premières pages de l'ouvrage). Carnot souhaite alimenter la réflexion des ingénieurs. Adoptant une démarche de physicien, il s'efforce de déterminer les fondements scientifiques de la machine à vapeur. Pour cela, il prend en considération la pression et la température de la vapeur. Même s'il pense encore que la chaleur est de nature matérielle et se conserve (hypothèse du calorique défendue par Lavoisier et Laplace), il relève le fait qu'**il est impossible de réaliser une machine thermique fonctionnant avec une seule source de chaleur** (c'est le second principe de la thermodynamique aussi appelé **principe de Carnot**). Une machine thermique doit disposer pour fonctionner de deux sources, l'une chaude, l'autre froide. Elle produit du travail grâce à la chaleur communiquée au fluide par la source chaude et partiellement restituée à la source froide.

Le **cycle de Carnot** est le cycle **réversible idéal** (qui peut être parcouru dans les deux sens) au cours duquel un système en évolution échangeant de la chaleur avec deux sources à des températures différentes subit deux transformations isothermes et deux transformations adiabatiques (sans échange de chaleur) ; mais la substance qui agit dans le cylindre ne doit jamais être en contact avec un corps plus froid ou plus chaud qu'elle, afin qu'il n'y ait pas de flux de chaleur inutile, c'est l'obligation de réversibilité. La **machine de Carnot** est la machine thermique idéale dans laquelle une masse de fluide effectue des cycles de Carnot. Une telle machine peut servir de modèle pour un moteur thermique ou une machine frigorifique. Le **théorème de Carnot** stipule **que le rendement maximal d'une telle machine ne dépend pas du fluide utilisé, mais seulement de la différence des températures des deux sources**.

**Retour aux sources dans l'ouvrage lui-même :**

- S'abstraire du processus réel pour traiter le phénomène pur de production de travail par la chaleur indépendamment de tout mécanisme ou agent particulier.  
p.6 – *Malgré les travaux de tous genres entrepris sur les machines à feu, malgré l'état satisfaisant où elles sont aujourd'hui parvenues, leur théorie est fort peu avancée.*  
p.8 – *Il faut établir des raisonnements applicables, non seulement aux machines à vapeur, mais à toute machine à feu imaginable, quelle que soit la substance mise en œuvre et quelle que soit la manière dont on agisse sur elle.*
- Processus cyclique. La production du mouvement est liée au rétablissement de l'équilibre.  
p.9 – *La production de mouvement dans les machines à vapeur est toujours accompagnée d'une circonstance. Cette circonstance est le rétablissement de l'équilibre dans le calorique, c'est-à-dire son passage d'un corps où la température est plus ou moins élevée à un autre où elle est plus basse.*
- Le flux de chaleur est le processus fondamental nécessaire à la production de puissance motrice  
p.10 – *la production de puissance motrice (travail) est donc due, dans les machines à vapeur... au transport du calorique d'un corps chaud à un corps froid.*

p.11 – *d'après ce principe, il ne suffit pas, pour donner naissance à la puissance motrice, de produire de la chaleur, il faut encore se procurer du froid ; sans lui la chaleur serait inutile.*

- On peut transférer de la chaleur d'un corps froid vers un corps chaud à condition de fournir du travail au piston, les phénomènes étant réversibles.

p.16 – *Réciproquement partout où l'on peut consommer de cette puissance, il est possible de faire naître une différence de température.*

- Notion d'efficacité ou de rendement ; existence d'une borne supérieure dans les conditions de la machine idéale.

p.22 – *Le maximum de puissance motrice résultant de l'emploi de la vapeur est aussi le maximum de puissance motrice réalisable par quelque moyen que ce soit.*

p.23 – *Tout rétablissement d'équilibre qui se fera sans production de cette puissance devra être considéré comme une véritable perte... La condition nécessaire du maximum est donc qu'il ne se fasse dans les corps employés à réaliser la puissance motrice aucun changement de température qui ne soit dû à un changement de volume ; Réciproquement, toutes les fois que cette condition sera remplie, le maximum sera atteint.*

p.72 – *La chute du calorique produit plus de puissance motrice dans les degrés inférieurs que dans les degrés supérieurs.*

- La comparaison à la chute d'eau

p.28 – *La puissance motrice d'une chute d'eau dépend de sa hauteur et de la quantité du liquide ; la puissance motrice de la chaleur dépend aussi de la quantité de calorique employé et de ce que nous appellerons la hauteur de la chute, c'est-à-dire de la différence de température des corps entre lesquels se fait l'échange du calorique.*

- Cette limite ne dépend ni de la machine ni de l'agent mais seulement de l'écart de température des deux réservoirs entre lesquels se fait le transport de chaleur.

p.38 – *La puissance motrice de la chaleur est indépendante des agents mis en œuvre ; sa quantité est fixée uniquement par les températures des corps entre lesquels se fait le transport de calorique.*

- L'éventualité du mouvement perpétuel est exclue.

p.21 – *Le mouvement perpétuel...est tout à fait contraire aux lois de la mécanique et de la saine physique ; il est inadmissible.*

- Sur certaines propriétés des gaz.

p.46 – *La différence entre la chaleur spécifique sous pression constante et la chaleur spécifique sous volume constant est la même pour tous les gaz.*

- Apparaît sans être explicitée une échelle thermodynamique de température.

p.67 – *Calculer le volume  $v$  de la vapeur d'après sa pression  $p$  et sa température  $t$  est chose facile au moyen des lois de Mariotte et de M. Gay-Lussac.  $p v = c (267 + t)$*

- Opinion sur la théorie du calorique qui a cours en 1824.

p.89 – *La loi fondamentale que nous avons en vue de confirmer nous semblerait exiger cependant pour être mise hors de doute des vérifications nouvelles ; elle est assise sur la théorie de la chaleur telle qu'on la conçoit aujourd'hui et, il faut l'avouer, cette base ne nous paraît pas d'une solidité inébranlable.*

**N.B. La théorie du calorique** est une théorie de la chaleur proposée dans la seconde moitié du 18<sup>ème</sup> siècle par le chimiste écossais Joseph Black. D'après cette doctrine, la chaleur est un fluide, le "calorique", s'écoulant des corps chauds vers les corps froids. Le calorique est aussi perçu comme un gaz sans masse capable de pénétrer les solides et les liquides. Pour Lavoisier, qui l'adopte, la chaleur est de la matière et même un élément fluide, impondérable et indestructible qu'il appelle aussi *fluide igné*. On peut dire qu'à partir de 1840 le calorique en tant que substance a quasiment disparu. En 1842 Rudolf von Mayer mesure l'équivalent mécanique de la chaleur et énonce en 1845 le principe de la conservation de l'énergie (et non du seul calorique) confirmé par les travaux de Benjamin Thomson comte de Rumford dès 1798, Prescott Joule et William Thomson. Rudolf Clausius en donnera la démonstration finale.

## 19 – Serait tombé dans l'oubli si...



L'ouvrage reçut un accueil honorable, y compris à l'Académie des sciences où l'académicien Pierre-Simon Girard présente les travaux de Carnot à la séance du 14 juin 1824 et les complète par un compte-rendu analytique en date du 26 juillet 1824. Mais il n'y eut pas de suites. À l'exception de Clément-Desormes qui, dans une conférence donnée le 25 janvier 1825, recommande à ses auditeurs de lire l'ouvrage, les physiciens et autres scientifiques sont sans doute déroutés par des raisonnements fondamentaux basés sur les principes de la machine à vapeur.

À la parution des *Réflexions*, les affirmations théoriques et abstraites de Carnot ont peu d'écho chez les ingénieurs à qui l'ouvrage est pourtant destiné. De fait, parmi les nombreux brevets déposés ou les publications portant sur les machines thermiques, très peu se fondent sur les résultats de Carnot ou même y font référence. Citons cependant François Bresson (1829), Boucherot (pyraéromoteur 1835), Louis Franchot (nouvelle machine à air 1838), **Victor Regnault** (1810-1878) titulaire de la chaire de physique générale et expérimentale du Collège de France depuis 1841 qui accueille William Thomson dans son laboratoire à Paris en 1845 qui y découvre Clapeyron et Carnot, Ferdinand Reech (1851).

En 1838, **Schneider frères & Cie sort au Creusot** sa première série de six locomotives pour le chemin de fer de Paris selon le modèle anglais de Stephenson. **François Bourdon** (1797-1865) brevète en 1841 son invention du marteau-pilon à vapeur qui permet de frapper avec une masse de 2,5 tonnes sur une hauteur de deux mètres (puis 100 tonnes sur une hauteur de 5 mètres en 1872).

Il faut attendre 1834, deux ans après le décès de Sadi Carnot, pour qu'**Émile Clapeyron** (1799-1864) polytechnicien comme lui, publie un « *Mémoire sur la force motrice de la chaleur* » dans le journal de l'École polytechnique explicitant les idées de Sadi Carnot, mémoire traduit en 1837 en anglais et en 1843 en allemand. Par ces ouvrages Sadi Carnot commence à influencer progressivement le corps scientifique. C'est Clapeyron qui représente dans un diagramme P-V le cycle de la machine idéale réversible conçu par Carnot et connu depuis comme **cycle de Carnot**. Il est professeur à l'École des mines de Saint-Étienne de 1832 à 1834 et entre là en possession d'une copie de l'ouvrage de Sadi Carnot. Il le cite dès la deuxième page de son mémoire : « *Je citerai enfin parmi les travaux qui ont paru sur la théorie de la chaleur, un ouvrage de M. S. Carnot, publié en 1824, sous le titre de Réflexions sur la puissance motrice du feu. L'idée qui sert de base à ses recherches me paraît féconde et incontestable, ses démonstrations sont fondées sur l'absurdité qu'il y aurait à admettre la possibilité de créer de toutes pièces de la force motrice ou de la chaleur...* ».

Il faut attendre **James Prescott Joule** (1818-1889) physicien anglais pour voir la théorie dynamique de la chaleur enfin formulée. Il aboutit en 1843 à la formulation explicite du **principe de la conservation de l'énergie et à la mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur** tout en contestant les résultats de Clapeyron et Carnot. Dans le même temps **Julius Robert Mayer** (1814-1878) indique le premier (ce que conteste Joule) l'interchangeabilité de la chaleur et du travail mécanique et calcule l'équivalent mécanique de la calorie (1842), aujourd'hui :  $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ .

Les idées de Carnot, une fois redécouvertes, amènent **William Thomson** (1828-1907), devenu lord **Kelvin** en 1892, physicien britannique, à des travaux en thermodynamique (mot qu'il invente en 1849) avec notamment la compréhension et la formalisation du second principe. Il définit l'**échelle absolue des températures** en 1848 ("*D'une échelle thermométrique fondée sur la théorie de Carnot de la Puissance Motrice de la Chaleur et calculée à partir des observations de Regnault*"). William Thomson raconte en 1892 dans « *Popular Lectures and Adresses* » que, n'ayant pas pu se procurer un exemplaire des *Réflexions* chez les bouquinistes et libraires à Paris en 1845 il dut se contenter d'une traduction du mémoire d'Émile Clapeyron pour son article de 1848. Dans une note ajoutée à la réédition du même article en 1881, Thomson dit n'avoir pu mettre la main sur une copie des *Réflexions* que quelques mois après la communication de juin 1848. Il en fera un bon usage pour écrire le deuxième article qu'il dédie à Sadi Carnot, publié dans les *Transactions of the Edinburgh Royal Society* en 1849

**Rudolf Clausius** (1822-1888) est un physicien prussien bien connu également pour ses contributions majeures à la thermodynamique. Dans son premier article « *Sur la force motrice de la chaleur et les lois qui s'en déduisent pour la théorie même de la chaleur* » de 1850 il précise en note « *Je n'ai pu me procurer cet ouvrage (de Sadi Carnot) et je ne le connais que par les travaux de Clapeyron et Thomson* ». En 1864 il ajoute : « *depuis j'ai pu me procurer cet ouvrage et j'y ai trouvé la confirmation des idées que je m'étais faites sur son contenu* ». Il a reformulé l'énoncé du **second principe de la thermodynamique**. En 1865 développant plus profondément ses théories, il introduit l'**entropie**  $S = Q/T$  comme fonction d'état du second principe ayant donné l'énergie interne  $U$  pour le premier principe, fixant ainsi définitivement le cadre de la thermodynamique. Les travaux de Thomson et Clausius mettent aussi en accord la théorie dynamique de la chaleur (Joule) et les théories de Sadi Carnot.

Ainsi, bien que Sadi Carnot ne donne aucune indication montrant qu'il ait anticipé les principes qui sont à la base de la thermodynamique, il en est, sans aucun doute, le principal pionnier. En fait, comme l'a dit un bon juge, lord Kelvin, « *dans toute l'étendue du domaine des sciences, il n'y a rien de plus grand que l'œuvre de Sadi Carnot* ». (cité par Emile Picard, secrétaire perpétuel, en 1919 à l'Académie des sciences).

Les principes étant acquis, les avancées ultérieures vont approfondir la compréhension de la thermodynamique et étendre ses domaines d'application. Ainsi **Ludwig Boltzmann** (1844-1906) publie en 1877 son célèbre article "*Sur la relation entre le second principe de la thermodynamique et la théorie des probabilités, en rapport avec l'équilibre thermique*". Le résultat est résumé par la fameuse formule  $S = k \log W$  qui est inscrite sur son tombeau à Vienne. **Max Planck** (1858-1947) soutient sa thèse de doctorat en 1878 sur "*Le second principe de la thermodynamique*" et la notion d'entropie, il cherche ensuite à appliquer les méthodes de la thermodynamique aux divers processus physiques et chimiques en étudiant les états d'équilibre des corps selon leur température. Aux Etats-Unis, le travail de **Josiah Willard Gibbs** (1839-1903) sur l'application à la chimie de la thermodynamique joue un grand rôle dans la transformation de la chimie physique en science raisonnée et rigoureuse. Bien d'autres découvertes suivront...

## 20 – D'autres travaux (1824-1832) révélés en 1878



En octobre 1824, Sadi doit retourner à ses fonctions de lieutenant d'état-major et réalise des travaux topographiques d'abord sur une route près de Coulommiers puis en 1825 sur une route près de Villeparisis. Le 31 décembre 1825 il est détaché en garnison à Thionville. Sadi obtient fin 1826 un congé qui dure jusqu'au 15 septembre 1827 ; il est alors envoyé à Lyon puis à Auxonne, une ancienne place forte de Côte-d'Or, et est promu au grade de capitaine en second du Génie. Finalement en mai 1828 sa proposition de démission est acceptée. Sadi peut maintenant rejoindre Paris et se consacrer à une vie d'études et de recherches personnelles. Sa nouvelle vie exempte de fougue et de dynamisme lui est sans doute rendue nécessaire par un mauvais état de santé. Interrogé sur sa profession par le bibliothécaire Ambroise Fourcy pour son *Histoire de l'École polytechnique* parue en 1828, Sadi Carnot se déclare « constructeur de machines à vapeur ». Pourtant son nom ne figure dans aucune liste de fabricants. Le 17 août 1830 est créée l'Association polytechnique qui regroupe d'anciens élèves de l'École et à laquelle Sadi Carnot adhère immédiatement. Il accueille avec enthousiasme la Révolution de 1830 mais est rapidement déçu.

En août 1831, la parution de deux mémoires de Pierre Louis Dulong, l'un sur la chaleur spécifique des fluides élastiques, l'autre sur les forces élastiques de la vapeur d'eau à hautes températures avec Arago, l'incite à reprendre ses travaux sur les propriétés physiques des gaz et des vapeurs, et spécialement la relation entre leur température et leur pression. Cette même année, il a un accès de fièvre scarlatine et tombe gravement malade, avec des crises de délire pendant un certain temps. En avril 1832, la *Revue encyclopédique* rend compte des travaux du baron Blein (ancien général d'Empire qui écrira des mémoires sur l'acoustique et l'harmonie entre 1825 et 1832) dans un article signé S.C, vraisemblablement Sadi Carnot bon musicien également. Le 3 août, il est admis à la maison de santé du médecin aliéniste Jean-Étienne Esquirol à Ivry-sur-Seine où celui-ci diagnostique la "manie", c'est-à-dire le délire généralisé avec excitation. Peu après, le registre



de la maison de santé d'Ivry indique « guéri de sa manie, **mort le 24 août 1832** du choléra ». Les obsèques civiles sont célébrées dans des conditions proches de l'anonymat. Il est enterré au cimetière ancien d'Ivry-sur-Seine. Après sa mort, ses effets personnels (comprenant ses archives) sont brûlés pour prévenir la propagation de la maladie mais tout n'a heureusement pas disparu.

Parmi ses écrits posthumes, il y a d'abord ceux que son frère Hippolyte dépose à l'Académie des Sciences en **1878**, c'est-à-dire trop tardivement pour pouvoir influencer le développement de la science. Une partie se retrouve dans un volume publié en hommage à son frère rééditant les *Réflexions* avec l'insertion d'un "Extrait de notes inédites de Sadi Carnot sur les mathématiques, la physique et autres sujets". Dans ces notes il écrit : « La chaleur n'est autre chose que la puissance motrice, (nous dirions aujourd'hui l'énergie), ou plutôt que le mouvement, qui a changé de forme. C'est un mouvement dans les particules des corps. Partout où il y a destruction de puissance motrice, il y a, en même temps, production de chaleur en quantité précisément proportionnelle à la quantité de puissance motrice détruite. Réciproquement, partout où il y a destruction de chaleur, il y a production de puissance motrice ». Clairement ici Sadi découvre le **principe de conservation de l'énergie** en même temps qu'il renonce à la théorie du calorique qui imprégnait encore son essai de 1824. « Lorsqu'une hypothèse, dit-il, ne suffit plus à l'explication des phénomènes, elle doit être abandonnée. C'est le cas où se trouve l'hypothèse par laquelle on considère le calorique comme une matière, comme un fluide subtil ». Enfin il propose avec dix ans d'avance sur Julius Robert von Mayer une **valeur numérique de l'équivalent mécanique de la chaleur** : « D'après quelques idées que je me suis formées sur la théorie de la chaleur, la production d'une unité de puissance motrice nécessite la destruction de 2,70 unités de chaleur » soit 1 calorie=3,70 J (aujourd'hui on admet 4,184).

D'autres manuscrits sont publiés seulement en 1927 par Emile Picard "Sadi Carnot- biographie et manuscrit", puis d'autres encore retrouvés en 1953, déposés à l'École polytechnique en 1954 contiennent un manuscrit intitulé "Recherche d'une formule propre à représenter la puissance motrice de la vapeur d'eau" correspondant probablement à la conférence donnée en 1821. D'autres pépites sont peut-être encore enfouies dans des archives familiales ou des fonds pas encore étudiés...

## 21 – Le temps des hommages



- **Lazare Carnot** repose d'abord dans un caveau de la Johannkirche de Magdebourg puis au cimetière de la ville après 1832.
- Mettant fin au silence de la France, **François Arago** secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences présente une biographie de Lazare Carnot le 21 août 1837.
- Ses cendres ainsi que celles de Marceau et de la tour d'Auvergne sont transférées au **Panthéon** le 4 août 1889 marquant le centenaire de la Révolution. Monge les rejoindra en 1989.
- Il figure au fronton du Panthéon réalisé par David d'Angers et inauguré le 31 août 1837. Son nom est inscrit sur la **tour Eiffel** parmi 72 savants. Sa statue figure depuis 1915 nichée dans la façade du Louvre rue de Rivoli.
- Les villes de Magdebourg et Anvers ont rendu hommage à Lazare Carnot chacune par un monument et par un nom de rue (Carnotstrasse à Magdebourg, Carnotstraat à Anvers). A Nolay sa statue, œuvre du sculpteur Jules Roulleau, s'impose devant la maison Carnot depuis 1888.
- L'Académie des Sciences décerne tous les deux ans le **grand prix Lazare Carnot**, créé en 1992.
- **Sadi Carnot** n'a pas de monument à sa gloire. Les dates anniversaires de la publication des *Réflexions* sont l'occasion de colloques ou de célébrations.
- Le 20 janvier 1926 à Paris (avec quelques retards) une réunion est organisée par la Société des ingénieurs civils en présence du président de la République et de l'Académie des Sciences, mais le 4 décembre 1924 le centenaire de la publication de « *Réflexions sur la puissance motrice du feu* » aura été célébré aux Etats-Unis à l'initiative des sociétés américaines de Physique et de Chimie, l'Université Columbia, associées à l'Office national des Universités et Écoles françaises.

- Le 8 juillet 1932, (Sadi est décédé en août 1832) une plaque est apposée sur la façade du Petit-Luxembourg, résidence actuelle du président du Sénat, pour perpétuer la mémoire de Sadi là où il est né, dans une cérémonie présidée par le président de la République Albert Lebrun.
- Les 11-12 juin 1974, s'est tenue à l'École polytechnique une table ronde internationale sur "*Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique*" et une exposition de documents.
- En 1975 est frappée une médaille par la Monnaie de Paris gravée par Sylvain Bret en l'honneur de Nicolas Léonard Sadi Carnot et des "*Réflexions sur la puissance motrice du feu*".
- Au 20<sup>ème</sup> siècle, son nom est également donné à un cratère lunaire de 126 km de diamètre situé sur la face cachée ainsi qu'à un astéroïde de la ceinture principale (région du système solaire située entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter) découvert en avril 1991.
- Les célébrations de 2023 et 2024 sont marquées par des expositions, des séminaires et des colloques.

Mais le plus important est la reconnaissance par les ouvrages, rééditions, éditions en langue étrangère, ouvrages historiques, scientifiques ou pédagogiques... Et là, les Carnot font fort !

## 22 – Des références pour imaginer demain



**Texte issu de l'article de Joël Chevrier (Université Grenoble-Alpes) :**  
**Sadi Carnot face à la fin de la civilisation thermo-industrielle.**  
*(Encyclopédie de l'énergie, 2020)*

Au passage, Sadi Carnot rationalise et fonde en théorie les pratiques des ingénieurs, et prend la mesure des effets de l'ensemble sur les changements déjà en cours à son époque, sur leurs développements à venir et sur la transformation du monde qui en résultera. A posteriori on ne peut qu'admirer !

*« Si quelque jour les perfectionnements de la machine à feu s'étendent assez loin pour la rendre peu coûteuse en établissement et en combustible, elle réunira toutes les qualités désirables, et fera prendre aux arts industriels un essor dont il serait difficile de*

*prévoir toute l'étendue. »*

*« Elles (les machines à feu) paraissent destinées à produire une grande révolution dans le monde civilisé. »*

Deux siècles plus tard, on peut mesurer toute l'étendue de cette grande révolution. La puissance motrice du feu, c'est-à-dire la maîtrise de la chaleur produite par la combustion des combustibles fossiles, charbon, pétrole et gaz, a radicalement changé le monde.

*« La navigation due aux machines à feu rapproche en quelque sorte les unes des autres les nations les plus lointaines. Elle tend à réunir entre eux les peuples de la terre comme s'ils habitaient tous une même contrée. Diminuer en effet le temps, les fatigues, les incertitudes et les dangers des voyages, n'est-ce pas abrégé beaucoup les distances ? »*

Carnot avait anticipé l'explosion des voyages voire la mondialisation des échanges qui s'en suivirent en des termes toujours d'actualité. Déjà le village planétaire est là.

L'approche scientifique de Carnot est d'une puissance incroyable. Elle part notamment des machines développées autour des mines de charbon. Avec cette analyse advient un saut conceptuel inouï : *« Partout où il existe une différence de température, il peut y avoir production de puissance motrice. »*

Il faut en effet disposer de deux températures : une chaude et une froide pour construire une machine thermique comme un moteur de voiture ou une centrale thermique. Plus le point chaud est chaud, mieux c'est. Plus le point froid est froid, mieux c'est. C'est toujours vrai, y compris pour le nucléaire.

Ça aussi Sadi Carnot l'a écrit : *« C'est dans cet immense réservoir que nous pouvons puiser la force mouvante nécessaire à nos besoins ; la nature, en nous offrant de toutes parts le combustible, nous a donné la faculté de faire naître en tout temps et en tous lieux la chaleur et la puissance motrice qui en est la suite. »*

Pour ce faire, nous avons brûlé d'abord des arbres, puis rapidement du charbon, enfin du gaz et du pétrole. Massivement. Pour faire fonctionner plus d'un milliard de véhicules à moteurs essence ou diesel, et pour produire encore aujourd'hui l'essentiel de l'électricité qu'utilise près de 90 % de l'humanité.

Mais aujourd'hui, nous avons affaire à un problème méchant : « *Les transports sont responsables de près de 30 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> de l'Union européenne. Parmi ces émissions, 72% proviennent du transport routier.* »

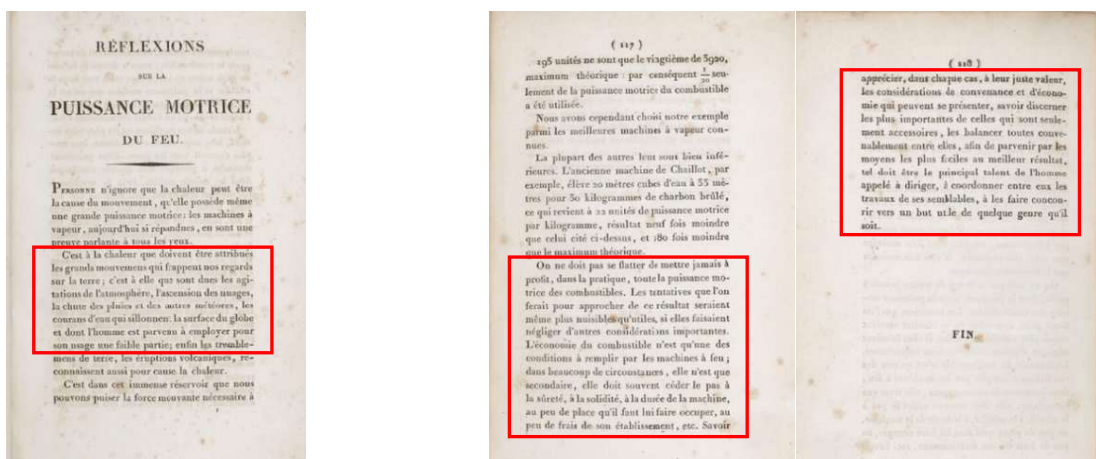
En son temps, Sadi Carnot a décrit clairement le potentiel de progrès pour l'humanité dans la maîtrise de la chaleur pour produire du mouvement. Deux siècles plus tard, la partie s'est jouée comme il l'a anticipée. Mais, en 2020, on sait qu'elle ne peut pas continuer ainsi. La brutalité des effets du réchauffement climatique dû au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) relâché dans l'atmosphère est là, comme un sous-produit inévitable de cet immense feu planétaire. Le programme de Sadi Carnot établi il y a 200 ans n'est plus un avenir possible pour l'humanité. Mais en 200 ans la thermodynamique ne s'est pas limitée à la science des machines thermiques. Elle est devenue universelle, irriguant toutes les branches de la physique (électromagnétisme, optique, matériaux...), la chimie, la biologie, les sciences de la terre et de l'univers s'appliquant aussi bien aux très petits systèmes (physique quantique) qu'à notre planète globalement et à l'univers dans son entier.

Les lignes écrites par Sadi Carnot se fondaient sur une vision scientifique et rationnelle du futur de son temps. Aujourd'hui on pourrait l'imaginer cherchant avec nous une autre voie. Sa vision serait certainement construite sur les remarques suivantes :

- les connaissances scientifiques fondamentales fondées expérimentalement ne se négocient pas,
- leur utilisation rationnelle est nécessaire comme l'ont montré la variété des réponses et leur différence d'efficacité dans la crise sanitaire en cours,
- il y a en conséquence des observations et des prévisions comme celles associées au réchauffement climatique qui sont aussi objectives et robustes que désagréables

Il ne s'arrêterait probablement pas là. Il a été un des chercheurs, qui ont fait émerger un nouveau paradigme pour le futur de l'humanité. On peut penser qu'il se situerait à nouveau à cette hauteur dans la réflexion.

### Et pour terminer, un petit supplément de Sadi Carnot lui-même, extrait de l'ouvrage de 1824



« *C'est à la chaleur que doivent être attribués les grands mouvements qui frappent nos regards sur la terre ; c'est à elle que sont dues les agitations de l'atmosphère, l'ascension des nuages, la chute des pluies et des autres météores, les courants d'eau qui sillonnent la surface du globe et dont l'homme est parvenu à employer pour son usage une faible partie.* »

Cette première phrase de son livre nous semble aujourd'hui évidente. L'était-elle aussi de son temps ? Je ne sais pas vraiment. Il souligne d'une part l'importance des mouvements naturels dus à la chaleur, induits par le

rayonnement solaire qui frappe la Terre et d'autre part que nous n'accédons qu'à une faible partie de ces énergies, dites aujourd'hui renouvelables. Ça, ça reste vrai.

En conclusion de son ouvrage, Carnot écrit :

*« On ne doit pas se flatter de mettre jamais à profit, dans la pratique, toute la puissance motrice des combustibles. Les tentatives que l'on ferait pour approcher de ce résultat seraient même plus nuisibles qu'utiles, si elles faisaient négliger d'autres considérations importantes. L'économie du combustible n'est qu'une des conditions à remplir par les machines à feu ; dans beaucoup de circonstances, elle n'est que secondaire : elle doit souvent céder le pas à la sûreté, à la solidité, à la durée de la machine, au peu de place qu'il faut lui faire occuper, au peu de frais de son établissement, etc. Savoir apprécier, dans chaque cas, à leur juste valeur, les considérations de convenance et d'économie qui peuvent se présenter ; savoir discerner les plus importantes de celles qui sont seulement accessoires, les balancer toutes convenablement entre elles, afin de parvenir, par les moyens les plus faciles, au meilleur résultat, tel doit être le principal talent de l'homme appelé à diriger, à coordonner entre eux les travaux de ses semblables, à les faire concourir vers un but utile de quelque genre qu'il soit. »*

**Tout un programme pour aujourd'hui !**

**Prix : 8 Euros**

ISBN 2-9522397-9-7



9 782952 239790