

P. 12 798.B

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

OUVERTURE SOLENNELLE DES COURS

LE 22 OCTOBRE 1901

Discours de M. le Recteur V. DWELSHAUVERS-DERY

SUR

LA MACHINE A VAPEUR MODERNE

RAPPORT SUR LA SITUATION DE L'UNIVERSITÉ

PENDANT L'ANNÉE 1900-1901



LIÈGE

IMPRIMERIE LIEGEOISE, HENRI PONCELET
Rue des Clarisses, 52

1901

UNIVERSITÉ DE LIÉGE

OUVERTURE SOLENNELLE DES COURS

22 OCTOBRE 1901

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

OUVERTURE SOLENNELLE DES COURS

LE 22 OCTOBRE 1901

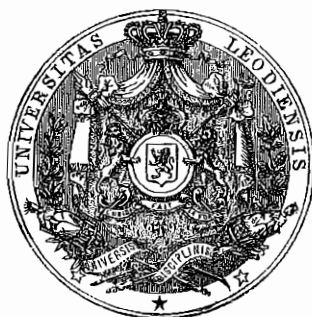
Discours de M. le Recteur V. DWELSHAUVERS-DERY

SUR

LA MACHINE A VAPEUR MODERNE

RAPPORT SUR LA SITUATION DE L'UNIVERSITÉ

PENDANT L'ANNÉE 1900-1901



LIÈGE

IMPRIMERIE LIÉGEOISE, HENRI PONCELET
Rue des Clarisses, 52

—
1901



MESSIEURS,

L'honneur d'être le premier représentant de la Faculté technique au Rectorat m'impose le devoir de dissiper un nuage qui obscurcissait notre milieu universitaire lors de la fondation de cette Faculté. La Science pure ne cachait pas ses dédains à l'égard des Sciences appliquées à l'industrie. Des exemples assez nombreux la portaient à croire que l'étroit programme d'une Ecole technique ne pouvait s'accommoder avec les allures libres d'une Faculté. Elle se figurait qu'une telle Ecole n'était qu'une fabrique où l'on forgeait l'esprit de l'ingénieur d'après un modèle tracé longtemps d'avance, sur gabarit, comme des pièces interchangeables, loin de toute expérience directe et personnelle, lui enseignant nombre de choses plus ou moins vraies sans lui laisser le temps d'y réfléchir; jaugeant périodiquement ce qui en était resté dans la mémoire, par le moyen d'examens et d'interrogations dont le propre est de supposer que l'élève est, pendant quelques heures, un répertoire vivant de toute la connaissance humaine sur certains sujets.

Ainsi éduqué, l'esprit humain a, en effet, contracté une maladie, une anémie qui, sans être contagieuse, fait pourtant tous les jours plus de ravages dans la Société. A l'âge où son initiative devrait être le plus souvent appelée en jeu, le jeune homme a été pris dans les rouages de l'Ecole, modelé, moulé, ciselé, raboté, poli, verni et fini suivant

la formule. Sa vigueur mentale a fléchi. Il n'est plus bon qu'à suivre une règle précise, avec bonne volonté, mais sans entrain ; qu'à tourner toujours dans le même cercle et dans le même sens sans soupçonner qu'il en est d'autres. Il est préparé à devenir un rouage n'ayant d'autre effort à faire que celui qu'impose la routine une fois pour toutes.

Il est indéniable que l'on a vu des Ecoles où l'enseignement de certaines branches des sciences appliquées était réduit à la dictée de formulaires, de chiffres, de renseignements parfois peu fondés, dont on n'indiquait même pas la source, les auteurs et les professeurs répétant ce que les prédécesseurs avaient dit, sans vérification personnelle. C'est ainsi, par exemple, que nombre de préjugés se sont introduits au sujet de la machine à vapeur et qu'après des années de lutte pour leur extirpation, on les voit encore répandus et en vigueur. Des idées dont la fausseté est expérimentalement démontrée, notamment sur les phénomènes thermiques dont la machine à vapeur est le siège, non seulement règnent toujours dans le monde des ingénieurs, mais dominant encore certains cours. Et, avec le système d'examens et d'interrogations à outrance, où tout l'effort de l'élève se réduit à un acte de foi dans l'infaillibilité du Maître, comme a dit Jules Simon, les idées fausses s'enracinent et couvrent la vérité d'un voile obscur.

Les appréhensions de la Science pure chez nous étaient ainsi justifiées. Mais les succès des Universités Modernes, des Ecoles techniques d'autres pays, et ceux de notre Faculté technique ont, d'une part, démontré que le haut enseignement avait pour devoir de guider le puissant mouvement social et scientifique créé par la machine à vapeur et ses applications industrielles ; et, d'autre part, fait clairement voir quels étaient les besoins réels de l'industrie et comment il fallait faire l'éducation d'un ingénieur pour y satisfaire.

En Amérique, au jeune homme qui sollicite un emploi d'ingénieur, on demande non pas ce qu'il a su réciter, mais ce qu'il a fait : montrez vos œuvres, non vos diplômes. C'est qu'en effet la vie de l'ingénieur se passe, non à réciter ou à démontrer des théorèmes, mais bien à résoudre des problèmes ; et c'est en vue de ce résultat que son éducation doit l'outiller. Or, la solution d'un problème exige des documents joints à l'art de s'en servir, l'habitude de la réflexion, un esprit de combinaison exercé, une imagination riche de savoir positif. Nul n'est plus que l'ingénieur strictement appelé à élucider des questions imprévues, insuffisamment posées, et dont la solution ne se trouve ni dans un seul livre ni dans un seul cours ; et, pourtant, il en faut trouver une, les circonstances l'imposent impérieusement. C'est alors qu'il doit déployer tout son bon sens, son jugement, son tact, sa science. Ces qualités, sans doute, on ne peut les lui donner entièrement à l'École ; mais du moins l'École peut être un milieu où l'élève, par tous ses sens, acquerra la notion exacte et vive des choses par expérience directe et personnelle. Le devoir de l'École est, tout au moins, d'adapter ses sujets à la Société ambiante où ils agiront et où, pour se tenir debout, il faut être équipé, armé, exercé et même endurci.

C'est ce devoir qui a été sagement compris par notre Faculté technique. Les exercices dans les laboratoires, dans les salles de dessin, dans les interrogations même quand c'est possible, sont organisés de manière à développer l'initiative des élèves et à les rompre à la solution de problèmes nombreux et divers ; l'enseignement pratique et personnel a pris une large place à côté de l'enseignement *ex cathedra* ; et il en faut espérer un développement encore plus grand si les pouvoirs publics mettent leurs libéralités à la hauteur de la situation. Ce qui est désirable pour l'Université entière, l'éducation de l'initia-

tive personnelle, est une nécessité inéluctable pour la Faculté technique. A ce point de vue, la Science pure n'a pas à redouter le voisinage de la Science appliquée. Aussi l'a-t-elle, chez nous, maintenant, accueillie en sœur et toutes deux s'accordent-elles à trouver un appui l'une en l'autre.

En dehors de l'enseignement, il est aisé de faire voir que, dans le siècle dernier, la Science pure est redevable de ses plus grands progrès à la Science appliquée. C'est la machine à vapeur, en effet, qui a conduit aux deux chapitres les plus importants de la Science moderne, la Thermodynamique et l'Énergétique. Les *Réflexions de Carnot sur la puissance motrice du feu* sont là pour le démontrer. Et si, au lieu de s'en tenir aux grandes lignes, on pénètre plus à fond dans les détails, on est étonné de voir de combien de découvertes les applications ont agrandi le domaine de la Science pure.

Mais c'est le monde entier que la machine à vapeur moderne a enrichi ; et, à ce titre, elle intéresse non seulement l'enseignement mais tout l'état social. C'est par elle que l'homme a pris possession de la Force motrice de l'Univers, c'est-à-dire de la Chaleur, et qu'il a utilisé pour ses besoins une source inépuisable de travail et d'énergie. De là une révolution sociale, immense sans être soudaine puisqu'elle n'est pas encore à son terme, révolution dans la grandeur et la distribution des richesses matérielles, dans les idées, dans leur échange, dans les mœurs, dans la diffusion de nos connaissances, dans les confins des milieux sociaux.

Que l'on compare ce qu'était le monde civilisé à la fin du dix-huitième siècle, avant l'invention de la machine à vapeur moderne, avec ce qu'il est aujourd'hui, à n'importe quel point de vue, on trouvera un très grand progrès et

même des changements radicaux. Quant aux machines à feu, leur puissance était limitée à quelque cinquante chevaux et leurs applications restreintes à l'extraction de l'eau du fond des mines ; le prix du cheval-heure de travail dépassait 100 kilogrammes de vapeur. Aujourd'hui ce prix est tombé à moins de 10 kilogrammes ; on a des stations et des bateaux de plus de 20,000 chevaux de force et il n'est pas une industrie qui n'ait reçu sa large part du butin accumulé tous les jours par la nouvelle conquête de l'homme.

Nous parcourons les terres et les mers avec moins de danger, nous transportons au loin nos personnes et nos biens en moins de temps et à moindres frais qu'il n'en fallait à nos pères il y a un siècle pour des traversées dix fois plus courtes. C'est, pour une large part, à cette mystérieuse application d'une puissance qui rappelle celle des génies fabuleux de l'Orient, que l'ouvrier et l'artisan modernes doivent ce bien-être et ce luxe qui, auparavant, étaient inconnus aux puissants et même aux rois.

Alors que l'ouvrier devait employer ses bras beaucoup plus que sa tête, le fruit de ses durs labeurs allait trop souvent à ceux qui avaient par chance le loisir de penser. La machine, se chargeant du travail manuel, de l'effort brutal, a émancipé l'homme, a rendu indispensable l'exercice de sa faculté de réfléchir et bientôt aura assuré à chacun la propriété de ses créations.

Grâce aux chemins de fer, aux bateaux, à tous les moyens mis à notre disposition par la vapeur, les richesses de tous les points du globe, de l'équateur aux pôles, sont exploitées et mises en valeur au profit de l'humanité entière ; la fortune publique a été plus de cent fois centuplée en un siècle, et il n'est plus d'être humain assez disgracié pour n'avoir pas de quelque façon participé à la répartition des nouvelles richesses.

Telle est une des raisons pour lesquelles j'ai choisi la machine à vapeur moderne comme sujet de mon entretien, ce sujet étant, du reste, puisé dans la matière de mes cours, conformément à la tradition.

L'invention de ce puissant outil de prospérité n'est pas, comme on le dit parfois, l'effet d'un hasard heureux ou le fruit d'un travail manuel. Comme la pomme de Newton, elle est tombée de l'arbre de la Science, et, pour cette raison, elle prend sa juste place parmi les objets de notre enseignement. La machine à vapeur moderne est née de l'étude de la Nature ; son berceau est un laboratoire d'Université ; son père, Watt, est l'un des savants les plus complets dont l'humanité ait à s'honorer. Ses derniers perfectionnements sont dus à des recherches faites surtout dans les laboratoires de mécanique et notamment dans ceux des Hautes Ecoles techniques et à des travaux d'élèves qu'elles ont formés. C'est à la Science qu'est due la grande révolution bienfaisante du siècle écoulé : c'est à une multitude d'ingénieurs qui, inspirés du génie de Watt, ont tour à tour suivi et suscité les progrès de la Science pure. Arago le dit : l'invention et le développement de la machine à vapeur « ne sont pas le résultat d'une observation fortuite » ou d'une seule inspiration ingénieuse, mais celui de » recherches patientes, d'un travail assidu, celui d'expé- » riences faites avec une précision, une finesse, une » délicatesse extrêmes, » et j'ajoute : le fruit d'un génie qui, enrichi de la connaissance de nombre de faits exactement observés, en voit la coordination et les lois et en tire des conséquences utiles.

Si j'ai appuyé sur le mot *moderne*, Messieurs, c'est pour vous avertir qu'en vue de ne pas allonger cet entretien, je ne remonterai ni à Héron d'Alexandrie, ni à Baptista

Porta, ni à Salomon de Caus, ni même au savant et malheureux Papin, malgré les richesses de ses inventions, parce que celles-ci n'ont pas laissé de trace que puisse suivre l'histoire et que, proie de l'ignorance, elles sont restées lettre morte pour le progrès. Je ne remonterai pas au delà de Smeaton, le suprême perfectionneur de la machine à feu détrônée par la machine à vapeur, et de Watt, l'illustre créateur de celle-ci.

Dans ces étroites limites, l'histoire de l'enfantement et du développement de la machine à vapeur renferme bien des enseignements et est pleine d'exemples à suivre dans l'étude et le perfectionnement de toutes les branches du Savoir humain. Ce n'est pas à dire que je veuille proposer à votre imitation les créations d'un Watt : le siècle qui a porté dans ses flancs un tel génie n'enfante pas deux fois. Mais la méthode qu'ont suivie les Watt, les Smeaton et, après eux, les Stephenson et autres grands ingénieurs, peut être donnée en exemple à tous ceux qui cherchent, au grand bénéfice de l'humanité, à arracher ses secrets à la Nature.

Watt et Smeaton étaient tous deux d'habiles expérimentateurs, tous deux de savants ingénieurs ; tous deux se sont trouvés en face du même problème : diminuer la dépense de vapeur de la machine à feu ; tous deux ont constaté les mêmes faits par la même méthode expérimentale, celle que résume le mot Laboratoire. Mais, dans les solutions, quelle différence ! Celle de Smeaton, donnant son dernier perfectionnement à la machine à feu de Newcomen, n'en empêche pas la mort prochaine ; celle de Watt, au contraire, a doté le siècle d'une machine nouvelle. Smeaton a perfectionné, Watt a créé. Smeaton peut être proposé comme exemple à la généralité des ingénieurs ; il est rapproché de nous ; il est pour ainsi dire

plus humain que Watt. Avec lui nous nous permettrions des familiarités que le colossal génie de Watt ne comporte pas. Il convient donc d'expliquer l'œuvre de Smeaton avant celle de Watt ; la chronologie nous engage, du reste, à cet ordre.

Nous indiquerons d'abord le dernier perfectionnement de la machine à feu, arrivée à sa fin, par Smeaton, réservant pour une autre séance de rappeler la naissance et l'invention de toutes pièces de la machine à vapeur moderne par Watt, et ensuite les perfectionnements successifs donnés par un grand nombre d'ingénieurs et la découverte de la *Théorie pratique* par Hirn, théorie qui marque les limites de l'économie que l'on peut atteindre dans la réalité.

Smeaton avait trouvé la machine à feu de Newcomen dans l'état où des ouvriers peu instruits l'avaient mise au service de l'épuisement des mines en général et des mines de houille en particulier. Auparavant, la force motrice appelée à donner le mouvement aux pompes d'épuisement était empruntée aux muscles des animaux, du cheval surtout, quand ceux de l'homme ne suffirent plus. A mesure que la puissance des machines croissait en raison composée de l'accroissement de la profondeur de la mine et de la venue de l'eau, le cheval devenait de plus en plus encombrant, et les exploitants eurent recours à la pompe à feu à piston sous la forme que lui avaient donnée Newcomen et Cawley. Mais le progrès appelle le progrès ; l'extraction de la houille étant facilitée, l'usage s'en répandit de plus en plus : tous les jours croissaient les exigences des exploitations ; il fallait aller plus profond et plus vite, employer des machines plus fortes, comme on disait ; et celui-là passait pour un habile ingénieur qui, par un changement opéré à des leviers, était parvenu à augmenter

l'effort exercé tandis qu'il ne modifiait en rien le travail effectué par la machine.

Quant au prix de revient de l'eau montée, on ne s'en inquiétait guère : c'est de la vapeur d'eau et de la houille que les chevaux de fer consomment, et le préjugé existait que la houille ne coûtait rien à l'exploitant, ni l'eau à personne. La question de faire de grands efforts mettait ainsi à l'arrière-plan celle d'économiser le combustible ou la vapeur.

Toutefois, il advint que cette dernière s'imposa quand la consommation de vapeur de la machine dépassa considérablement la capacité de production des chaudières. Alors le même problème fut posé à Smeaton d'abord et à Watt peu de temps après : Etant donnée telle machine à feu avec sa chaudière, etc., que les ingénieurs déclarent bien proportionnée et que cependant on ne parvient pas à faire fonctionner convenablement, déterminer son défaut et prescrire le remède à y appliquer.

Tout d'abord, Smeaton, d'après les suggestions de sa science, fit, dans la voie qu'aurait suivie tout ingénieur, des tentatives qui restèrent sans autre succès que d'ajouter à son expérience personnelle. C'est pourquoi il résolut d'étudier à fond, expérimentalement, la question ; à cet effet, il se construisit une machine expérimentale et un Laboratoire d'essais, où il découvrit les moyens certains de mener la machine à feu à sa perfection.

Pour bien faire saisir la portée de son œuvre, il m'est nécessaire, Messieurs, d'entrer dans quelques développements techniques et descriptifs pour lesquels je réclame toute votre indulgence.

Voici une idée générale de la pompe à feu de Newcomen et Cawley.

Les eaux au fond de la mine sont recueillies dans un puisard, d'où une pompe aspirante et soulevante est chargée de les élever au jour. Le piston à secret de cette pompe reçoit un mouvement alternatif d'ascension et de descente par le moyen d'une longue tige prolongée jusqu'à la surface. Si on relève cette tige, le piston soulève toute la colonne d'eau et en fait déverser une partie à la surface, tandis que, le clapet de fond s'étant ouvert, le corps de pompe s'emplit de l'eau du puisard. Si, au contraire, on laisse retomber la tige sous l'action de son propre poids, le clapet de fond s'étant fermé, le secret s'ouvre et le piston s'enfonce dans l'eau du corps de pompe sans autre résistance que les frottements. Quand le piston est arrivé en repos au fond de la pompe, le secret se ferme automatiquement. Et le jeu recommence indéfiniment.

Le mouvement de relèvement de la tige du piston s'opère par l'intermédiaire d'un balancier dont une extrémité est articulée à cette tige et dont l'autre est actionnée en sens inverse par la pression atmosphérique. En vue de provoquer l'action du poids de l'air, à cette dernière extrémité du balancier est suspendu un grand piston hermétique se mouvant dans un cylindre vertical. Quand ce dernier piston est en haut de sa course, on fait le vide dans le cylindre et ainsi le piston est abandonné au poids de l'atmosphère qui le fait descendre jusqu'au fond du cylindre tout en relevant l'autre extrémité du balancier portant la maîtresse tige de la pompe. Ainsi se produit le coup de pompe ascendant. Pour produire le coup descendant, on détruit le vide dans le cylindre en y rétablissant, sous le piston, une pression égale à celle qui s'exerce par dessus, et dès lors la maîtresse tige tombe sous l'action de son propre poids.

C'est uniquement pour produire et supprimer alternativement le vide dans le cylindre que la vapeur est

employée. L'élasticité de la vapeur ne sert pas directement à mettre les pièces métalliques en mouvement; ce rôle est réservé à la pesanteur de la maîtresse tige pour une course et de l'air pour l'autre. Aussi lui a-t-on donné le nom de machine atmosphérique pour la distinguer de la machine à vapeur moderne, celle de Watt, dans laquelle l'élasticité de la vapeur, provoquée par la chaleur, agit directement sur les pièces métalliques pour les mouvoir.

Pour produire le vide dans le cylindre sous le piston, celui-ci étant au haut de sa course et le cylindre étant rempli de vapeur, on injecte une pluie d'eau froide au sein de la vapeur qui, par là, perd de son élasticité, se condense et tombe au fond, se mélangeant à l'eau injectée. Le piston étant arrivé au bas de sa course, on établit la communication entre le cylindre et la chaudière génératrice de vapeur. La pression de la vapeur affluente dans le cylindre étant alors égale à la pression atmosphérique, le piston est libre de céder au poids de la maîtresse tige qui le fait remonter.

Cette machine étant connue, le problème que l'exploitant posait au constructeur était le suivant : on donne la venue d'eau maxima probable par heure dans le puisard, ainsi que la hauteur à laquelle il faut l'élever. On demande de proportionner les diverses parties de la machine de manière qu'elle puisse élever le double environ de ce maximum afin de prévenir les accidents, tout en réservant les moyens de modérer son allure au cas ordinaire de moindre venue.

Il s'agissait donc, pour l'ingénieur chargé de rédiger le projet, de proportionner suivant les exigences, le corps de pompe, la course de la maîtresse tige, le cylindre à vapeur, le vide sous le piston, la chaudière génératrice de vapeur, les bras de levier du balancier, le nombre de coups par minute, etc. Tâche bien difficile dans un temps où la

notion du travail mécanique des forces était encore peu connue ou mal comprise ; où l'on ignorait les propriétés de la vapeur saturée et notamment son poids relatif ; où les idées, même sur le levier, manquaient de précision ; où enfin la construction des pompes était confiée à des plombiers sans instruction et celle des machines à des charrons et des charpentiers. Les constructeurs travaillaient ainsi au hasard de leur instinct, par imitation, par routine. Aussi, à mesure que les dimensions grandissaient, les difficultés d'établir un bon proportionnement grossissaient. Le plus souvent il arrivait qu'une machine déclarée satisfaisante dans toutes ses parties, ne parvenait pas à battre le nombre de coups voulu par minute. Les ingénieurs les plus instruits s'en étonnaient parce que, d'instinct, il leur semblait que le volume de la vapeur fournie par la chaudière était au moins égal à celui qu'il fallait pour remplir le cylindre le nombre de fois voulu. C'était une erreur. Ici nous touchons au point le plus délicat de l'histoire de la machine à vapeur moderne, à *l'action refroidissante des parois métalliques des cylindres à vapeur*.

C'est l'étude de *cette action thermique des parois*, (dont un singulier aveuglement a, tout récemment encore, nié l'importance) qui a conduit Smeaton au dernier perfectionnement de la machine à feu, Watt à l'invention de la machine à vapeur moderne, et Hirn à la *Théorie pratique* de cette machine et à la détermination du dernier terme de son économie. Ceci demande explication.

De l'eau qui, ayant reçu de la chaleur d'un foyer, est passée à l'état de vapeur, possède une certaine élasticité, une force expansive telle qu'elle exerce une pression sur les parois du vase qui la renferme. Mais si la vapeur vient en contact avec un corps froid tel que le métal du cylindre, elle perd son élasticité, elle se condense, redevient liquide,

s'étale en gouttelettes comme de la rosée sur les surfaces froides et finit par ruisseler le long de ces surfaces pour gagner le fond. C'est le phénomène que nous observons fréquemment sur les vitres de nos appartements, quand il fait chaud dans une salle habitée et froid au dehors.

Or, lorsque la vapeur vive venant de la chaudière pénètre dans le cylindre de la machine, elle est reçue dans une enceinte dont les parois ont été refroidies par une pluie d'eau au coup de piston précédent. Elle ne peut s'y maintenir à l'état de vapeur qu'à la condition d'avoir préalablement élevé à sa propre température le métal qui l'entoure. Elle se condense donc tout d'abord sur ce métal froid pour le réchauffer, et elle ruisselle vers le fond. Elle perdrait toute élasticité si la chaudière ne fournissait pas de nouvelle vapeur au fur et à mesure que celle qui est admise dans le cylindre s'y condense. Ce phénomène de l'échange de chaleur entre la vapeur chaude et le métal froid par condensation sur la paroi, s'opère suivant une loi naturelle aussi certaine que celle de la chute des graves. Ainsi donc la chaudière doit être assez puissante pour pourvoir non seulement au remplissage du cylindre mais aussi au réchauffement du métal qui la renferme, et cela à chaque course du piston. Et celui qui aurait compté uniquement sur le remplissage du cylindre pour calculer la puissance de la chaudière se serait trompé de beaucoup.

Il y a plus : pour plusieurs raisons, et notamment, par motif de prudence, on empêche le piston parvenu au bas de sa course de venir heurter le fond du cylindre ; il en reste à une certaine distance. On appelle espace mort le volume cylindrique qui reste en dessous de lui. Cet espace mort doit aussi être rempli de vapeur à chaque coup de piston, mais sans utilité immédiate pour le travail à produire.

Voilà donc deux causes de dépense de vapeur dont nul

ne se rendait compte en 1767, lorsque Smeaton fut appelé à corriger des machines à feu.

En ingénieur sensé, il résolut d'abord de recueillir des renseignements précis sur la marche de diverses machines en fonction, de les coordonner et d'en déduire des règles de construction présentant un caractère de certitude. Parmi 15 machines qu'il essaya, la plus mauvaise consommait 175 kilogrammes de vapeur par cheval-heure, et la meilleure, 76. Smeaton chercha à se rendre compte par le menu des causes de telles différences. Puis il incorpora dans une machine de la New River C^y qu'il était chargé de construire, tous les perfectionnements suggérés par ses constatations. De fausses interprétations, dues à l'insuffisance de la science physique de ce temps, le conduisirent à des mécomptes ; la machine ne fonctionnait pas économiquement ; il fallut remédier à ses défauts. L'un de ceux-ci mit Smeaton sur la bonne voie. Il remarqua que, pendant la marche, le cylindre restait si froid qu'il y pouvait tenir la main. « Je fus dès lors convaincu, dit-il, qu'il » se produisait une très grande condensation de vapeur » dans le cylindre pendant l'admission, et que, à cause » de cela, j'avais perdu plus par le refroidissement du » cylindre que je n'avais gagné par l'augmentation de la » charge sur le piston. Mais dans quelle mesure se pro- » duisait cette condensation initiale sous diverses cir- » constances de température ? Où trouver la bonne » moyenne pour obtenir le meilleur résultat ? C'est ce que » j'ignorais et que je résolus de rechercher en construisant » une machine uniquement destinée à des expériences ».

En fait de science, le commencement de la sagesse est la constatation de son ignorance. Smeaton en était là en 1769 lorsque, dans un but hautement scientifique, il érigea le premier Laboratoire de mécanique du monde.

Sa machine, assez souple pour être interrogée sous un bon nombre de fonctionnements divers, était de la force d'environ un cheval et consommait moyennement 25 kilogrammes de houille par heure. Parmi les résultats scientifiques qu'il déduisit de ses expériences, nous remarquons particulièrement les suivants : pour condenser un kilogramme de vapeur il faut environ 11 kilogrammes d'eau froide. La dépense réelle de vapeur de la machine était plus du double de celle qu'aurait donnée le calcul fait uniquement d'après le volume du cylindre, c'est-à-dire qu'il fallait moins de vapeur pour remplir le cylindre que pour réchauffer les parois et pourvoir à la condensation initiale. Il se produisait une perte sensible par le rayonnement puisque, dans l'eau sortant du cylindre, on ne retrouvait qu'environ les deux tiers de la chaleur qu'il aurait dû y avoir d'après les températures à l'entrée et à la sortie.

Tous ces chiffres cependant étaient précaires à cause du manque de connaissance de nombreuses constantes physiques et notamment de celles qui concernent la vapeur d'eau et l'état de saturation, et l'équivalent mécanique de la chaleur. Sans doute Smeaton ne détermina pas celles qui lui étaient nécessaires et il se contenta des approximations connues. C'est ainsi que son œuvre resta si limitée, et c'est ce qui en distingue celle de Watt qui découvrit les lois physiques utiles à ses inventions par les moyens que le milieu universitaire de Glasgow mettait à sa disposition.

Mais durant quatre années, Smeaton interrogea sa machine expérimentale ; puis il construisit le chef-d'œuvre des pompes à feu, la machine de Long Benton. Sans rien changer à l'ordonnance générale, il l'avait admirablement appropriée à son but jusque dans les moindres détails. Aussi, il se trouva qu'elle était la plus économique de toutes, sa consommation étant descendue en-dessous de 60 kilogrammes de vapeur.

Sur cette machine il chercha à déterminer l'influence relative de l'espace mort et de la condensation initiale et trouva respectivement 27 et 73 %. Il détermina aussi une quantité qui aurait empêché le déversement de flots d'encre dans ces derniers temps, si elle n'avait été oubliée ou ignorée ; c'est le coefficient de condensation de la vapeur contre des parois froides, comparativement à celui de la vaporisation de l'eau par cession de chaleur du métal au fluide, comme dans les chaudières. Smeaton a trouvé que la condensation sur des parois froides était d'environ 60 kilogrammes par mètre carré par heure et que la vaporisation dans la chaudière était considérablement inférieure.

Telle est l'œuvre de Smeaton. Il a donné un exemple à suivre à tous les ingénieurs. L'œuvre de Watt fera l'objet d'une étude ultérieure.