

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1841.

PRÉSIDENTE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réplique de M. DUTROCHET à M. Raffeneau-Delile, au sujet de la respiration du Nelumbium.*

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Raffeneau-Delile a répondu à la réclamation de priorité que j'avais faite au sujet de ses expériences sur la respiration des feuilles du *Nelumbium*. L'extrême urbanité de cette réponse m'eût fait une loi de ne pas pousser plus loin mes réclamations, si l'intérêt de la science ne m'avait semblé exiger impérieusement leur continuation. Il s'agit ici, en effet, de l'une des questions les plus importantes de la physiologie végétale; il s'agit de la démonstration de ce fait, contraire à l'opinion reçue, que les végétaux respirent comme les animaux, en introduisant de l'air respirable dans leurs organes pneumatiques; avec cette différence, que les animaux empruntent à l'atmosphère l'oxygène qui sert à leur respiration, tandis que les végétaux puisent cet oxygène respiratoire dans la décomposition qu'ils opèrent de l'acide carbonique, sous l'influence de la lumière. Ils s'approprient le carbone qui coopère à leur nutrition, et l'oxygène dégagé à l'état de gaz est versé immédiatement dans leurs organes

MÉMOIRES LUS.

M. FURIET lit un Mémoire ayant pour titre : *Du Mouvement perpétuel*. Le but de cet écrit est de prouver, par des considérations accessibles à tout le monde, l'impossibilité du mouvement perpétuel.

(Commissaires, MM. Poinsot, Poncelet, Liouville.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un appareil à air comprimé, pour le percement des puits de mines et autres travaux, sous les eaux et dans les sables submergés*; par M. TRIGER (1), ingénieur civil.

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont, Dutrochet, Dufrénoy.)

« Depuis Doué, département de Maine-et-Loire, jusqu'à Niort, département de la Loire-inférieure, s'étend un terrain houiller bien connu des exploitants et des géologues. Dès 1811, M. Cordier en a fait l'objet d'un Mémoire, et plus tard MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy ont également étudié ce terrain et l'ont tracé sur la carte géologique de France.

» La Loire, en creusant son lit dans cette contrée, a suivi une direction qui coupe celle de ce terrain sous un angle très-aigu, et l'a recouvert, comme elle le couvre encore tous les jours, d'alluvions considérables, entre les villes de Rochefort et d'Ingrandes. Sous ce dépôt, qui n'atteint pas moins de 18 à 20 mètres d'épaisseur, repose aujourd'hui le terrain houiller. C'est pour rendre son extraction possible qu'on a employé l'appareil dont nous allons faire connaître les résultats.

» De nombreux sondages ont démontré que ces alluvions étaient composées de quelques bancs d'argile intercalés entre de puissantes couches de sables mouvants et de galets. Dans ces dernières, on reconnaît facilement les débris d'une foule de roches amenées par les différents affluents

(1) A ce Mémoire sont joints : 1° un dessin en double de l'appareil ; 2° une grande coupe géologique représentant les travaux de recherches de mines de houille, exécutés par M. Triger, dans le fond de la vallée de la Loire, près de Chalennes, département de Maine-et-Loire.

bassin houiller qui s'étend sous les alluvions de la Loire, quoique bien connue depuis des siècles, était restée intacte. En effet, vouloir au moyen des épuisements ordinaires pénétrer dans ces sables, d'autant plus mouvants qu'ils sont en communication directe avec les eaux de la Loire, c'était vouloir établir un puits dans cette rivière, c'était vouloir épuiser le fleuve lui-même. Ne pouvant donc songer à extraire les eaux, nous eûmes l'idée de les refouler. Le succès a pleinement couronné notre attente, au moyen de l'appareil suivant :

» *Description de l'appareil.* — Nous nous sommes procuré un tube en tôle de fer, de 12 millimètres d'épaisseur et de 1^m,033 de diamètre intérieur. Ce tube, d'une longueur de 20 mètres, a été construit à Paris, et nous a été adressé par bouts de 5 à 6 mètres de longueur: ces bouts de tubes, après avoir été réunis, ont été successivement enfoncés dans les sables, au moyen d'un mouton, comme dans les sondages pour les puits artésiens. Les sables en ont été extraits au moyen d'une soupape à boulet, de sorte qu'on peut considérer l'enfoncement de ce tube, qui repose sur le solide à la profondeur de 19 mètres, comme un sondage d'une espèce toute nouvelle, à raison de son diamètre.

» Rien d'extraordinaire ne s'est manifesté pendant l'enfoncement de ce tube, si ce n'est la rapidité avec laquelle a augmenté la résistance dès qu'il a quitté les sables ordinaires pour entrer dans des sables plus grossiers. Ce tube, qui, jusqu'à la profondeur de 12 à 15 mètres, avait pénétré avec facilité dans le sable ordinaire, a éprouvé depuis 17 mètres jusqu'à 19 dans les gros sables, une résistance telle, que deux cents coups de mouton du poids de 2000 kilogrammes, tombant de 1^m,50 environ de hauteur, suffisaient à peine pour l'enfoncer de quelques centimètres; tandis que, peu de temps auparavant, une pareille manœuvre l'enfonçait au moins de 1 mètre. De sorte que les deux derniers mètres ont exigé un travail et un temps au moins deux fois aussi long que tout le reste de l'opération; d'où je conclus que jamais on ne serait arrivé au même résultat par le dégagement successif des sables et la simple pression, comme cela se pratique généralement en Angleterre, où le terrain sans doute est d'une tout autre nature, et loin de présenter les mêmes difficultés.

» Je passe maintenant à l'appareil à air comprimé.

» Cet appareil se compose d'une machine à vapeur, de deux pompes à comprimer l'air, et d'un sas à air.

» Je ferai remarquer que notre machine à vapeur n'était nullement appropriée à l'usage auquel nous l'avons fait servir, et que des considéra-

tions toutes particulières nous en ont nécessité l'emploi. Quant aux pompes, nous aurons occasion d'en parler plus tard, voulant d'abord décrire le sas à air.

» Ce sas se compose :

» 1°. D'un presse-étoupe fixé à sa partie inférieure, et destiné à le réunir avec le puits en fer, assez intimement pour qu'il ne puisse exister aucune communication entre l'air atmosphérique et l'intérieur de ce puits ;

» 2°. De deux tuyaux dont l'un est destiné à l'introduction de l'air comprimé dans le puits, et l'autre, désigné dans notre plan par la lettre O, a pour usage de faciliter la sortie de l'eau lorsque, par suite de la compression de l'air, cette eau est forcée de sortir avec plus de vitesse que ne le permettent les ouvertures qui peuvent exister au bas du puits, au contact imparfait du tube avec le terrain solide ;

» 3°. De deux soupapes, trou-d'homme, destinées à la manœuvre du sas pour l'introduction des ouvriers et l'extraction des déblais ;

» 4°. Enfin des deux robinets destinés au même usage, ainsi que d'un manomètre et d'une soupape de sûreté pour prévenir les accidents.

» *Jeu de l'appareil.* — Il est facile, d'après cela, de se faire une idée exacte de la manœuvre de cet appareil.

» Que l'on suppose en effet la machine à vapeur en activité. Les pompes injecteront dans le puits, au-dessous du sas à air, de l'air qui devra nécessairement se comprimer, puisqu'il n'existe aucune communication entre cette partie du puits et l'air atmosphérique. Si le puits est rempli d'eau, cette eau, cédant alors à la pression de l'air, s'échappera par le tuyau O, de sorte qu'au bout d'un certain temps toute celle renfermée dans le puits se trouvera remplacée par de l'air comprimé ; et si la manœuvre continue, ce puits se trouvera constamment à sec.

» Quant à l'introduction des ouvriers dans le puits, elle se fait au moyen du sas à air. Supposons pour un instant la soupape fermée, et l'air comprimé dans le puits à la pression de deux ou trois atmosphères. La soupape supérieure étant ouverte, les ouvriers pourront descendre dans le sas à air, puis fermer au-dessus de leur tête cette soupape et ouvrir en même temps le robinet inférieur pour se mettre en communication avec l'air comprimé du puits. A l'instant même, la soupape supérieure se trouvera collée contre ses parois et dès que l'équilibre se sera établi entre la tension de l'air du puits et du sas à air, la soupape inférieure s'ouvrira d'elle-même par son propre poids, et les ouvriers pourront alors s'introduire dans le puits. Pour en sortir, il suffira de faire une manœuvre pareille en sens in-

verse, c'est-à-dire de fermer la soupape inférieure et d'ouvrir le robinet de la partie supérieure, pour se mettre de suite en communication directe avec l'air atmosphérique. La tension de l'air diminuant alors au-dessous de la soupape supérieure, cette soupape s'ouvrira encore d'elle-même et les ouvriers pourront sortir et faire enlever leurs déblais.

» Tel est l'appareil que nous avons conçu pour traverser les sables mouvants qui composent les alluvions de la Loire. Le principe était juste; l'application devait avoir des résultats certains. Mais il restait encore une chose à bien constater, c'était la possibilité de vivre sous une pression de trois à quatre atmosphères.

» Ayant consulté à cet égard M. de Las Cases, avec lequel je m'étais réuni pour faire des travaux de recherche de charbon sous les alluvions de la Loire, il fut décidé qu'on ne soumettrait les ouvriers à l'action de l'air comprimé qu'après s'être bien assuré de ses effets sur nous-mêmes. Nous nous rendîmes donc à cet effet chez un médecin de Paris qui faisait respirer de l'air comprimé pour le traitement de certaines maladies, et trouvâmes chez lui un appareil semblable à celui de M. Tabarié (de Montpellier), dans lequel, huit mois auparavant, M. de Las Cases avait déjà supporté une pression de trois quarts d'atmosphère en sus de la pression atmosphérique.

» L'appareil dans lequel nous devons faire un nouvel essai portait un manomètre à air libre et pouvait à peine supporter une pression de deux atmosphères. De nombreuses fuites, qui résultaient de la mauvaise disposition de l'appareil, ne nous permirent pas, malgré deux heures d'expériences, de faire monter le mercure à plus de 22 pouces. Nous ne fûmes donc soumis, cette première fois, qu'à la pression d'une atmosphère trois quarts, et notre but ne fut pas atteint, puisqu'il s'agissait de bien connaître les effets de l'air comprimé à la pression de trois atmosphères au moins.

» Ayant obtenu que l'on fit quelques réparations pour le lendemain, nous pûmes alors recommencer nos expériences; mais pour mieux surveiller le conducteur de la machine, cette fois M. de Las Cases resta hors de l'appareil pour être plus sûr de la pression à laquelle un de ses parents et moi allions être soumis.

» La machine fonctionnait depuis trois quarts d'heure environ, et le mercure s'élevait à peine dans le manomètre à la hauteur de 40 pouces, lorsque tout à coup une détonation, que l'on peut comparer à celle d'une pièce de quatre, se fit entendre, et à l'instant même le parent de M. de Las

Cases et moi nous nous trouvâmes saisis d'un froid glacial et plongés dans l'obscurité la plus complète, par suite de la production instantanée d'un épais brouillard : une vitre de l'appareil avait crevé.

» J'appris de M. de Las Cases qu'une petite glace de 6 lignes d'épaisseur et d'environ 6 pouces de diamètre, destinée à éclairer l'intérieur de l'appareil, s'était brisée; que les fragments en avaient été projetés avec violence et que plusieurs étaient passés près de lui après avoir criblé de trous un large rideau de toile destiné à garantir la machine des rayons du soleil.

» De nombreuses personnes, attirées par le bruit de l'explosion, s'empres-
saient de ramasser des éclats de verre qui avaient été lancés à plus de
100 mètres; une d'entre elles rapporta, à notre grand étonnement, un
morceau de feutre que l'on reconnut provenir de mon chapeau. Il avait en
effet servi de projectile, et nous en retrouvâmes successivement tous les
débris.

» Au reste, la rupture et l'explosion de l'appareil, dont nous ne nous ren-
dîmes pas compte dans le premier moment, n'eut d'autre résultat que de
nous occasionner une grande surprise.

» Notre expérience fut donc encore manquée, car nous étions loin de trois
atmosphères. Fatigué de ces contre-temps, et de plusieurs autres inutiles à
rapporter ici, je ne songeai plus à faire d'expériences qu'au moyen de mon
propre appareil.

» J'ai déjà dit que la machine à vapeur à notre disposition n'était nullè-
ment appropriée à l'usage qu'on en voulait faire. Dans l'intérêt de la science,
je dois dire aussi deux mots de nos pompes à comprimer l'air, dont la con-
fection a présenté, dans le principe, de grandes difficultés, et a retardé pen-
dant longtemps la marche de notre opération.

» On dira sans doute que les pompes de compression ne sont cependant
pas nouvelles, qu'il en existe pour la fabrication des eaux gazeuses, pour
les souffleries des hauts-fourneaux, etc. Je répondrai que, malgré cela, j'ai
éprouvé les plus grandes difficultés pour obtenir de bonnes pompes à com-
primer l'air, quoique j'eusse employé à leur confection les mécaniciens
constructeurs qui sont le plus en réputation dans la capitale.

» Il me fallait une grande masse d'air à une haute pression, et des pom-
pes susceptibles d'un travail continu de plusieurs mois; c'était une condi-
tion indispensable, et c'est ce que je n'ai pu obtenir avec les pompes à cla-
pets en cuivre que j'avais d'abord fait exécuter.

» Lorsqu'il s'agit d'élever de l'eau, les pompes à clapets dont je viens de

parler donnent les meilleurs résultats ; mais c'est à tort qu'on en attendrait les mêmes résultats pour la compression de l'air.

» En effet, l'eau est un corps à peu près incompressible, tandis que l'air est un corps essentiellement élastique. Lorsqu'il s'agit d'élever de l'eau, il résulte de son incompressibilité que dès que le piston exerce sa pression sur le liquide, toute sa puissance est au même instant communiquée aux soupapes par l'intermédiaire de ce liquide. Cette puissance est donc exercée aussi bien que possible, et les bons résultats qu'on en obtient n'en sont que la conséquence. Lorsqu'au contraire il s'agit de comprimer de l'air, les choses se passent tout autrement.

» Si le jeu de la machine est actif, si les soupapes ont un certain poids, ce qui devient indispensable pour de fortes pompes, il en résulte que le piston, qui n'éprouve d'abord qu'une résistance presque nulle par suite de l'élasticité de l'air, prend instantanément une très-grande vitesse, tandis que la soupape, au contraire, par suite de son poids, offre une force d'inertie qui ne se trouve vaincue que lorsque l'air a été comprimé beaucoup au-dessus de la pression nécessaire. De là une marche inégale, des secousses, et la destruction des clapets ; de là enfin une mauvaise machine, surtout lorsqu'il s'agit d'obtenir un travail continu et prolongé.

» Tel a été le sérieux inconvénient qui pendant longtemps a retardé la marche de nos travaux, et qui m'a enfin conduit à trouver une bonne disposition de soupapes pour les pompes à comprimer l'air.

» Cette disposition consiste tout simplement à remplacer les clapets en cuivre par des soupapes en cuir. Ces soupapes, beaucoup plus simples et beaucoup plus légères, n'ont aucun des inconvénients signalés ci-dessus, et cette disposition n'est pas autre que celle du soufflet ordinaire, que j'ai imitée autant que possible dans la confection des nouvelles pompes dont j'ai obtenu les meilleurs résultats. Ces pompes consistent dans un cylindre alésé qui repose sur un plateau en fonte, percé de deux séries de trous. Ces trous sont disposés comme dans les soufflets les plus communs, recouverts par des soupapes en cuir retenues par des brides également en cuir.

» La soupape destinée à l'aspiration se trouve placée à l'intérieur du cylindre, tandis que l'autre est en dehors sur le même plateau. Le piston des pompes est plein, et peut être recouvert constamment d'une couche d'eau pour en faciliter le mouvement. J'ajouterai même que l'expérience m'a prouvé que l'eau produisait un meilleur effet que l'huile en pareil cas.

» Telle a été la disposition que j'ai donnée à mes pompes à air pour évi-

ter les inconvénients signalés plus haut, et depuis ce moment elles ont manœuvré jour et nuit pendant des mois entiers sans exiger la moindre réparation.

» Il ne me reste plus maintenant qu'à parler de l'effet produit par l'air comprimé sur les ouvriers, et des résultats obtenus au moyen de l'appareil.

» Le premier phénomène que l'on a observé lorsqu'on passe de l'air libre dans l'air comprimé, est une douleur plus ou moins vive qui se manifeste dans les oreilles. Cette douleur commence dès les premiers coups de piston, et cesse ordinairement lorsque le mercure s'est élevé de quelques pouces dans le manomètre; c'est-à-dire qu'elle cesse dès que l'équilibre de pression s'est établi entre l'air comprimé de l'appareil et l'air renfermé dans l'oreille interne; fait d'autant plus probable que le meilleur moyen de la faire disparaître, est d'opérer un mouvement de déglutition en avalant sa salive. Il est à remarquer que cette douleur, à peine sensible pour quelques individus, est insupportable chez d'autres. Chez quelques-uns même (mais c'est le cas le plus rare) cette douleur est nulle en entrant dans l'air comprimé, tandis qu'en sortant elle devient très-vive. Je crois devoir ajouter que la plus ou moins bonne disposition des personnes contribue beaucoup à la rendre plus ou moins forte; car j'ai éprouvé par moi-même, et j'ai remarqué souvent chez d'autres, qu'un jour on n'éprouvait qu'un léger engourdissement, tandis que le lendemain, toutes les circonstances paraissant les mêmes, on ressentait une douleur intolérable. Un fait bien constant, c'est que cette espèce d'engourdissement est d'autant moins sensible que l'appareil est plus grand et que l'on met plus de temps à passer de l'air libre dans l'air comprimé, ainsi que de l'air comprimé dans l'air libre; et c'est une chose que tous les ouvriers eux-mêmes ont remarquée chaque fois qu'il leur est arrivé de passer du sas à air dans le puits lui-même.

» Le second phénomène produit par l'air comprimé est une accélération sensible de la combustion suivant l'intensité de la compression. A la pression de trois atmosphères, cette accélération devient telle que nous avons été obligés de renoncer aux chandelles à mèches de coton pour les remplacer par des chandelles à mèches de fil. Les premières brûlaient avec une telle rapidité, qu'elles duraient à peine un quart d'heure, et elles répandaient en outre une fumée intolérable. Au moyen des mèches en fil, la combustion est devenue beaucoup moins vive et l'on a diminué sensiblement le dégagement de la fumée. Cette accélération de la combustion s'explique du

reste facilement par une plus grande quantité d'oxygène renfermé sous un même volume.

» Quant à la température du puits, lorsqu'il est plein d'air comprimé à trois atmosphères, elle varie entre 15 et 17 degrés centig. Il est à remarquer qu'à la pression de trois atmosphères, les pompes, au lieu d'injecter de l'air froid, injectent de l'air qui est à peu près à cette température (15 à 17 degrés cent.), air qui s'est nécessairement beaucoup refroidi avant d'arriver dans le puits, car je me suis assuré qu'auprès des pompes, les tuyaux, pendant le travail, marquaient constamment 70 ou 75 degrés centigrades.

» Un autre phénomène qui se manifeste, c'est le froid sensible produit par la distension de l'air comprimé.

» A l'instant même où l'on ouvre le robinet pour se mettre en communication avec l'air atmosphérique, il se forme dans l'appareil une espèce de nuage qui s'épaissit d'autant plus que l'air se distend plus vite; un froid qui peut devenir même glacial vous saisit aussitôt, et vous vous trouvez bientôt au milieu d'un brouillard qui ne diffère en rien des plus épais brouillards d'automne, pas même par l'odeur argileuse qui leur est toute particulière. Cette odeur est très-sensible, et c'est ce qui nous frappa d'abord M. de Las Cases et moi lorsque nous fûmes soumis la première fois à l'action de l'air comprimé.

» On peut facilement augmenter à volonté l'intensité de ce brouillard ou le faire disparaître entièrement, en ouvrant ou en fermant le robinet destiné à détendre l'air comprimé. Il est facile de se rendre compte de ce phénomène qui, à mon avis, présente l'explication la plus claire de la production des brouillards dont l'odeur particulière se trouve ici artificiellement reproduite avec toute sa vérité.

» Il me reste encore à signaler quelques observations qui ne me paraissent pas sans intérêt. La première, c'est qu'à la pression de trois atmosphères, il n'est plus possible à personne de siffler dans l'air comprimé; faculté qui, du reste, ne se perd que lorsque l'on arrive à cette pression.

» La seconde, c'est que dans l'air comprimé, tout le monde parle du nez, ce qui devient d'autant plus sensible que la pression est plus grande.

» La troisième, c'est que tous les ouvriers ont remarqué qu'en montant dans les échelles, ils se trouvaient moins essouffés dans l'air comprimé qu'à l'air libre.

» Enfin, je terminerai par une observation assez curieuse que j'ai été à même de bien constater : c'est qu'un ouvrier mineur, le nommé Floe,

sourd depuis le siège d'Anvers, a constamment entendu plus distinctement dans l'air comprimé que tous ses autres camarades.

» Je passe maintenant aux effets mécaniques produits par l'air comprimé. Si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut, on saura qu'au moment de la mise en activité du sas à air, nous avions vidé de sable et enfoncé jusqu'au solide notre tube en fer de 1^m,33 de diamètre et de 20 mètres de longueur; que ce tube était garni à l'intérieur d'un tuyau de dégagement destiné à faciliter l'écoulement de l'eau dans le cas où les ouvertures du fond ne lui permettraient pas de sortir assez vite.

» Quelle fut notre surprise, lorsqu'au moyen de l'air comprimé, nous refoulâmes pour la première fois dans notre puits la colonne liquide jusqu'à la partie inférieure du tuyau ci-dessus! Un bouillonnement extraordinaire et des sifflements se firent entendre, et furent aussitôt suivis d'un jet d'eau de 20 mètres de hauteur environ. Surpris d'un pareil phénomène, je courus au manomètre: il marquait trois atmosphères, y compris la pression atmosphérique, et nous avions malgré cela une ascension d'eau d'environ 40 mètres. Je me perdais en conjectures, lorsque tout d'un coup j'en découvris la véritable cause. L'eau projetée n'était pas de l'eau pure, mais un mélange d'eau et d'air d'une pesanteur spécifique par conséquent beaucoup moindre. De là cette ascension de 40 mètres, au lieu de 20 que nous aurions dû obtenir.

» Ce jet d'eau dura seulement une minute et demie, puis perdit graduellement de sa hauteur, en sorte qu'à la fin, l'eau projetée semblait une gerbe de grosses perles qui rentraient pour la plupart dans le tube dont elles étaient sorties.

» Cinq minutes s'étaient à peine écoulées depuis que le jet avait disparu, lorsque tout à coup le même bouillonnement et les mêmes sifflements se firent entendre, et nous eûmes un jet d'eau tout à fait semblable au premier. Pendant deux heures environ, nous eûmes en diminutif le spectacle des geysers d'Islande, dont la cause maintenant me semble facile à expliquer.

» Pour mieux nous rendre compte de ce qui se passait dans l'intérieur du tube, au moment de cette ascension d'eau, nous descendîmes dans le puits et y fûmes témoins d'un spectacle assez curieux. Lorsque la colonne d'eau refoulée par la compression de l'air atteignait la partie inférieure du tuyau de dégagement, l'air s'échappait aussitôt avec violence en enlevant une pellicule d'eau de 1 ou 2 millimètres, et c'est cette eau qui, diminuée de pesanteur spécifique par son mélange avec de l'air, produit le jet extraordinaire dont nous avons parlé tout à l'heure.

» Ce jet continue jusqu'à ce que l'air soit assez distendu pour ne plus faire équilibre à la colonne d'eau qui pèse sur l'embouchure du tuyau de dégagement. Et comme la vitesse de ce courant ne peut s'arrêter instantanément, il en résulte que l'air se distend au-delà même de ce point, ce dont il est facile de juger par la surface courbe que l'eau offre alors au fond du puits; surface qui ne disparaît que lorsque la colonne liquide s'est élevée de manière à fermer tout à fait l'embouchure de ce tube. C'est alors que le jet cesse jusqu'à ce que l'air que l'on continue d'injecter ait refoulé de nouveau les eaux au-dessous de l'embouchure de ce tuyau. De là ces intermittences qui produisaient régulièrement toutes les cinq minutes un jet d'une hauteur extraordinaire et qui durait à peu près une minute et demie.

» J'ai dit que ce phénomène présentait l'explication la plus probable des geysers d'Islande. En effet, que l'on suppose un volcan éteint, il est naturel de penser qu'il se sera fermé par le haut longtemps avant que l'intérieur se soit refroidi; que par suite du refroidissement même, les matières contenues à l'intérieur auront diminué peu à peu de volume et qu'il en sera résulté une cavité. Que l'on suppose maintenant cette cavité en communication avec le canal d'une source venant de la partie supérieure, il arrivera que l'eau, en descendant dans cette cavité, formera, en raison de la température élevée de ses parois, une plus ou moins grande quantité de vapeur qui viendra presser sur la masse liquide, et il arrivera un instant où la vapeur elle-même se trouvant en contact avec le canal de la source, s'échappera avec violence en enlevant aussi une certaine quantité d'eau. De là alors un phénomène absolument semblable à celui produit par notre appareil.

» Je citerai encore un dernier fait qui ne laissera peut-être pas d'intéresser l'Académie.

» Dans l'opération que nous nous proposons, il ne s'agissait pas seulement d'arriver sur le terrain solide qui se trouvait à près de 20 mètres de profondeur, mais il fallait encore y pénétrer à plusieurs mètres pour établir la jonction définitive du tube en fer avec le terrain. Nous avions pour cela deux difficultés à vaincre. La première était de descendre au-dessous de la partie inférieure de notre tube où l'eau conservait un niveau constant, puisqu'à ce niveau, comme sous la cloche à plongeur, l'air s'échappait avec violence, et faisait bouillonner la Loire à plus de cent pas. D'un autre côté, le sable qui se trouvait desséché par ce courant d'air, coulait comme dans un sablier et encombrait notre puits à mesure que nous l'approfondissions. Nous remédiâmes à ce premier inconvénient en établissant sur ce point un tube mobile destiné à faire une jonction provisoire.

» La seconde difficulté venait de cette jonction provisoire elle-même qui laissait échapper de l'eau, malgré toutes les précautions possibles; et comme nous atteignons la profondeur de 25 mètres, ce n'était qu'avec une extrême inquiétude que nous soumettions nos ouvriers à la pression de 3 atmosphères et demie pour forcer cette eau à sortir par le tube de dégagement. Tel était notre embarras, lorsque le hasard vint à notre secours.

» Depuis quelque temps, nous donnions à peine à l'air comprimé la tension convenable pour refouler les eaux qui nous gênaient et souvent il arrivait même que nous ne pouvions les faire monter. Nous nous trouvions un jour dans cette circonstance, lorsqu'un ouvrier, par maladresse, donna un coup de pioche dans le tuyau de dégagement et y fit un trou. L'eau jaillit aussitôt avec violence par l'extrémité du tube de dégagement, et le problème fut résolu.

» C'était, en effet, une nouvelle application du principe qui avait déjà produit les jets extraordinaires dont nous avons parlé tout à l'heure. C'était encore un mélange artificiel d'eau et d'air qui produisait ce phénomène. Ajoutez à cela que l'air se trouvait introduit au tiers à peu près de la colonne et la divisait ainsi en deux parties; de sorte que si la tension de l'air n'était pas suffisante pour soulever la colonne tout entière, elle était surabondante pour la soulever ainsi par parties; car l'air comprimé pouvait alors agir à la fois sur deux points.

» Depuis ce moment, rien n'arrêta plus nos travaux. C'est avec cette manœuvre on ne peut plus simple que nous sommes parvenus à deux résultats immenses pour nous : le premier, celui de n'avoir pas une goutte d'eau au fond de notre puits, et le second de ne jamais donner à l'air comprimé une tension plus grande que 2 atmosphères, y compris la pression atmosphérique, quoique nous eussions cependant à élever les eaux à plus de 25 mètres.

» Deux causes différentes, je le répète, contribuaient à notre succès : la première était le mélange artificiel de l'eau et de l'air; et la seconde, la division de la colonne de l'air en deux parties. Ce fait est d'autant plus évident, que le jet étant une fois établi, souvent je l'ai vu continuer à la hauteur de 25 mètres, quoique le manomètre marquât à peine une demi-atmosphère en sus de la pression atmosphérique. Nous ne l'avons du reste jamais vu s'arrêter avant ce point dans toutes les expériences que nous avons faites.

» Là se bornent les différentes observations que nous avons été à même

de faire pendant le percement de notre puits au moyen de l'air comprimé. Nous allons terminer cet exposé en disant deux mots seulement, tant des résultats obtenus au moyen de notre appareil, que des différents travaux auxquels nous le croyons applicable. Il est inutile de dire que cet appareil n'est que le perfectionnement de la cloche à plongeur, et qu'il a sur elle l'avantage de permettre de pénétrer dans le terrain solide, ce qu'on ne peut attendre de la cloche ordinaire. En effet, c'est au moyen de cet appareil qu'après avoir traversé 19 mètres de sables, nous nous sommes enfoncés de 6 mètres environ dans le terrain houiller, et avons exécuté à sec, au milieu de la Loire, deux trousses picotées et un cuvelage qui en ce moment ne laisse pas filtrer 2 hectolitres d'eau par vingt-quatre heures. Cette opération n'est plus une question, elle est terminée; l'appareil à air comprimé est enlevé, et les mineurs en ce moment font sauter à la poudre et à l'air libre, au-dessous d'une couche d'eau de 25 mètres, le grès houiller le plus dur. Ils approfondissent enfin un puits qui doit désormais conduire à l'exploitation certaine d'un terrain houiller où personne avant nous n'avait pénétré; de sorte que nous pouvons dire que nous avons doté le pays d'une richesse minérale bien connue, il est vrai, depuis des siècles, mais sur laquelle jamais on n'avait compté, car elle était réputée inaccessible.

» Quant aux applications de notre appareil, nous pensons que le génie maritime peut en tirer un très-grand parti pour le creusement des ports; que les ponts et chaussées, pour la construction des ponts, peuvent également le mettre en usage, ne fût-ce même que pour le pont de Tours, dont nous pourrions aller consolider les arches chancelantes. Quant aux mines, son utilité ne peut plus être mise en doute; déjà dans le département du Nord, M. Mathieu, directeur des mines de Douchy, doit reprendre avec ce moyen deux puits abandonnés à 20 mètres de profondeur, malgré les plus grands sacrifices. »

Il est donné lecture d'une Note de M. D. COLLADON, sur un moyen pour mesurer la force des machines à vapeur installées à bord des navires; cette Note devant être très-prochainement l'objet d'un Rapport, nous nous abstenons d'en donner aujourd'hui l'analyse.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Piobert, Sturm.)

M. ARAGO présente la série de rapports faits à M. le Préfet de Police, sur l'explosion qui a eu lieu, le 23 septembre dernier, dans une maison de la

rue de Richelieu, par suite d'une fuite du gaz d'éclairage. L'explosion a eu cela de remarquable, qu'elle s'est communiquée jusque dans des pièces qu'on avait traversées un instant auparavant avec une chandelle allumée.

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Regnault.)

M. ANDERS réclame en faveur d'un facteur de clavecins nommé *Schnell*, la priorité pour une partie de l'invention de M. Isoard, relative à l'emploi du vent pour faire parler les instruments à corde.

La lettre de M. Anders est renvoyée, comme document, à la Commission chargée de faire un Rapport sur le nouveau piano de M. Isoard.

CORRESPONDANCE.

« M. DE HUMBOLDT présente, au nom de M. *Ehrenberg*, membre de l'Académie de Berlin et correspondant de l'Institut, des échantillons de la couche tourbeuse et argileuse qui, à 20 pieds de profondeur au-dessous du pavé de la ville de Berlin, se trouve remplie d'infusoires encore vivants, offrant des ovaires parfaitement conservés. Les traces de cette vie souterraine s'observent 8 pieds au-dessous du fond de la Sprée. Depuis que M. Ehrenberg avait signalé, en 1836, d'immenses masses d'infusoires fossiles, et des carapaces siliceuses et calcaires d'animaux microscopiques dans des formations géologiques particulières très-récentes, puis dans la craie, dans le calcaire oolithique de Cracovie et même dans les calcaires plus anciens (de transition) de la Russie, il a reconnu que les forces organiques sont encore si actives dans le limon retiré des fleuves et des ports, que par exemple en 1839 on a retiré du bassin du port de Swienemünde, au bord de la Baltique, dans une année, un volume de 2,592000 en 1840, 1,728000 pied cube de matières, volume dont la moitié ou tout au moins le tiers se composait d'organismes microscopiques. Les landes (bruyères) du Lunebourg présentent une couche d'infusoires fossiles de vingt-huit pieds d'épaisseur. Dans le strate qui se trouve à Berlin à vingt pieds, et dans quelques localités (en forme d'entonnoir) jusqu'à soixante pieds de profondeur, on découvre un grand nombre de Gallionnelles dont les cellules sont remplies d'œufs verts. Les animaux ne sont en contact avec l'oxygène de l'air que par le moyen de l'eau qui humecte la tourbe: on ne saurait douter de leur faculté de se multiplier. Dans les Navicules souterraines on a vu quelquefois des